

# Nuevas Actividades para Escenarios Desafiantes: Elementos de Diseño hacia una Enseñanza Expandida de las Ciencias Experimentales.

Lorenzo, María Gabriela <sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-9957-8392>

Lorenzo M. (2023) “Nuevas actividades para escenarios desafiantes: elementos de Diseño hacia una enseñanza expandida de las Ciencias Experimentales” *Campo Universitario*. 4 (8) Julio 2023 - Diciembre 2023. Pp 17-34

Fecha de recepción: 17/10/2023

Fecha de aceptación: 15/12/2023

## Resumen

Entre los múltiples impactos que tuvo la pandemia de coronavirus en el ámbito educativo se registraron diversos cambios en las formas de enseñar, particularmente aumentando el uso de las tecnologías de la comunicación. Las asignaturas del campo de las ciencias naturales enfrentaron el desafío de atender a su idiosincrasia experimental a la hora de proponer actividades prácticas de laboratorio. El retorno a la presencialidad, contrariamente a las suposiciones iniciales, ha complejizado la situación generando una multiplicidad de abordajes combinados, híbridos o mixtos, donde lo tradicional se entrelaza con lo digital de múltiples maneras. En este sentido, la elaboración de materiales didácticos constituye un eje vertebrador de las prácticas educativas debido a su función mediadora entre el objeto de conocimiento, los alumnos y el profesor donde se integren coherentemente los propósitos de aprendizaje. Consecuentemente, el objetivo de este trabajo es introducir algunas aproximaciones clave para el diseño de materiales y actividades para la enseñanza de las ciencias orientadas a revisar: ¿Cómo expandir la enseñanza de las disciplinas experimentales? ¿Cómo plantear acciones que promuevan la comprensión? ¿Cómo resignificar las actividades prácticas experimentales en la propuesta de enseñanza? En definitiva, se pretende

---

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la educación Científica. Instituto de Investigación en Educación Superior. CONICET. ARGENTINA.

Contacto: [glorenzo@ffyb.uba.ar](mailto:glorenzo@ffyb.uba.ar)



suministrar algunas pistas para transitar el camino transformador de la enseñanza de las ciencias experimentales desde la cultura impresa a la digital en estos tiempos de escenarios desafiantes.

*Palabras clave:* Actividades de Enseñanza - Materiales educativos - Conocimiento profesional docente - Enseñar con tecnologías - Práctica Experimental.

## Abstract

**New Activities for Challenging Settings: Design elements towards an expanded teaching of Experimental Sciences.** Among the multiple impacts that the coronavirus pandemic had on the field of education, various changes in teaching methods were recorded, particularly an increase in the use of communication technologies. Subjects in the natural sciences faced the challenge of addressing their experimental idiosyncrasies when proposing practical laboratory activities. The return to in-person learning, contrary to initial assumptions, has complicated the situation, resulting in a multitude of combined, hybrid, or mixed approaches where traditional methods intertwine with digital ones in multiple ways. In this sense, the development of didactic materials constitutes a central axis of educational practices due to its mediating function between the object of knowledge, students, and the teacher, coherently integrating learning objectives. Consequently, the objective of this work is to introduce some key approaches to designing materials and activities for teaching the sciences, aimed at addressing the following questions: How can the teaching of experimental disciplines be expanded? How can actions promoting understanding be formulated? How can practical experimental activities be redefined in the teaching proposal? Ultimately, the aim is to provide some insights for navigating the transformative path of teaching experimental sciences from print culture to the digital realm in these challenging times.

*Keywords.* Teaching activities - Educative materials - Teaching professional Knowledge - Teaching with technologies - Experimental practices.

## Introducción

Aún repercute en las aulas el impacto que la pandemia de COVID19 tuvo sobre el sistema educativo y por ende, en los diseños de enseñanza (Andreoli y Nosiglia, 2020, Andrews, y Green, 2021, Rujas, y Feito, 2021, Talanquer, Bucat, Tasker y Mahaffy, 2020) particularmente aquellos debidos a la escalada en la utilización de tecnologías (Cabero-Almenara y Llorente-Cejudo, 2020, Lion, 2023). En especial, la química y la física enfrentaron un enorme reto para enseñar su naturaleza experimental dada la imposibilidad de concurrencia a los laboratorios (Idoyaga y Lorenzo, 2023). Finalizado el aislamiento, el retorno a la presencialidad provocó otras tensiones que agregaron mayor complejidad a los contextos fluidos e inciertos que de ser líquidos (Bauman, 2006) ahora ya se entienden como gaseosos (Scolari, 2021).

Después de la emergencia sanitaria, resulta oportuno distinguir entre las estrategias de la enseñanza remota de aquellas que racionalizan la digitalización como estrategia para promover el aprendizaje (Hodges, Moore, Locke, Trust y Bond, 2020). En los entornos de la postpandemia se entrelazan las prácticas de la prepandemia con lo digital, demandando enfoques de enseñanza



actualizados (Cobo, 2016, Lion y Maggio, 2019, Lugo, y Loíacono, 2020, Pardo Kuklinski y Cobo, 2020). En esta línea, el reconocimiento de los renovados perfiles de los destinatarios de la enseñanza cobra singular importancia. Desde el 2020, la mayoría de los estudiantes universitarios pertenecen a la generación Z (*centennials*) lo que requiere una reconfiguración de los espacios de interacción desarrollando la empatía hacia el espíritu de la época. Ello implica cuestionar lo establecido para aumentar la porosidad de las interfaces entre los todos los recursos disponibles (Scolari, 2018) mientras se propicia la ruptura o crecimiento de los filtros burbuja individuales (Pariser, 2017) para ampliar el campo de lo posible desafiando el aquí y el ahora (Han, 2012).

En definitiva, la enseñanza precisa nuevos productos para las necesidades de siempre. Por consiguiente, destinar objetos culturales diversos como recursos para la enseñanza habilita la expansión tanto del mensaje que se intenta comunicar como de los medios que se utilizan para hacerlo (McLuhan, 1996). Así, las actividades, concebidas como el conjunto de tareas, ejercicios, problemas, experiencias que el profesorado propone al estudiantado para favorecer el aprendizaje, cumplen una función mediadora entre el objeto de conocimiento, los estudiantes y el profesor. En consecuencia, revisar el diseño de las actividades es uno de los aspectos clave que ofrece la oportunidad de ajustar la enseñanza a los tiempos actuales. Desde esta perspectiva, la elaboración de actividades y por ende, de materiales didácticos, constituye un pilar fundamental de las prácticas educativas, especialmente en el nivel superior. En consecuencia, los propósitos de este trabajo son explorar algunas cuestiones esenciales para planificar la elaboración de recursos para enseñanza de ciencias experimentales, ofrecer elementos útiles para reflexionar sobre ellos y promover una enseñanza expandida que contribuya a recorrer un camino transformador desde la cultura impresa a la digital en tiempos de escenarios inciertos.

A continuación, se proponen cinco aproximaciones diferentes pero convergentes que contribuyen a la producción de materiales innovadores para la enseñanza de ciencias experimentales.

### **Cinco aproximaciones para el diseño de actividades de ciencias experimentales en la era digital**

Si bien Hernández y Sancho (1993) habían advertido que saber la asignatura no resultaba suficiente para poder enseñarla, la amplia difusión de la informática y otras tecnologías, hacen cada vez más perentoria una formación docente específica. Uno de los desafíos emergentes de la enseñanza de estos tiempos es poder plantear buenas preguntas que puedan encontrar respuestas en la tecnología digital (Suárez-Guerrero, Rivera-Vargas y Rebour, 2020). Conseguir que el diseño de actividades de enseñanza logre la articulación entre los objetivos de aprendizaje y los contenidos disciplinares orientados a un grupo particular de estudiantes demanda un sólido conocimiento profesional del profesorado que incluye el conocimiento didáctico del contenido (Garritz, Lorenzo y Daza, 2014, Shulman, 1986, Metscher, Tramantano y Wong, 2021) y las competencias digitales docentes descritas como “*un espectro de competencias que facilitan el uso de los dispositivos digitales, las aplicaciones de la comunicación y las redes para acceder a la información y llevar a cabo una mejor gestión de éstas*” (UNESCO, 2018, p. 1).

A partir de una perspectiva ecológica de la enseñanza (Gifre Monreal y Esteban Guitart, 2012), se plantean cinco aproximaciones para el diseño de recursos didácticos (Figura 1), que se nutren de una multiplicidad de fuentes considerando diferentes modos en que afectan los contextos digitales (Navarro y Tudge, 2022). Cada una de estas miradas sobre el material, ya sea que se trate de una actividad prediseñada o de una por diseñar, proporciona un eje que converge en un

tratamiento complejo y multidimensional desde donde prestar atención a sus características, aceptando sus limitaciones y superposiciones. El orden de presentación de estos acercamientos es arbitrario y se plantean de modo general. Su principal objetivo es abrir ventanas para mostrar posibles alternativas y contribuir con el profesorado de ciencias en la revisión de las actividades y materiales que utiliza en su enseñanza.



Figura 1. Aproximaciones para el diseño y análisis de materiales didácticos

## 1. Aproximación estética

La primera impresión que ocasiona un material es estética debido a que se percibe principalmente a través de la vista. Según su diseño, el material puede resultar atractivo e interesante para interactuar o ser rápidamente descartado. Así, se puede atender a algunos elementos de diseño que ayudan a planificar las actividades.

En primer lugar, es importante atender a las **proporciones** entre los elementos que componen el material: ¿cómo está organizado el material? ¿cuáles son las características de los puntos y líneas representados en cuanto a su intensidad, su grosor, su forma, entre otras posibles? ¿se distinguen los elementos importantes de los secundarios? ¿se destacan los títulos del resto de los textos? ¿la distribución de los elementos resulta agradable a la vista?

Un segundo aspecto es el uso de los **colores y paletas**. Desde los orígenes de la humanidad, los colores han sido utilizados para comunicar ideas y emociones. Sin embargo, más allá de la subjetividad de cada uno de los individuos, existen personas que no pueden diferenciar entre algunos de ellos. Por ejemplo, las personas daltónicas (llamado así en reconocimiento al químico y matemático John Dalton) poseen una alteración genética que afecta la capacidad de distinguir ciertos colores. Entonces, desde una mirada inclusiva de la enseñanza, han de considerarse especialmente la selección de colores al momento de pensar en el diseño de un material. En esta

línea, los programas y aplicaciones de uso frecuente en nuestras computadoras (Power Point, Canvas, Genial.ly, entre otros) o empresas especialmente dedicadas al tema ofrecen distintas combinaciones de colores organizados en paletas para obtener una composición armoniosa.

También es importante considerar la **textura visual**. La textura refiere a la naturaleza de la superficie de los objetos y por tanto, a sus cualidades como la suavidad, rugosidad o pulido, entre otras. La textura visual, resulta de la combinación de diferentes elementos y colores en la composición y si bien no puede tocarse, se percibe a través de la vista y remite a las sensaciones táctiles.

Un último aspecto estético que ha adquirido fuerte pregnancia a cuenta del uso extendido de las tecnologías digitales, es el **diseño de marca**, es decir el uso de cierta combinación de elementos y colores que permiten la identificación global y rápida de una determinada empresa, equipo deportivo, institución o curso escolar.

## 2. Aproximación comunicacional

La enseñanza es un acto comunicativo. El profesorado, a través del uso de diferentes recursos verbales y no verbales, construye textos para interactuar con el estudiantado para promover la construcción de conocimiento (Coll y Onrubia, 2001). Dichos textos forman parte del discurso en el aula y de los discursos que se manifiestan a través de los materiales que el docente selecciona o produce para sus estudiantes.

Durante el transcurso de una asignatura, el docente propone a sus estudiantes una serie de actividades con el fin de ayudarlos a aprender los contenidos de la materia. De allí la importancia de la elaboración de las distintas tareas para generar interés, curiosidad y cierto nivel de desafío que provoque el deseo no solo de resolverlas sino también, de aprender. La propuesta de actividades es una invitación a hacer algo (Figura 2) expresado en lenguaje a través de los verbos que definen acciones, de allí su importancia al redactar los textos y enunciados (Lorenzo, 2016).



Figura 2. Relación entre el propósito de las actividades y su enunciado

La aproximación comunicacional entonces se vincula estrechamente al lenguaje entre los que pueden reconocerse diferentes categorías: los textos escritos, el lenguaje científico y su vocabulario técnico y el lenguaje del pensamiento.

El texto es una parte crucial de las actividades de enseñanza y amerita una escritura esmerada y atenta, desde su presentación hasta su contenido. En tiempos de procesadores de texto, la escritura se ha hecho mucho más fluida y versátil comparada con las máquinas de escribir. Ahora pueden aprovecharse variados recursos formales que hacen al cuerpo del texto (los cuales podrían vincularse con los aspectos estéticos) tales como: tipo de letra, tamaño, interlineado, una o varias columnas y otras opciones de fuentes y formatos. Sin embargo, la elección de estos recursos estará condicionada por el soporte en el cual será presentado el material.

Comparada con la lectura en papel, la pantalla ha cambiado inexorablemente las formas de leer (Ossa, 2020) como se evidencia en los cambios en el *patrón de lectura*. Éste se refiere a la forma como se distribuye la atención del lector sobre una composición escrita. En la cultura occidental, ha predominado el patrón Z comenzando en la esquina superior izquierda de la página y avanzando hacia la derecha y hacia abajo siguiendo un patrón en zigzag. En contraste, el patrón de lectura digital (la forma en que las personas leen en dispositivos electrónicos) muestra un escaneo de la pantalla en forma de F, comenzando en la esquina superior izquierda para luego descender. Las diferencias en los patrones de lectura impresa y digital pueden tener implicaciones importantes para la comprensión y el procesamiento de la información (Ackerman y Goldsmith, 2011, Mangen, Walgermo y Brønneck, 2013).

En consecuencia, saber de antemano cómo será leído el texto es otro de los aspectos a revisar: ¿se trabajará con el texto a partir de copias impresas? ¿O se propondrá la lectura desde un dispositivo digital? Si es así ¿cuál será el dispositivo? (computadora, teléfono celular). Para la escritura de textos se sugiere una tipología de alta legibilidad (de palo seco o sans serif) para facilitar la lectura, utilizar distintos tamaños de letra para destacar títulos principales de secundarios. Además, predomina la tendencia de reemplazar las comillas por letras en itálica (excepto para citas literales) y el antiguo subrayado por negrita, para no confundir con un hipervínculo.

Por otro lado, un material didáctico debe respetar la especificidad del **lenguaje científico** y académico. Cada disciplina cuenta con un universo vocabular que le es propio y característico, el cual compila una serie de símbolos, términos y reglas que regulan su uso. El lenguaje técnico es un instrumento que permite pensar sobre los conocimientos disciplinares y también, opera sobre ellos para construir otros nuevos (Lorenzo, 2021) combinando de manera sinérgica diferentes registros representacionales en un híbrido semiótico (Idoyaga, Moya y Lorenzo, 2020). Entre ellos, se destacan las representaciones visuales (Pauwels, 2020) que interactúan con otros lenguajes, como la lengua natural y el lenguaje matemático para brindar una mirada más completa y holística de los objetos y fenómenos bajo estudio. Al considerar este aspecto surgen las siguientes preguntas: ¿Se enuncian claramente los conceptos disciplinares? ¿Se explicitan y explican los términos del vocabulario técnico? ¿Se integran adecuadamente los recursos visuales?

Adentrándose en un material educativo, puede considerarse que los textos representan la voz del docente expresada en la redacción de los enunciados la cual condiciona el procesamiento cognitivo por parte del estudiante-lector. Es decir que distintos tipos de palabras y especialmente, los verbos, pueden promover desde un proceso de memorización, una comparación hasta una actividad de síntesis. Aquellos verbos que dan cuenta de algún tipo de pensamiento o procesamiento cognitivo conforman lo que se denomina **lenguaje de pensamiento** (Tishman, Perkins y Jay, 1995). Algunos ejemplos de estos verbos (de los cuales se derivan sus familias de palabras) son: afirmar, analizar, comprender, concluir, corroborar, cuestionar, determinar,

dudar, evaluar, explorar, reflexionar, sugerir, verificar. En resumen, el uso de las palabras de pensamiento (hipótesis, análisis, conclusión, reflexión, etc.) promueven en el destinatario (lector) una respuesta orientada a un tipo de razonamiento determinado. En particular, entre los razonamientos comunes en el pensamiento científico se destacan los cuatro siguientes:

**Describir:** Refiere a las expresiones o enunciados que enumeran las cualidades, propiedades o características de un objeto o fenómeno.

**Explicar:** Se suministran razones o argumentos expuestos de manera ordenada y estableciendo relaciones entre ellos con el fin de ser comprendidos por otros.

**Argumentar:** Se ofrecen un conjunto de proposiciones discursivas con el propósito de persuadir al destinatario estableciendo relaciones que tienden a modificar el valor epistémico de su punto de vista apelando a un razonamiento lógico.

**Justificar:** Se establecen relaciones entre razones o argumentos tomando como referencia el corpus de conocimientos propio de la disciplina (literatura científica).

El interés por los verbos ha estado presente en algunas teorías educativas como la conocida Taxonomía de Bloom. En 1954, el educador estadounidense Benjamin Bloom (1971) propuso ordenar los objetivos de la educación en tres ámbitos principales: el afectivo, el psicomotor y el cognitivo. Concretamente este último, organiza las operaciones mentales en seis niveles de procesamiento cognitivo, desde las más sencillas (nivel 1) hasta las más complejas o de orden superior (nivel 6) utilizando lenguaje de pensamiento para definirlos (Figura 3).

NIVEL 6	Decidir / Seleccionar Criticar / Juzgar	Evaluación
NIVEL 5	Predecir / Estimar Combinar / Reformular Crear / Diseñar	Pensamiento sintético
NIVEL 4	Clasificar / Categorizar Comparar / Contrastar Ordenar	Pensamiento analítico
NIVEL 3	Ilustrar / Demostrar Aplicar / Construir	Resolución de problemas
NIVEL 2	Explicar / Comprender Interpretar / Traducir	Pensamiento relacional
NIVEL 1	Recordar / Recitar Definir / Reproducir/ Listar	Memoria mecánica

Figura 3. Taxonomía de Bloom (Adaptación)

Esta taxonomía ha resurgido últimamente, debido al advenimiento de la digitalidad (Ortiz, Dorneles y Rebeiro, 2022) y resulta de gran utilidad para revisar gran variedad de propuestas de enseñanza de diferentes dominios de conocimiento y niveles educativos (una rápida búsqueda en Internet arroja miles de referencias).

### 3. Aproximación didáctica

Los criterios antes expuestos podrían ser de utilidad para diagramar el diseño general de materiales didácticos de cualquier asignatura. No obstante, pensando en una experiencia más personalizada del destinatario, en la que un docente decide sobre un determinado material para su grupo de estudiantes, es imprescindible poner el foco en las necesidades educativas. Es decir, plantear el análisis o el diseño desde una aproximación didáctica propia de la disciplina y la situación de enseñanza.

Primeramente, es importante definir el contexto en el cual se aplicará el material, desde las cuestiones socioculturales y ambientales hasta los microescenarios de su utilización atendiendo a una educación inclusiva de calidad y un aprendizaje permanente para todos de acuerdo con los objetivos de desarrollo sostenible (UNESCO, 2017). Entonces ¿se trata de un material para el trabajo en el aula con la guía del profesor o para el trabajo autónomo de los estudiantes? ¿Cómo, cuándo y dónde será utilizado el material? En consecuencia, resulta imprescindible explicitar claramente los propósitos de la enseñanza y, por ende, del material, respondiendo a cuestiones tales como: ¿para qué aspecto de la enseñanza es este material? ¿qué se espera que los estudiantes hagan con este material?

Además, se sugiere enunciar claramente los objetivos de aprendizaje, para poder conectar la propuesta de actividades con los aprendizajes esperados en los estudiantes. Esto implica conocer las características de los destinatarios como por ejemplo su edad, sus conocimientos previos, sus intereses y motivaciones, su disponibilidad de diferentes tipos de recursos, entre otras. Es decir, cada alumno cuando se dispone a afrontar las diferentes tareas que le propone el docente con el fin de lograr su aprendizaje, junto con su entorno se constituye en lo que David Perkins ha definido como una *persona-más* (1996) en el marco de la cognición distribuida. Por lo tanto, el material didáctico desempeña una función mediadora entre los contenidos de la enseñanza y los estudiantes en interacción con el docente conformando un sistema complejo.

Esto significa que las tareas que se incluyan en el material didáctico condicionan la comprensión de los estudiantes y por consiguiente, el tipo de aprendizaje a conseguir. Por ello, la redacción de los enunciados de las actividades y el uso de determinados verbos, como ya se ha comentado en el apartado anterior, es otro de los aspectos clave a tener en cuenta. Los niveles de comprensión propuestos por Perkins (1999) (Figura 4), pueden servir de guía en este punto.

Nivel	Descripción
De Contenido	Datos y procedimientos de rutina Actividades reproductivas (repetición, paráfrasis y ejecución de procedimientos habituales)
De Resolución de Problemas	Conocimiento y práctica referentes a la solución de ejercicios y problemas típicos de la asignatura (aplicación de algoritmos)
Epistémico	Conocimiento y práctica vinculados a la justificación y la explicación de la asignatura desde un punto de vista epistemológico.
De Investigación	Modo en cómo se proponen hipótesis, se discuten los resultados y se construyen nuevos conocimientos

Figura 4. Niveles de Comprensión de Perkins

#### 4. Aproximación disciplinar

Cada asignatura tiene su propia naturaleza, sus modos de construir los conocimientos disciplinares, de organizar y comunicar la información. Estas características ya han sido discutidas en otro lado (Lorenzo, 2018) por eso aquí se destacarán de manera sucinta, los aspectos más relevantes a tener en cuenta al pensar el diseño o rediseño de un material.

En primer lugar y de manera fundamental, el tratamiento de los contenidos disciplinares es el corazón del material. Las razones por las cuales un determinado contenido forma parte (o no) de un material puede deberse a su valor epistémico, su nivel de especificidad en el campo, el nivel de dificultad de acuerdo con el desarrollo psicológico de los estudiantes, la función pedagógica que representan en el desarrollo curricular del curso, su relevancia social como cuestión sociocientífica (Occelli, García Romano y Valeiras, 2022) y en particular, para la formación superior, su rol en el ejercicio profesional de la carrera en la que se inserta.

Los contenidos han de ser representativos de la disciplina y pertinentes para el desarrollo de la unidad temática en cuestión, luego de un cuidadoso proceso de selección que incluya los conceptos modelizadores y también los procedimientos (los intelectuales y los sensoriomotores) y las actitudes particulares del dominio de conocimiento donde se distingan su nivel de relevancia, desde aquellos esenciales y los recomendables, pasando por los necesarios.

Una vez seleccionados los contenidos, un segundo aspecto central en la elaboración del material es el orden de su presentación en el material, ya que cada secuencia condiciona los aprendizajes que pueden ir construyéndose durante su desarrollo. En este aspecto, tanto la inclusión de los aportes metacientíficos (la naturaleza de la ciencia, la historia de la disciplina...) como el lugar que ocupan las prácticas experimentales de laboratorio resultan cuestiones ineludibles.

Debido a su naturaleza experimental, la revisión de los trabajos prácticos de laboratorio para la enseñanza ha sido una preocupación permanente de la didáctica de las ciencias (Franco Moreno, Velasco Vásquez y Riveros Toro, 2017). Para empezar, las *actividades experimentales* son

acciones o situaciones donde el resultado está predeterminado por una teoría consensuada científicamente, y planificado didácticamente por el docente (Lorenzo, 2020).

Entre los mejores consejos para el diseño de trabajos prácticos de laboratorio, se encuentra la ya clásica propuesta de Gil Pérez y Valdés Castro (1994) quienes recomendaban: recurrir a situaciones problemáticas abierta evitando las típicas recetas de cocina, apelar al enfoque CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) (Farré y Lorenzo, 2019), a lo que hoy se podrían agregar el enfoque STEM (Science-Technology-Engineering-Mathematics) y las cuestiones sociocientíficas. Además, proponen potenciar los análisis cualitativos, el planteo de hipótesis, dar lugar a los estudiantes para la planificación y la elaboración de diseños, trabajar en el tratamiento de los datos experimentales y el análisis de los resultados. Acompañar el proceso del trabajo experimental en todas sus etapas incluyendo la elaboración de conclusiones, el planteo de perspectivas y posibles implicancias, la redacción de memorias e informes científicos, evidenciando la dimensión colectiva del trabajo científico.

En esta lógica también se inscribe la propuesta sobre los trabajos prácticos abiertos (de Jong, 2011) tanto aquellos en los cuales los estudiantes deben resolver un problema dado por el docente cuyo objetivo es promover el aprendizaje de habilidades de investigación; como aquellos otros de mayor complejidad, donde es el propio estudiante el que plantea el problema a resolver con el objetivo de construir nuevo conocimiento.

Recientemente, ha sido propuesto un modelo original que propone la integración de diferentes estrategias para la enseñanza experimental de las ciencias naturales. El Laboratorio Extendido (Idoyaga, 2022) es un modelo didáctico que asume una serie de principios que propicia el uso sinérgico de las actividades experimentales simples, laboratorios remotos (Idoyaga, Vargas-Badilla, Moya, Montero-Miranda y Garro-Mora, 2020), laboratorios virtuales (Hernández, Vallejo y Morales, 2019), simulaciones y laboratorios móviles en un espacio atravesado por las dimensiones que van desde lo analógico a lo digital y de lo simple a lo complejo. Este modelo puede servir de utilidad para articular las consideraciones que se exponen en el próximo apartado.

## 5. Aproximación tecnológica

Casi cualquier objeto, concreto o imaginario, puede funcionar como material educativo (lean si no, el cuento de Enrique Mariscal: El corcho). Es decir, un material educativo puede definirse como todo aquello que es usado para la enseñanza y el aprendizaje, tales como libros, videos, planes curriculares, audios, un corcho...

Sin embargo, un *material educativo* se transforma en un *material didáctico* cuando forma parte de una secuencia de enseñanza, cuando existe una intencionalidad del docente de incluirlo en su propuesta de enseñanza con el fin de que sus estudiantes recurran a él para aprender algo. Entonces, si bien la tecnología no es un material educativo per se, en los tiempos que corren no puede ser dejada de lado al pensar sobre prácticas de enseñanza y por ende, en las actividades y materiales didácticos. Por consiguiente, en un mundo altamente digitalizado los siguientes interrogantes podrían guiar la planificación docente: ¿Qué aportan las tecnologías al diseño de los materiales didácticos? ¿Cómo accederán los estudiantes al material? ¿En qué soporte se presentará el material? ¿Qué interfaces serán utilizadas? ¿Qué características tienen que tener los materiales para el soporte y los dispositivos seleccionados? ¿Se propone un trabajo *on-line* u *off-line*? es decir ¿se necesita conexión permanente a la red?

La integración de las tecnologías digitales a las propuestas de enseñanza ha sido trabajada en la literatura de los últimos veinte años. Así, Area Moreira y Adell Segura (2009) reseñan las siguientes alternativas para la utilización de los recursos que ofrece Internet:

- Como complemento de la enseñanza presencial o reservorio de contenidos.
- En propuestas semipresenciales o Modalidad *b-learning (blending)* donde se combina lo presencial con una parte virtual.
- Modalidad *e-learning (electronic)* o a distancia. También conocida como educación web, educación virtual, cursos on-line, entre otros. La propuesta suele (o solía) ser pensada como diferida o asincrónica, de manera autogestionada por los estudiantes.
- Modalidad *m-learning (mobile)* es aquella que recurre a dispositivos móviles como soporte físico y movable, transportable a cualquier lugar y siempre conectado, para gestionar la propuesta de enseñanza.

Pensar y diagramar propuestas innovadoras de enseñanza exige elaborar materiales didácticos, de manera individual o colectiva (Ordóñez-Sierra y Ferrón-Gómez, 2022, Quirós, 2009) que junto con los contenidos propios de la didáctica de las ciencias se imbriquen acciones orientadas al desarrollo de las competencias digitales de los docentes (Perdomo, González Martínez y Barrutia Barreto, 2020, Paz-Saavedra, Gisbert Cervera y Usart-Rodríguez, 2022, Valdés-López y Troche-Isalgué, 2022); dejando en claro que, el dominio de lo tecnológico no es lo único que se requiere.

Entonces, desde una perspectiva situada para la producción de estos materiales, también hay que considerar el problema de la brecha digital, entendida tanto como la falta de disponibilidad de recursos tecnológicos y de conectividad tanto para los estudiantes como para los docentes; y en particular, la falta de recursos didácticos y estrategias de enseñanza y de aprendizaje para operar con dichos recursos.

Para alcanzar diferentes grados de profundización de los contenidos y diversificar la disponibilidad de interfaces, el desafío es diseñar materiales didácticos actualizados, encapados y multiplataforma inspirados en los principios de la narrativa transmedia, ofreciendo una experiencia de aprendizaje holística y multidimensional a partir de la implicación individual y colectiva de los estudiantes (siguiendo a Jenkins, 2008 y Scolari, 2013). Esto implica concebir los *Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA)* como materiales que tienen *intencionalidad* orientada a una *acción educativa* cuyo formato es *digital* y está disponible en espacios de red pública (Internet) bajo Licencia de *Código Abierto* que permite el *uso libre*, la adaptación, la modificación y la personalización. Algunas consideraciones para la elaboración de estos materiales son:

- La accesibilidad entendida como la posibilidad de ser utilizados por públicos diversos y con capacidades diferentes (tamaños y tipos de letras, apoyos auditivos, o del color, por mencionar algunos).
- Que admitan la multiplataforma (naturaleza líquida) que puedan ser utilizados adecuadamente en distintos dispositivos (teléfonos inteligentes, computadoras, tablets).
- Que presenten un diseño encapado, con varias capas que permitan profundizar en diferentes niveles de interés, desarrollo o capacidades de los estudiantes.

- La expansibilidad es aquella propiedad del material que permite ir más allá de su diseño mismo. Alude a la posibilidad de abrir ventanas que habiliten universos transformadores. Para ello, pueden agregarse hipervínculo o códigos QR (especialmente útiles en los materiales impresos). También redirigir a los estudiantes a una revista, en lugar de entregar el artículo en pdf, a YouTube, en lugar de embeber un video en particular, amplía las posibilidades de búsqueda, extiende el horizonte y aumenta la permeabilidad del filtro burbuja.
- Por último, insertar la propuesta educativa en una narrativa transmedial (Storytelling) donde converjan las más variadas posibilidades, se convierte en el pináculo del diseño de materiales didácticos.

### Para finalizar

Estos son tiempos de situaciones inéditas y cambiantes. Las aproximaciones propuestas para elaborar o rediseñar materiales didácticos brindan algunas pistas para navegar por aguas turbulentas desde la cultura impresa a la digital.

Desde algunas miradas pesimistas, las tecnologías y el advenimiento de las IA (Inteligencia Artificial) amenazan la tarea docente y profetizan su extinción. No puede negarse que los procesos de comunicación han cambiado nuestra manera de concebir el mundo dando lugar a lo que Han (2014) denomina “*la sociedad de la opinión*”. En ella:

*“La comunicación digital se distingue por el hecho de que las informaciones se producen, envían y reciben sin mediación. No son dirigidas y filtradas por mediadores. La instancia intermedia es eliminada para siempre [...]. Medios como blogs, Twitter o Facebook liquidan la mediación de la comunicación, la desmediatizan.”* (pp. 33-34).

A pesar de estos pronósticos, el profesorado es el mediador por excelencia, el que es capaz de articular el pasado con el futuro, resignificar los conocimientos acumulados a lo largo de la historia y las competencias necesarias para habitar territorios impredecibles, por ello creemos firmemente que no será fácilmente reemplazado. De este modo, los materiales didácticos se erigen como pilares inquebrantables en la defensa del rol docente por lo que su elaboración exige nuestro mejor esfuerzo y dedicación.

### Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto UBACYT 2021 N.º 20020170100448BA, PICT-2021-295 y PIP 2022-203CO.



## Referencias bibliográficas

- Ackerman, R. y Goldsmith, M. (2011). Metacognitive regulation of text learning: On screen versus on paper. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 17(1), 18–32. <https://doi.org/10.1037/a0022086>
- Andreoli, S. y Nosiglia, M. C. (2020). Desafíos de un presente incierto: el diseño de un plan de contingencia para acompañar a docentes y estudiantes. En Beltramino, L. (Comp.) *Aprendizajes y prácticas educativas en las actuales condiciones de la época: COVID-19* (pp. 116-123). Universidad Nacional de Córdoba. <https://ffyh.unc.edu.ar/editorial/aprendizajes-y-practicas-educativas-en-las-actuales-condiciones-de-epoca-covid-19/>
- Andrews, T. y Green, K. (2021) Pandemic-Inspired Insights: What College Instructors Learned From Teaching When COVID-19 Began. *Journal of College Science Teaching*, 51(1), 42-48. <https://www.nsta.org/journal-college-science-teaching/journal-college-science-teaching-septemberoctober-2021>
- Area Moreira, M. y Adell Segura, J. (2009). E-learning: enseñar y aprender en espacios virtuales. En: de Pablos Pons, J. (comp.) *Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de Internet*, Málaga: Ediciones Aljibe, S.L.
- Bauman, Z. (2006). *Vida Líquida*. Barcelona, Paidós.
- Bloom, B. S. (1971). *Taxonomía de los objetivos de la educación*. Buenos Aires: El Ateneo
- Cabero-Almenara, J. y Llorente-Cejudo, C. (2020). Covid-19: transformación radical de la digitalización en las instituciones universitarias. *Campus Virtuales*, 9(2), 25-34. <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/713>
- Cobo, C. (2016). *La innovación pendiente. Reflexiones (y provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento*. Fundación Ceibal/ Debate: Montevideo.
- Coll, C. y Onrubia, J. (2001). Estrategias discursivas y recursos semióticos en la construcción de sistemas de significados compartidos entre profesor y alumnos. *Revista Investigación en la Escuela*, 45, 21-31.
- de Jong, O. (2011). Teaching for problem-based learning: The case of open practical work. *Educación en la Química*, 17(1), 3-14.
- Farré, A. y Lorenzo, M. G. (2019). El enfoque CTS en la formación de profesores de ciencia. Estrategias de enseñanza de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, *Boletín de la AIA-CTS*, 09 (1), 31-36. [http://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2019/04/AIA-CTS\\_Boletim09.pdf](http://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2019/04/AIA-CTS_Boletim09.pdf) Aveiro, Portugal.





Franco Moreno, R., Velasco Vásquez, M. A., y Riveros Toro, C. (2017). Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas (2012-2016). *Tecné, Episteme y Didaxis*, (41), 37-56.

Garritz, A., Lorenzo, M. G., y Daza, S. (Editores) (2014). *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana*. Editorial Académica Española: Saarbrücken.

Gifre Monreal, M. y Esteban Guitart, M. (2012). *Consideraciones educativas de la perspectiva ecológica de Urie Bronferbrenner*. Girona: Universitat. <http://hdl.handle.net/10256/8515>

Gil Pérez, D. y Valdés Castro (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo, *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 155–163.

Han, B. (2012). *La sociedad del cansancio*. Barcelona, Herder.

Han, B.-C. (2014). *En el enjambre*. Barcelona, Herder.

Hernández, F. y Sancho, J. (1993). *Para enseñar no basta con saber la asignatura*. Barcelona: Gedisa.

Hernández, M., Vallejo, A. y Morales, R. (2019). Virtual reality laboratories: a review of experiences, *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 13, 947–966. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00558-7>

Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. y Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning, *Educause Review*. <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>

Idoyaga, I. (2022). El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica De Divulgación de Metodologías Emergentes en el Desarrollo de las STEM*, 4(1), 20-49. <http://www.revistas.unp.edu.ar/index.php/rediunp/article/view/823>

Idoyaga, I. J. y Lorenzo, M. G. (2023). La educación en ciencias naturales en la universidad intangible. Hacia una buena enseñanza remota de emergencia. *REXE- Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 22(48) 310–326. <https://doi.org/10.21703/0718-5162.v22.n48.2023.018>

Idoyaga, I., Moya, C., & Lorenzo, M. (2020). Los gráficos y la pandemia. Reflexiones para la educación científica en tiempos de incertidumbre. *Educación En Ciencias Biológicas*, 5(1), 1-18. <https://doi.org/10.36861/RECB.5.1.1>





Idoyaga, I., Vargas-Badilla, L., Moya, C., Montero-Miranda, E. y Garro-Mora, A. (2020). El laboratorio remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Campo universitario*, 1(2), 4-26. Disponible en: <https://campouniversitario.aduba.org.ar/ojs/index.php/cu/article/view/17>

Jenkins, H. (2008). *Convergence Culture. La cultura de la convergencia de los medios de comunicación*. Paidós, Barcelona 2008.

Lion, C., y Maggio, M. (2019). Desafíos para la enseñanza universitaria en los escenarios digitales contemporáneos. Aportes desde la investigación. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 10(1), 13-25.

Lion, C.-G. (2023). La universidad en la pospandemia: escenarios de futuro. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 24, e28773. <https://doi.org/10.14201/eks.28773>

Lorenzo, M. (2020). Revisando los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza universitaria. *Aula Universitaria*, 21. DOI: <https://doi.org/10.14409/au.2020.21.e0004>

Lorenzo, M. G. (2016). El discurso científico sobre el papel: la importancia de la redacción de tareas, *Aula Universitaria*, 18, 91-101. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/AulaUniversitaria/article/view/6559/9574>

Lorenzo, M. G. (2018). Los contenidos de ciencias naturales en la enseñanza universitaria: especificidad, abstracción y orientación profesional, *Aula Universitaria*, 19, <https://doi.org/10.14409/au.voi19>

Lorenzo, M. G. (2021). Escribir y hablar en química ¿Quimiqués o símbolos para construir conocimiento? *Revista Enseñanza de Química*, 4(1), 8-24. [https://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev\\_quimica/article/view/REEQ.4.1.2](https://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev_quimica/article/view/REEQ.4.1.2)

Lugo, M. T. y Loíacono, F. (2020). Planificar la educación en la pospandemia: de la educación remota de emergencia a los modelos híbridos. *Educación y Tecnología*, 3(1). <https://publicaciones.flacso.edu.uy/index.php/edutic/article/view/2>

Mangen, A., Walgermo, B. R., y Brønnick, K. (2013). Reading linear texts on paper versus computer screen: Effects on reading comprehension. *International Journal of Educational Research*, 58, 61–68. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.12.002>

McLuhan, M. (1996). *Comprender los medios de comunicación: Las extensiones del ser humano*. Paidós, Barcelona.





Metscher, S., Tramantano, J. y Wong, K. (2021). Digital instructional practices to promote pedagogical content knowledge during COVID-19, *Journal of Education for Teaching*, 47:1, 121-124, DOI: [10.1080/02607476.2020.1842135](https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1842135)

Navarro, J.L., Tudge, J.R.H. (2022). Technologizing Bronfenbrenner: Neo-ecological Theory. *Current Psychology*. <https://doi.org/10.1007/s12144-022-02738-3>

Ocelli, M., García Romano, L., y Valeiras, N. (2022). Aprendizaje colaborativo de cuestiones sociocientíficas en ambientes virtuales: estudio de una experiencia de formación docente. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 22(70). <https://doi.org/10.6018/red.518511>

Ordóñez-Sierra, R., y Ferrón-Gómez, M. (2022). Comunidades de aprendizaje: Desarrollo de materiales didácticos a través de los grupos interactivos. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, (66), 5–36. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n66a2>

Ortiz, J. O. de S., Dorneles, A. M., y Ribeiro, L. O. M. (2022). Recursos Educacionais Abertos (REA) na educação em ciências: uma análise do plano de ensino à luz da taxonomia digital de Bloom: Open Educational Resources (OER) in science education: an teaching plan analysis referenced by Bloom digital taxonomy. *Brazilian Journal of Development*, 8(8), 58154–58166. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n8-213>.

Ossa, A. (2020). *Lectura en papel vs. lectura digital*. Dossier CERLAC-Ecosistema del Libro <https://cerlalc.org/wp-content/uploads/2020/04/Dossier-Cerlalc-1.pdf>

Pardo Kuklinski P. y Cobo, C. (2020). *Expandir la universidad más allá de la enseñanza remota de emergencia. Ideas hacia un modelo híbrido post-pandemia*. Outliers School. Barcelona. <http://outliersschool.net/project/universidadpostpandemia/>

Pariser, E. (2017). *El filtro burbuja: cómo la web decide lo que leemos y lo que pensamos*. Barcelona Taurus.

Pauwels, L. (2020). On the nature and role of visual representation in knowledge production and science communication. En A. Leßmöllmann, M. Dascal, T. Gloning, *Science Communication* (210-235). Berlín, Gruyter Mouton.

Paz-Saavedra, L.E., Gisbert Cervera, M., y Usart-Rodríguez, M. (2022). Competencia digital docente, actitud y uso de tecnologías digitales por parte de profesores universitarios. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 63, 93-130. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.91652>

Perdomo, B., González Martínez, O., y Barrutia Barreto, I. (2020). Competencias digitales en docentes universitarios: una revisión sistemática de la literatura. *EDMETIC*, 9(2), 92-115. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i2.12796>





Perkins, D. (1996). Person-plus: a distributed view of thinking and learning. In: Salomon, Gavriel (Editor). *Distributed Cognitions: Psychological and Educational Considerations (Learning in Doing: Social, Cognitive and Computational Perspectives)* Reprint Edition. Cambridge University Press.

Perkins, D. (1999). ¿Qué significa comprender? En: Stone Wiske, M. (comp.). *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. Barcelona: Paidós

Quirós, E. (2009). Recursos didácticos digitales: medios innovadores para el trabajo colaborativo en línea. *Educare*, 13(2), 47-62. <https://doi.org/10.15359/ree.13-2.4>

Rujas, J. y Feito, R. (2021). La educación en tiempos de pandemia: una situación excepcional y cambiante. *Revista de Sociología de la Educación*, 14(1), DOI: <http://dx.doi.org/10.7203/RASE.14.1.20273>

Scolari, C. (2013). *Narrativas transmedia: Cuando todos los medios cuentan*. Deusto, Barcelona.

Scolari, C. (2021). Adiós a la sociedad líquida. Bienvenida la sociedad gaseosa. Hipermediaciones. <https://hipermediaciones.com/2021/08/13/adios-sociedad-liquida-bienvenida-sociedad-gaseosa/>

Scolari, C.A. (2018). *Las Leyes de la Interfaz. Diseño, ecología, evolución, tecnología*. Barcelona: Gedisa.

Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. DOI: <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i3.11230>

Suárez-Guerrero, C., Rivera-Vargas, P., y Rebour, M. (2020). Preguntas educativas para la tecnología digital como respuesta. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (73), 7-22. <https://doi.org/10.21556/edutec.2020.73.1733>

Talanquer, V., Bucat, R., Tasker, R. y Mahaffy, P. G. (2020). Lessons from a Pandemic: educating for complexity, change, uncertainty, vulnerability, and resilience. *Journal of Chemical Education*, 97 (9).

Tishman, S., Perkins, D. y Jay, E. (1995). *The Thinking Classroom: Learning and Teaching in a Culture of Thinking*. Boston: Allyn y Bacon.

UNESCO (2017). La UNESCO Avanza. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible [https://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/247785sp\\_1\\_1\\_1.compressed.pdf](https://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/247785sp_1_1_1.compressed.pdf)

UNESCO (2018). Las competencias digitales son esenciales para el empleo y la inclusión social. <https://es.unesco.org/news/competencias-digitales-sonesenciales-empleo-y-inclusion-social>





Valdés-López, M., y Troche-Isalgué, N. (2022). Materiales didácticos multimedia para la educación no presencial. *Santiago*, (157), 72–85. Recuperado a partir de <https://santiago.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/view/5405>

