



## CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

### COMUNICACIÓN

# Reflexión sobre el trabajo experimental planteado como investigación con docentes de Ciencias Naturales

Zorrilla, Erica\*\*; Quiroga, Daniela\*; Morales, Laura\*; Mazzitelli, Claudia\*\* y Maturano, Carla\*

### Resumen

Consideramos que el proceso llevado a cabo en el aula por parte de los docentes de Ciencias Naturales se enriquece cuando se pone en juego el uso de diversos recursos. Presentamos una propuesta aplicada con docentes de Física, Química y Biología, que incorpora el uso del celular y actividades con textos a los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL). La metodología incluye el desarrollo de un taller con instancias de reflexión de los participantes. Los resultados ponen en evidencia la necesidad de realizar modificaciones en la forma en que se desarrollan asiduamente los TPL, actualizando las propuestas con base en los resultados de la investigación educativa en Ciencias Naturales.

**Palabras clave:** Trabajo Práctico de Laboratorio; reflexión sobre la práctica docente; TIC

---

Este comunicación científica surge del trabajo realizado en el marco de los proyectos «La enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química en la formación docente inicial y continua» y «Leer y escribir en las clases de Ciencias Naturales», financiados por la Universidad Nacional de San Juan. Recibido el 24/07/2019 y aceptado el 05/02/2020.

**DOI:** <https://doi.org/10.33255/3160/626>

**Autoría:** \*Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (IIECE). Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes - Universidad Nacional de San Juan. San Juan, Argentina. \*\* Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (IIECE). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

**Contacto:** [ericagabriela@gmail.com](mailto:ericagabriela@gmail.com)



## **Reflection on experimental work raised as teachers of natural sciences research**

### **Abstract**

We consider that the process carried out in the classroom by teachers of Natural Sciences is enriched when the use of diverse resources is at stake. We present a proposal applied with physics, chemistry and biology teachers, which incorporates the use of cell phone and activities with texts to the practical laboratory work (TPL). The methodology includes the development of a workshop with instances of reflection of the participants. The results show the need to make changes in the way in which the TPL are developed assiduously, updating the proposals based on the results of the educational research in Natural Sciences.

**Keywords:** Practical laboratory work; ICT; reflection on teaching practice

## **Reflexão sobre o trabalho experimental proposto como pesquisa com professores de Ciências Naturais**

### **Resumo**

Acreditamos que o processo realizado em sala de aula pelos professores de Ciências Naturais é enriquecido quando o uso de vários recursos é colocado em jogo. Apresentamos uma proposta aplicada com professores de Física, Química e Biologia, que incorpora o uso de telefones celulares e atividades com textos aos Trabalhos Práticos de Laboratório (TPL). A metodologia inclui o desenvolvimento de uma oficina com instâncias de reflexão por parte dos participantes. Os resultados evidenciam a necessidade de fazer modificações na maneira como os TPL são desenvolvidos assiduamente, atualizando as propostas com base nos resultados da pesquisa educacional em Ciências Naturais.

**Palavras-chave:** Trabalho Prático de Laboratório; TIC; reflexão sobre a prática docente

## 1. Introducción

Los avances científicos y tecnológicos del mundo actual requieren que la enseñanza de las Ciencias Naturales se ocupe de que los estudiantes no sólo adquieran conocimientos disciplinares, sino que también sean capaces de comprender cómo se han obtenido, experimentarlos y aplicarlos según su contexto de vida (Chamizo y Pérez, 2017). Así, los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) se convierten en una herramienta fundamental para el aprendizaje de las Ciencias Naturales puesto que contribuirían a que los estudiantes desarrollen una mejor comprensión sobre la construcción del conocimiento científico, pero su implementación en las aulas revela obstáculos relacionados con la planeación por parte de los docentes y con problemas en las funciones y objetivos que los mismos deberían tener en su implementación (Valencia y Torres, 2017).

Franco, Velazco y Riveros (2016) han revisado numerosas investigaciones para caracterizar la línea de investigación de los TPL en los últimos años. En el marco de las tendencias identificadas por estos autores en investigaciones publicadas en revistas especializadas, la propuesta que presentamos se relaciona con los TPL como aproximación a la investigación. Este enfoque se basa en la identificación y planteamiento de problemas de acuerdo con las disciplinas o conceptos involucrados para acercar la experiencia de los estudiantes al trabajo de una comunidad científica, lo cual implica:

la formulación de preguntas, el fomento de la indagación, así como la construcción de diseños experimentales por parte de los estudiantes, haciendo uso de informaciones, conceptos y modelos científicos para la construcción de nuevos conocimientos derivados de las experiencias (Franco, Velazco y Riveros, 2016: 53).

Si se pretende que este enfoque se generalice, hay que tener en cuenta que, para los docentes de Ciencias Naturales, esta forma de trabajo representa un desafío que requiere de estrategias que les permitan guiar al alumnado en el desarrollo de las tareas involucradas (Crujeiras Pérez y Jiménez Aleixandre, 2015).

En este artículo presentamos una propuesta de TPL que hemos diseñado e implementado con docentes de Ciencias Naturales, que incluye la utilización de recursos materiales (material de laboratorio y textos) y virtuales (aplicaciones para celulares, Internet), como parte de un proceso que permitiría acercarse a los TPL como aproximación a la investigación. La metodología desarrollada incluye un proceso de reflexión por parte de los docentes participantes que pone en evidencia la necesidad de realizar modificaciones en

la forma en que se desarrollan los TPL en nuestro contexto educativo y de actualizar las propuestas con base en los resultados de la investigación educativa en Ciencias Naturales.

## II. Marco teórico

Los TPL son un tema ampliamente investigado en la enseñanza de las Ciencias Naturales ya que constituyen un recurso didáctico de relevancia (Gil Pérez y Payá, 1988; Tenreiro y Marques, 2006), no obstante, son pocas las referencias que definen qué es concretamente un TPL. Algunos autores brindan una aproximación al concepto, a través de los objetivos que están involucrados en estos. Según Barberá y Valdés (1996), los TPL deberían proporcionar experiencia directa sobre fenómenos, permitiendo contrastar la abstracción científica con la realidad que se pretende describir, además de desarrollar el razonamiento y competencias técnicas. Para alcanzar estos objetivos, Séré (2002) destaca que el conocimiento conceptual debe estar necesariamente presente durante todo el TPL, y no debe perderse de vista el logro de objetivos epistemológicos para el desarrollo de una visión adecuada de la ciencia. Por otra parte, Del Carmen (2011) y Fernández (2013) señalan que los TPL implican necesariamente diferentes procedimientos científicos y para ello requieren el uso de material específico.

En términos didácticos, puede decirse que los TPL brindan a los estudiantes la posibilidad de aprender a partir de sus propias experiencias, convirtiéndose en un importante recurso para el aprendizaje de distintos tipos de contenidos (Merino y Herrero, 2007). Las actividades que incluyan deben estar diseñadas para ser realizadas por los alumnos, con un grado variable de participación en su diseño y ejecución (Del Carmen, 2011). En este punto, cabe destacar que si bien en los TPL los objetivos conceptuales, procedimentales y epistemológicos suelen aparecer muy unidos y dependientes los unos de los otros (Séré, 2002), hay determinados procedimientos que son propios de las prácticas experimentales.

Según las características que presente el TPL, será el tipo de aprendizaje que se vea favorecido. De esta manera, si el protocolo es muy pautado, tipo «receta» o con un bajo nivel de apertura (Herron, 1971; Priestley, 1997; Zorrilla, 2019), donde la participación principal corresponde al docente, se promueven en los estudiantes demandas cognitivas bajas. En otro extremo, los protocolos con menor cantidad de pautas o mayor nivel de apertura, y donde la realización esté centrada en los estudiantes, pueden promover procesos cognitivos de mayor orden (Jiménez, Llobera y Llitjós, 2006; Zorrilla, 2019), facilitando

así la comprensión de los fenómenos naturales más allá de la simple observación, demostración y manipulación de materiales de laboratorio. Este tipo de TPL implica contextualizar situaciones, considerar la creatividad de los estudiantes, analizar y cuestionar los procesos realizados, reflexionar sobre los resultados obtenidos, entre otras características (Rivarosa y Astudillo, 2013). Los TPL como aproximación a la investigación, permiten que los estudiantes formulen preguntas e hipótesis, pongan a prueba sus explicaciones, consideren explicaciones alternativas y comuniquen resultados (Tenreiro y Marques, 2006). De esta manera, el trabajo en el laboratorio deja de ser solamente un trabajo «experimental», integrando, a la vez, otros aspectos de la actividad científica igualmente esenciales (Carrascosa y otros, 2006).

A menudo, el trabajo de laboratorio no es suficiente para que los alumnos aprendan a pensar científicamente, dado que las observaciones y los experimentos no conducen necesariamente a construir interpretaciones. Se hace necesario entonces complementar estas actividades con otras que promuevan una profundización con información científica que permita interpretar los fenómenos observados. Se trata de comprender la información nueva para integrarla a lo que ya sabían o conocían y para poder encontrar una explicación a las transformaciones que suceden (Furman, 2008).

Esto significa que no basta con que los TPL logren un incremento en el interés, una mayor implicación y emoción de los alumnos, y mejoras en su capacidad de transformación de la realidad sino que es necesario que el trabajo experimental se transforme en una actividad en la cual, a partir de este interés y estímulo, los estudiantes reflexionen y se apropien de estrategias y conceptos que les permitan construir un modelo coherente y sólido que les ayude a comprender el mundo (Domènech Casal, 2013). Para promover que los estudiantes razonen científicamente a partir de la actividad experimental y puedan conectar su explicación con los modelos y conocimientos científicos, podría incluirse el trabajo con textos escolares. El objetivo de su inclusión se relacionaría con la necesidad de acercarlos a la base teórica conceptual que aporta al enriquecimiento de los conceptos trabajados y favorece la comprensión de las actividades propuestas en el TPL (Rodríguez Soto y Hernández Barboza, 2015). Según estos autores, los docentes de ciencias deberían considerar un equilibrio entre lo teórico y lo práctico, siendo complemento uno del otro para el buen diseño, aplicación y valoración de los TPL. La lectura de textos escolares que podría contribuir a estrechar lazos entre la teoría y la práctica debería darse en el marco de una mediación del docente, sin suponer que la comprensión de un texto por parte del estudiante se dará sin su intervención, sino que parte de la propuesta de actividades acordes al texto que tiendan al

análisis de los recursos lingüísticos utilizados en diferentes niveles (palabras, ideas, relaciones entre ideas) para favorecer la comprensión y el aprendizaje de los contenidos disciplinares (Maturano y otros, 2016).

Otra de las formas de superar la representación tradicional de las prácticas de laboratorio y enriquecer la experimentación es implementar el uso de diferentes recursos tecnológicos, ya que brindan nuevas posibilidades tanto para el desarrollo de los TPL como para la formación de competencias tecnológicas. Consideramos que el uso de las TIC en los procesos de enseñanza y de aprendizaje proporciona alternativas para generar encuentros desde diferentes lugares. Para un aprendizaje en todo momento y lugar, surge como posibilidad una metodología pedagógica que utiliza los dispositivos móviles, denominada m-Learning. Esta metodología pedagógica promueve: un aprendizaje permanente, el trabajo en equipo, un aprendizaje colaborativo, entre otros aspectos (Velázquez, 2012). Entre los dispositivos móviles que se utilizan encontramos la tablet, la computadora portátil y el teléfono celular. Estos dispositivos –a través de sus diferentes servicios y aplicaciones– pueden, por una parte, facilitar el desarrollo de diferentes competencias y habilidades en los estudiantes y, por otra, podrían contribuir con el logro de ambientes flexibles de trabajo.

El uso del celular como dispositivo para trabajar sobre el seguimiento y evaluación de una materia es una modalidad de trabajo que está aún en estado exploratorio, por lo que deben establecerse los criterios para su uso a fin de determinar qué contenidos y habilidades son factibles de ser evaluadas a través de esta. Sin embargo, su uso presupone una reestructuración en la interacción didáctica (Tuñez, 2017). Según este autor, el caso de la aplicación de mensajería instantánea para teléfonos Smartphone, WhatsApp, permitiría en el aula crear grupos y enviarse mutuamente, imágenes, vídeos y grabaciones de audio. Dicha aplicación, que se ha convertido en el sistema principal de comunicación instantánea entre los jóvenes, es una de las más usadas y hay que inscribirla en el contexto de «progreso» frente a otras formas de comunicación. Asimismo, es de destacar que es una herramienta de comunicación por excelencia para intercambiar información (Rubio Romero y Perlado Lamo de Espinosa, 2015).

Otro posible uso del celular es la creación y reproducción de videos. Para García Valcárcel (2016), el vídeo digital está revitalizando el uso de la comunicación audiovisual desde una perspectiva educativa, a la vez que amplía las funciones tradicionales del video en la enseñanza permitiendo una mayor interactividad. Las posibilidades didácticas con las que se puede utilizar un video, consideradas por algunos autores (Román y Llorente, 2007; Solano y

otros, 2015), son las siguientes: (a) como instrumento para aprender sobre la comunicación audiovisual, (b) como medio de expresión, (c) como instrumento para la investigación, (d) como medio de evaluación, (e) como medio de información y (f) como instrumento para el desarrollo profesional del docente.

En este trabajo presentamos una propuesta de TPL como aproximación a la investigación, llevada a cabo con docentes de Ciencias Naturales, para favorecer la reflexión acerca del trabajo experimental y de la integración de recursos materiales y virtuales.

### **III. Desarrollo de la propuesta**

Teniendo en cuenta lo expuesto, elaboramos e implementamos un TPL basado en la descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno. La selección del tema se fundamenta en la posibilidad de desarrollar una experiencia de bajo costo y de fácil reproducción en el laboratorio, por lo que no precisa de un laboratorio escolar ampliamente equipado. La propuesta incluye, además de la realización de experimentos, tareas que involucran el uso de soportes tecnológicos –mediante el uso del teléfono celular para compartir videos e información a través de la aplicación WhatsApp– y el trabajo con un texto disponible en la web que aborda contenidos referidos al proceso químico involucrado. Participaron de esta experiencia 15 docentes de Física, Química y Biología que se desempeñan en el nivel secundario, en la provincia de San Juan (Argentina), en el marco de un taller de perfeccionamiento.

Al iniciar el taller se conformó un grupo de WhatsApp con los coordinadores y participantes, en el cual se compartieron todas las actividades que se realizaron durante el taller. El mismo se organizó en tres instancias, cada una de las cuales incluyó momentos orientados a la reflexión de los docentes sobre su propia práctica en el aula (ver Tabla 1).

**Tabla 1. Instancias del TPL**

Instancias	Objetivos	Actividades	Recursos/materiales
Primera	*Analizar el fenómeno presentado en un video y discutir posibilidades para trabajarlo con los estudiantes.	*Observación del video compartido en el grupo de WhatsApp sin sonido. *Análisis sobre la posibilidad de trabajar la experiencia presentada en el video en un TPL. * Puesta en común para reflexionar sobre el alcance y dificultades del trabajo realizado en esta instancia.	*Uso de WhatsApp *Video <sup>1</sup>
Segunda	*Diseñar un protocolo de trabajo experimental a fin de obtener una reacción similar a la del video, utilizando material provisto en el taller y recursos multimediales.	*Diseño de un procedimiento tendiente a obtener los resultados que se observaron en el video. *Ejecución de la experiencia y su registro en un video. *Comunicación del diseño y del video en el grupo de WhatsApp. *Reflexión sobre las implicaciones de esta experiencia en el aula y en la vida cotidiana.	*Levadura *Agua tibia *Agua oxigenada de diferentes concentraciones (10, 30 y 50 volúmenes) *Tubo de ensayo *Detergente *Colorante de cocina *Cuchara *Celular para grabar video *Uso de WhatsApp.
Tercera	*Proponer la incorporación del trabajo con textos en los TPL a fin de favorecer el aprendizaje integrado entre teoría y práctica.	*Lectura de un texto de contenido disciplinar guiada por uno de los coordinadores del taller. *Análisis de una serie de actividades propuestas para alumnos, elaboradas con el objetivo de favorecer la comprensión del material escrito y de establecer relaciones con el experimento.	*Texto de acceso libre y disponible en el sitio web de Educar <sup>2</sup> . *Guía de actividades impresa.

**Fuente:** elaboración propia.

A continuación, describimos algunos detalles referidos a la implementación de cada una de estas tres instancias.

En la primera instancia de reflexión los docentes se dividieron en grupos según afinidad, resultando dos grupos de docentes expertos (en adelante Grupo 1 y Grupo 4) y dos grupos de docentes noveles (en adelante Grupo 2 y



Grupo 3). El video compartido en el grupo de WhatsApp forma parte de la serie de televisión *The Big Bang Theory*, y muestra un experimento –similar al que realizarían posteriormente–, en el que uno de sus protagonistas utiliza una reacción química para bromear con un compañero de trabajo. Por último, los docentes reflexionaron sobre las limitaciones y alcances del uso de recursos tecnológicos en el aula.

En la segunda instancia de reflexión los docentes replicaron la experiencia presentada en el video. Cada grupo contó con un kit de materiales, entre los cuales solo variaba la concentración del agua oxigenada. Estos kits fueron repartidos de manera aleatoria entre los grupos. De esta forma, los docentes diseñaron sus protocolos decidiendo acerca de las cantidades de reactivos a utilizar y procedimiento a seguir. Al finalizar esta etapa, se realizó una puesta en común en la que se anotaron en el pizarrón los materiales y reactivos consensuados al interior de cada grupo, según se muestra en la Figura 1.

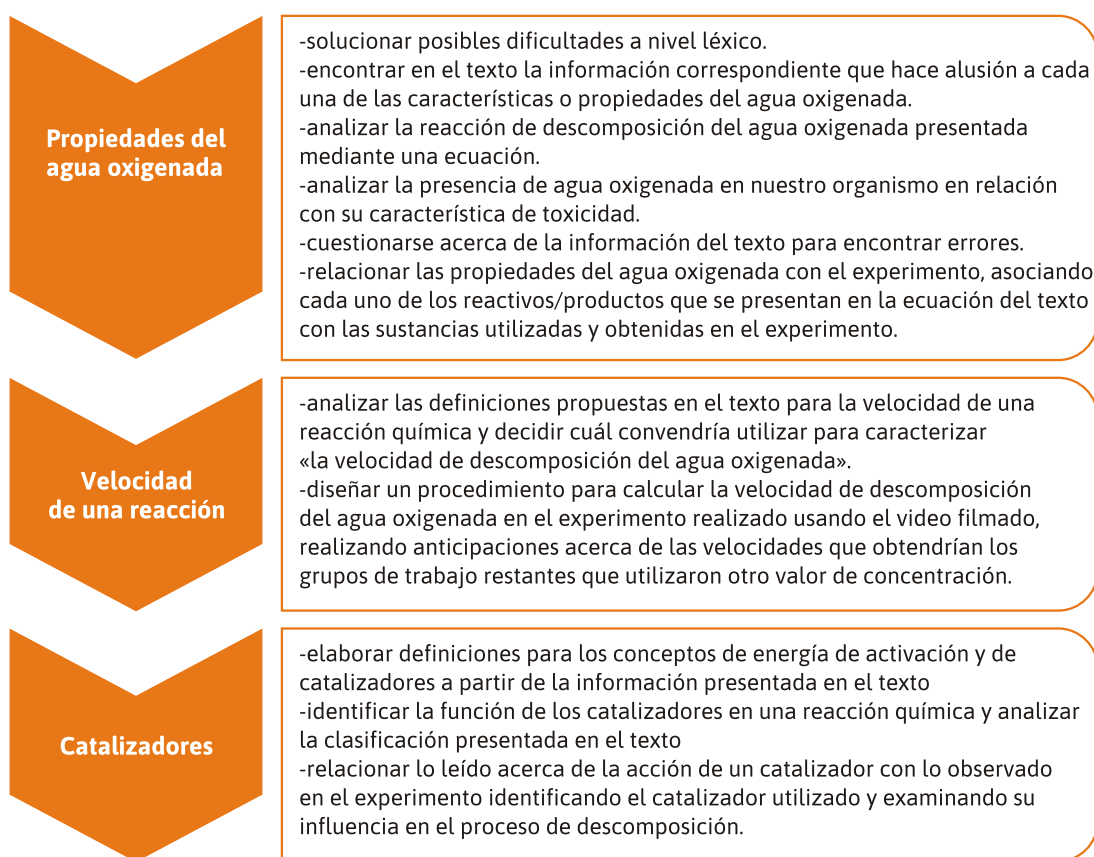
Grupo 1 Levadura 1 sobre Agua tibia $\frac{1}{2}$ vaso Detergente $\frac{1}{2}$ tapita } Vaso  Agua oxigenada 2 tapitas (30 vol) Colorante 10 gotitas } Tubo	Grupo 3 Levadura $\frac{1}{2}$ sobre Agua tibia $\frac{1}{2}$ vaso } Vaso  Agua oxigenada $\frac{1}{4}$ tubo (50 vol) Detergente 1 $\frac{1}{2}$ tapita Colorante 3 gotas } Tubo
Grupo 2 Levadura 1 sobre Agua tibia $\frac{1}{3}$ vaso } Vaso  Agua oxigenada $\frac{1}{4}$ tubo (10 vol) Detergente $\frac{1}{2}$ tapita Colorante 10 gotas } Tubo	Grupo 4 Detergente 1 tapita Colorante 3 gotas Levadura 1 sobre Agua tibia $\frac{1}{3}$ vaso } Vaso  Agua oxigenada $\frac{1}{4}$ tubo (10 vol) } Tubo

**Figura 1. Materiales usados por cada grupo de docentes (transcripción del registro realizado durante el taller)**

En la actividad experimental a realizar al mezclar peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) con un fermento realizado con levadura (que actúa como catalizador), se acelera la descomposición del peróxido, produciéndose una espuma que se puede visualizar mejor al agregar detergente y colorante. Las actividades realizadas en esta instancia incluyeron una puesta en común donde cada grupo presentó su diseño experimental, indicando las decisiones tomadas y analizando el resultado de la reacción. Se compararon los resultados obte-

nidos por los diferentes grupos, con el objetivo de determinar las variables intervinientes y la relación entre ellas. Por último, los docentes reflexionaron sobre las posibilidades de que ocurra esta reacción química en la vida cotidiana, las precauciones a tener en cuenta a la hora de manipular los reactivos y la necesidad de realizar cambios en el protocolo del TPL que elaboraron, de acuerdo a las características de los estudiantes y de la institución en donde trabajan.

En la tercera instancia de reflexión los docentes trabajaron con tareas de lectura, organizadas en una serie de actividades propuestas, elaboradas con el objetivo de favorecer la comprensión del material escrito y de guiarlos para que establezcan relaciones con el experimento, como mencionamos anteriormente. Agrupamos las actividades teniendo en cuenta las tres secciones del texto, «Propiedades del agua oxigenada», «Velocidad de una reacción» y «Catalizadores», como se observa en la Figura 2.



**Figura 2. Secciones del texto trabajado en el TPL y objetivos de las actividades propuestas**

Una vez concluido el trabajo con el texto, estas actividades se analizaron de manera conjunta con los docentes a fin de reflexionar si contribuyen al logro de los objetivos propuestos y si ayudan a alcanzar el objetivo general de favorecer el aprendizaje integrado entre teoría y práctica.

#### **IV. Análisis de resultados**

A continuación presentamos los resultados diferenciados para cada una de las tres instancias de reflexión.

##### **Primera instancia:**

Teniendo en cuenta la propuesta metodológica para esta instancia, notamos que los docentes no presentaron dificultades durante el uso de los teléfonos celulares para realizar las actividades planteadas, principalmente en cuanto a la utilización de la mensajería de WhatsApp. El único inconveniente fue la demora en la creación del grupo de WhatsApp, debido a que primero una de las coordinadoras del taller debía agendar el contacto de cada participante y luego conformar el grupo. Este inconveniente no pudo salvarse para este curso de perfeccionamiento por el tipo de convocatoria abierta y sin exigencia de inscripción previa que se realizó. Considerando cómo superar esta dificultad para el trabajo en el aula, los participantes propusieron que la opción sería crear el grupo antes del trabajo en el laboratorio, agregar previamente a los integrantes del grupo solicitando sus datos por correo electrónico o registrando cada número de celular en clases previas.

Los docentes participantes plantearon por una parte, la ventaja del manejo fluido de la aplicación por parte de los estudiantes y, por otra parte, señalaron algunas limitaciones posibles en la implementación por aspectos relacionados con:

- dificultades en el acceso a internet en algunas escuelas,
- dificultades, por parte de algunos docentes, en el manejo de ciertas herramientas como la filmación de videos.
- exposición de los números de celular, especialmente el del docente.

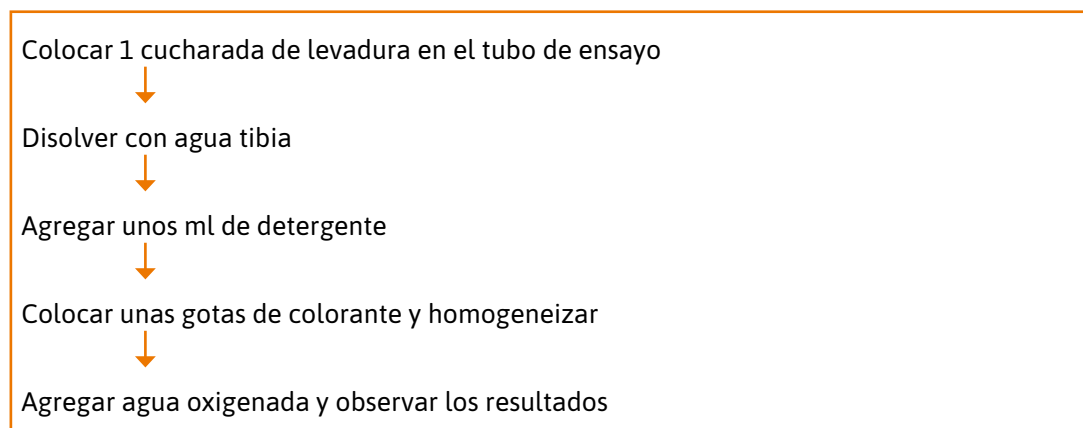
Para esto se plantea como alternativa de solución que hubiera un celular para el laboratorio (como parte del equipamiento), que podría administrar el personal de laboratorio (auxiliar de clases prácticas, por ejemplo) y que serviría, además, como un registro de actividades del laboratorio y del curso.

Frente a lo anteriormente expuesto se concluyó que sería interesante poder resolver los problemas tecnológicos en vez de optar por dejar de incorporar estos recursos en las prácticas docentes.

En lo que se refiere a la observación del video de la serie Big Bang Theory, no registramos inconvenientes y la actividad permitió lograr el objetivo de iniciar la discusión acerca del fenómeno químico de descomposición del peróxido de hidrógeno y favorecer el planteo de preguntas, de hipótesis y de formas posibles para reproducir dicha reacción en el laboratorio escolar.

### **Segunda instancia:**

Con respecto al diseño experimental que debieron proponer en base a sus hipótesis, los docentes plantearon diferentes secuencias acerca de cómo, en qué orden y para qué podían utilizar los materiales suministrados. A continuación, organizaron de manera secuenciada los pasos que deberían seguir para la reproducción del fenómeno. En este punto, algunos grupos lo hicieron de manera pautada, incluso explicitando cantidades como el Grupo 1, mientras que otros propusieron una guía de trabajo más general como el Grupo 4. Ambos protocolos se muestran en las figuras 3 y 4 respectivamente.



**Figura 3. Ejemplo de secuencia de pasos confeccionada por los docentes del grupo 1 (transcripción del registro realizado durante el taller)**

PROCEDIMIENTO

\*De acuerdo al experimento respetar las normas de seguridad.

\*Manipular de forma correcta los materiales.

\*Mezclar detergente, agua tibia, colorante en vasito de telgopor en las siguientes proporciones:

-1 tapita de detergente

-3 gotas de colorante

-1 cucharadita de levadura

- $\frac{1}{3}$  de agua tibia

\*Colocar agua oxigenada en el tubo de ensayo,  $\frac{1}{4}$  del tamaño del tubo.

\*Verter el agua oxigenada en el vaso.

**Figura 4. Ejemplo de secuencia de pasos confeccionada por los docentes del grupo 4 (transcripción del registro realizado durante el taller)**

El video realizado por los docentes, usando su celular, tuvo la intencionalidad didáctica que buscaba. Es decir, lograron registrar el procedimiento de manipulación de los elementos del laboratorio para captar el momento en el que se produce la reacción. Cabe destacar que para la realización del video no se otorgaron pautas, no había un guion a seguir, no se especificó el tiempo de grabación, qué posición debería tener la cámara o el desenvolvimiento de los docentes en esa instancia. Al analizar los videos pudimos observar que los docentes habían asumido roles, por ejemplo: cada grupo de trabajo tenía un docente que filmaba, un docente que manipulaba los elementos y los demás, si bien, no estaban frente a la cámara, hacían aportes durante la filmación del mismo, por ejemplo, dando orientaciones a sus colegas.

Respecto al desempeño de los docentes, registramos que todos participaron en la realización de la práctica, inclusive el docente que filmaba. Los inconvenientes detectados en esta actividad se relacionan con:

- en algunos casos se superponen las voces de los docentes,
- la filmación parece poco estable,
- no se escucha claramente el sonido,
- hay mucho ruido del ambiente –esto se debe al trabajo de varios grupos en simultáneo y, por lo tanto, varios videos que se estaban produciendo al mismo tiempo–.

A partir del análisis de los videos generados por los diferentes grupos de docentes, destacamos las características del trabajo realizado en esta instan-

cia por cada grupo en relación con el diseño propuesto, según se explicita en la Tabla 2:

**Tabla 2. Análisis de las actividades realizadas por cada grupo**

Grupo	Análisis
1	Los docentes procuraron seguir el diseño que plantearon inicialmente (Imagen 2), pero reconsideraron sobre la marcha las cantidades de levadura y agua oxigenada. Además, se cuestionaron sobre qué función cumple el detergente en la reacción. El diseño experimental no presentó las cantidades de reactivos que utilizarían.
2	Los docentes no siguieron el orden que plantearon en el diseño. Además, modificaron también las cantidades especificadas de agua oxigenada. Como su reacción no dio los resultados que ellos esperaban, decidieron modificar las cantidades de los reactivos usados y, al no obtener mayores cambios, se cuestionaron si sus resultados estarían relacionados con el orden de agregado de los reactivos. El diseño experimental propuesto presentó las cantidades de reactivos a utilizar, pero en la realización no aclararon la corrección en las cantidades empleadas.
3	Los docentes no siguieron el orden que plantearon en el diseño. Se observa que hicieron cambios sobre la marcha en la cantidad de detergente y colorante y al obtener la reacción se plantearon si sería necesario continuar modificando las cantidades. El diseño experimental no presentó las cantidades de reactivos a utilizar, excepto de levadura (indicaron 5g). El resto de los reactivos fueron medidos en el transcurso del experimento y descritos en la puesta en común.
4	La realización de la experiencia coincide totalmente con el esquema de diseño presentado (Imagen 3). El diseño experimental incluyó las cantidades de todos los materiales utilizados.

**Fuente:** elaboración propia.

Como parte del proceso de reflexión, a partir de las consignas planteadas pudo observarse que los docentes, al interior de cada grupo, debatieron acerca de:

- la producción de un video con fines didácticos,
- las distintas características que darían mayor o menor apertura al TPL que estaban realizando.

En relación con la producción del video mientras realizaban la experiencia, los docentes acordaron que es necesaria una consigna más específica referida

a qué se pretende que filmen. Además, consideraron necesario advertir sobre la mejor ubicación de quien va a filmar para poder registrar correctamente el fenómeno. Partiendo de lo expresado por estos docentes, si se pretende que el video sea luego un recurso digital para ser utilizado en el aula, sería importante dar algunas pautas o pasos para desarrollarlo.

Por otra parte, en cuanto al TPL como parte del proceso de reflexión de los docentes, analizaron en qué casos podía resultar más conveniente pautar o no, principalmente, los materiales usados y el diseño experimental. Respecto de los materiales, los docentes manifestaron que para trabajar con estudiantes, sería bueno (teniendo en cuenta los objetivos propuestos), no fijar las cantidades y dejar que los estudiantes «prueben». Con respecto al diseño experimental, los docentes acordaron que es conveniente que sean los estudiantes quienes propongan un plan de trabajo. En este punto, destacaron ventajas de la metodología propuesta, característica de la aproximación a la investigación, en los siguientes aspectos:

- al realizar una puesta en común de los diseños, se favorecen algunas actitudes y procedimientos científicos, ya que los alumnos pueden discutir distintas hipótesis y pueden repensar el diseño inicial;
- es importante que quede claro el procedimiento que se va a realizar, porque de lo contrario se pueden encontrar con algunos inconvenientes. Sin embargo, esto debería partir de una reflexión conjunta para analizar y evaluar la pertinencia de las propuestas de los alumnos.

Cabe destacar que, además de mencionar los beneficios de esta propuesta de TPL, también expresaron algunos inconvenientes. Así, entre las opiniones de los docentes encontramos aspectos positivos y negativos en relación con la propuesta de TPL como aproximación a la investigación, las cuales figuran en la Tabla 3.

**Tabla 3. Beneficios e inconvenientes destacados por los docentes para la propuesta de TPL**

Beneficios	Inconvenientes
Mayor apertura del TPL.	Se reduce la seguridad del trabajo en el laboratorio si no se dan las pautas suficientes.
Favorece el desarrollo de procedimientos y actitudes relacionadas al trabajo científico.	No se pueden asegurar resultados.

**Fuente:** elaboración propia.

En base a lo anteriormente expuesto, los docentes consideraron posible la incorporación de TPL con mayor apertura y con la inclusión de recursos tecnológicos, siempre que existan algunas pautas de trabajo acordadas previamente con los estudiantes, de modo de aprovechar el tiempo y los recursos disponibles.

### **Tercera instancia:**

En esta etapa, los docentes participantes en el taller accedieron al texto seleccionado a través del Portal EducAr mediante el hipervínculo proporcionado y en formato papel. En primer lugar, realizaron un barrido visual del texto intentando detectar en forma rápida cómo está organizada la información. Se pusieron en común las anticipaciones de los docentes acerca del contenido, detectándose que se centraron en el análisis del título y subtítulos.

Posteriormente, se fueron proponiendo las actividades que figuran en la guía de lectura (ver Anexo 1) en forma oral, siendo una de las coordinadoras del taller la encargada de mediar la discusión acerca de las actividades allí planteadas. En ningún caso, la guía constituyó una secuencia rígida de tareas sino que el abordaje del texto se fue organizando en forma dinámica en función de las intervenciones de los participantes. Algunas reflexiones que surgen de la participación en este momento del taller fueron explicitadas por los docentes mismos y en otros casos se detectan a partir del análisis del registro. Las mismas son:

- Los docentes con menos formación disciplinar en el tema del texto, como los docentes de Biología, plantearon algunas dificultades para comprender los contenidos relacionados con Química. A su vez, los docentes de Química pudieron realizar menor cantidad de aportes cuando se dialogó acerca de los procesos biológicos que intervenían en el fermento con levadura.
- Los docentes no lograron fundamentar algunos aspectos del trabajo experimental en función de su conocimiento previo sobre el fenómeno en cuestión (por ejemplo, para explicar por qué aumenta la temperatura de la mezcla en términos del carácter exotérmico de la reacción involucrada).
- Los docentes fueron capaces de proporcionar varios ejemplos de aplicación de la reacción estudiada en la vida cotidiana (desinfectar heridas, decolorar el pelo, entre otras).
- Los docentes evaluaron en un primer acercamiento al texto que los estudiantes de nivel secundario no deberían tener dificultades de nivel léxico al aproximarse al mismo. Sin embargo, cuando se les propuso un análisis exhaustivo, coincidieron en afirmar que algunos términos requerían de ayuda



para su comprensión (por ejemplo, el significado de la palabra inocuo, que se utiliza en el texto para presentar la toxicidad del agua oxigenada).

- Los docentes debatieron acerca de la adecuación de algunas ideas expresadas en el texto (por ejemplo, la definición de catalizador) que para algunos resultó confusa.

En líneas generales, puede afirmarse que las actividades de lectura propuestas permitieron que los participantes reconsideraran las tareas realizadas a la luz de los contenidos que explican el fenómeno observado al mismo tiempo que reflexionaron sobre la necesidad de acompañar la lectura en las clases de Ciencias Naturales a fin de solucionar dificultades que puedan surgir a nivel tanto léxico como conceptual.

## **V. Conclusiones**

Los resultados obtenidos del diseño y aplicación de esta propuesta nos permiten corroborar, tal como se ha encontrado en investigaciones anteriormente citadas, que los TPL son vistos por los docentes disciplinares como una herramienta fundamental para el aprendizaje de las Ciencias Naturales, pero denotan algunas dificultades que tienen que ver con su planteo y con su implementación. La forma en que encaramos esta propuesta, organizada como una aproximación a la investigación, no parece ser una práctica asidua en nuestro contexto educativo, lo que se puso de manifiesto en los diseños experimentales pautados propuestos por los docentes durante el taller. Asimismo, el uso de recursos tecnológicos, incorporados al trabajo experimental a través del celular, funcionó como elemento novedoso en la práctica experimental haciendo surgir inquietudes y desempeños que evidencian escasa familiaridad con su utilización como recurso educativo. Las instancias de reflexión que se han propiciado en el taller les han permitido a los participantes tomar conciencia del desafío que implica repensar las actividades y los recursos que se proponen en los TPL y cuestionarse sobre las ventajas y dificultades asociadas en cada caso.

El TPL propuesto en el taller ha permitido a los participantes no solo superar las propuestas repetitivas de los TPL tradicionales, sino que les ha demandado su participación en la realización de los experimentos y la manipulación del material y los ha involucrado en tareas cercanas a la práctica científica en las que idearon diferentes modos de trabajo, pusieron a prueba sus supuestos, consideraron diferentes explicaciones, entre otras tareas que se llevaron a cabo durante la interacción grupal. Otro aspecto que propició la reflexión, y resultó también novedoso para los docentes, se relaciona con el modo en

que se acercaron a la información científica para interpretar los resultados experimentales. La mediación de la lectura contribuyó a profundizar muchos aspectos observados durante el experimento que pudieron ser interpretados a la luz de los aportes de la teoría.

Por otra parte, la utilización de recursos tecnológicos fue favorable, tanto en términos motivacionales como comunicacionales y colaborativos. Observamos que la mayoría de los participantes utilizó el recurso de WhatsApp sin inconvenientes de conectividad o al momento de adjuntar los diferentes recursos (imágenes y video) en el chat del grupo. Esta herramienta se convirtió en un recurso muy apto para comunicarse y para acceder a la información sin dificultades, lo cual atribuimos a que es un recurso muy utilizado en la vida diaria. Esto sugiere que sería posible lograr una adecuada aplicación de dicho recurso en el aula, con la guía y supervisión del docente para complementar y enriquecer las actividades desarrolladas allí. Con respecto al video, si bien detectamos algunas dificultades de orden técnico en su producción que podrían mejorarse con la práctica, su uso como instrumento para la investigación (mediante el registro de la actividad experimental), como medio para la evaluación (por parte del docente que supervisa el trabajo de los participantes en cada grupo) y como medio de información (para los grupos restantes durante las puestas en común), justifican su inclusión en los TPL.

En síntesis, la propuesta presentada en este artículo ha permitido desarrollar un proceso de reflexión por parte de un grupo de docentes de Ciencias Naturales de nivel secundario, que los llevó a cuestionarse muchas de las prácticas educativas que organizan y desarrollan en las aulas. Los cuestionamientos más relevantes se relacionan con cómo se puede integrar el uso de recursos materiales (como el instrumental de laboratorio y reactivos o los textos escolares) y de recursos virtuales (como las posibilidades que brindan los teléfonos celulares actuales para conectarse a la web, para filmar procesos, para ver y producir videos) a las prácticas experimentales, sin necesidad de contar con recursos específicos de laboratorio. El paso siguiente para lograr un mejoramiento de las prácticas escolares, consistiría en implementar estrategias de evaluación que le permitan al docente construir y retroalimentar permanentemente sus propuestas de trabajo experimental, para que los cambios que pueda lograr en el aula no sean prácticas aisladas, considerando que la continuidad es la que genera procesos reales de transformación (Cruz Ardila y Espinosa, 2012). Así, la reflexión sobre las propias prácticas se presenta como un camino posible para concretar cambios que, si bien son promisorios, requieren de procesos de formación y de acompañamiento de los docentes para adaptar la enseñanza a los requerimientos del mundo actual.

## Notas

1. <https://www.youtube.com/watch?v=Azcvtz-qVKJ6w> <<< VOLVER
2. [https://cdn.educ.ar/dinamico/Unidad-Html\\_get\\_b6757b41-4b51-11e1-82b3-ed15e3c494af/index.html](https://cdn.educ.ar/dinamico/Unidad-Html_get_b6757b41-4b51-11e1-82b3-ed15e3c494af/index.html) <<< VOLVER

## Referencias bibliográficas

- BARBERÁ, O., y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(3): 365-379.
- CARRASCOSA, J., Gil Pérez, D., Vilches Peña, 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.
- CHAMIZO, J. A., y Pérez, Y. (2017). Sobre la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 74(1): 23-40.
- CRUJEIRAS PÉREZ, B. C., y Jiménez Aleixandre, M. P. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 33(1): 63-84.
- CRUZ ARDILA, J. C., y Espinosa Arroyave, V. (2012). Reflexiones sobre la didáctica en física desde los laboratorios y el uso de las TIC. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 1(35): 105-127.
- DEL CARMEN, L. (2011). El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la biología y la geología. (91-108). En: Caamaño, A. (coord.). *Didáctica de la biología y la geología. Formación del profesorado. Educación secundaria*. Barcelona: Graó.
- DOMÈNECH CASAL, J. (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(3): 249-262.
- FERNÁNDEZ, N. E. (2013). Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por investigación en la enseñanza de la Biología. *Revista de Educación en Biología*, 16(2):15-30.
- FRANCO MORENO, R., Velasco Vásquez, M. A., y Riveros Toro, C. M. (2016). Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas (2012-2016). *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 33(68): 75-111.
- FURMAN, M. (2008). *Investigando se aprende. El desarrollo del pensamiento científico a través de indagaciones guiadas. Módulo 3. Diplomatura Superior en Enseñanza de las Ciencias*. FLACSO.
- GARCÍA VALCÁRCEL, A. (2016). Recursos digitales para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje. *Monografías del departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación*. Disponible en:

- <http://hdl.handle.net/10366/131421>. (6 de mayo de 2019).
- GIL PÉREZ, D. y Payá, J. (1988). Los trabajos prácticos de Física y Química y la metodología científica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 2 (2), 73-79.
- HERRON, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. *The School Review*, 79(2): 171-212.
- JIMÉNEZ, G., Llobera, R., y Llitjós, A. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(1): 59-70.
- MATURANO, C. I., Soliveres, M. A., Perinez, C. y Álvarez Fernández, I. (2016). Enseñar ciencias naturales es también ocuparse de la lectura y del uso de nuevas tecnologías. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 27: 103-117.
- MERINO, J. M., y Herrero F. (2007). Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3): 630-648.
- PRIESTLEY, W. (1997). *The impact of longer term intervention on reforming physical science teachers' approaches to laboratory instruction: seeking a more effective role for laboratory in science education*. Doctoral Thesis. Temple University, Pennsylvania- United States.
- RIVAROSA, A., y Astudillo, C. (2013). Las prácticas científicas y la cultura: una reflexión necesaria para un educador de ciencias. *Revista CTS*, 8(23): 45-66.
- RODRÍGUEZ SOTO, W. A., y Hernández Barbosa, R. (2015). Trabajos Prácticos: una reflexión desde sus potencialidades. *Góndola: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 10(2): 15-34.
- ROMÁN, P., y Llorente, M (2007). El diseño de vídeos educativos: el vídeo digital. (61-94). En: Cabrero, J. y Romero, R. (coordinadores). *Diseño y Producción de TIC para la formación*. Barcelona: UOC.
- RUBIO ROMERO, J., y Perlado Lamo de Espinosa, M. (2015). El fenómeno WhatsApp en el contexto de la comunicación personal: una aproximación a través de los jóvenes universitarios. *Revista ICONO14. Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*, 13(2): 73-94.
- SÉRÉ, M. G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3): 357-368.
- SOLANO, I. M., Sánchez, M., y Recio, S. (2015). El vídeo en Educación infantil: Una experiencia colaborativa entre Infantil y Universidad para la alfabetización digital. *Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, 4(2): 181-201.
- TENREIRO, C. y Marques, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3(3): 452- 466.
- TUÑEZ, M. (2017). El WhatsApp como aplicación para el seguimiento del proceso de aprendizaje y la evaluación en la materia Lectura Pianística. IV Jornadas de TIC e innovación en el Aula. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10915/64425>. (6 de mayo de 2019).
- VALENCIA, K., y Torres, T. (2017). Impacto formativo de las prácticas de laboratorio en la formación de profesores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra): 3033-3038.

- VELÁZQUEZ, C. (2012). *Estrategias pedagógicas con TIC. Recursos didácticos para entornos 1 a 1. Aprender para educar*. Buenos Aires: Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico.
- ZORRILLA, E. (2019). *Las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales desde una perspectiva psicosocial*. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza-Argentina.

## Anexos\*

### Propiedades del agua oxigenada

1. Lee el primer apartado
2. ¿Qué sustancia se define en la primera oración del texto? ¿Cuáles son las tres principales características que presenta el texto para esta sustancia?
3. Identifica la información de este apartado que explique por qué el agua oxigenada es inestable.
4. Analiza la reacción química presentada en la ecuación identificando reactivos y productos. Compara la fórmula del agua oxigenada con la presentada al comienzo del texto ¿Qué observan?

Asocia cada uno de los reactivos/productos con lo observado en la experiencia completando el siguiente cuadro:

	Sustancia química	Fórmula	Estado de agregación	Relación con el experimento
Reactivos				
Productos				

5. Relaciona la expresión «el agua oxigenada se descompone» con lo que hayas estudiado acerca de la clasificación de reacciones químicas. En base a esto, ¿qué esperas que ocurra con el agua oxigenada si se «descompone»? ¿se verifica esto en la ecuación presentada en el texto?
6. Identifica en el texto los efectos que produce el agua oxigenada en relación a su propiedad **oxidante**. Menciónalos.
7. Identifica en el texto la información referida a que el agua oxigenada es muy **tóxica** ¿Qué expresión usa el texto como antónimo de tóxico?  
Según el texto tenemos agua oxigenada en nuestro organismo, ¿cómo es posible esto y cómo nos defendemos de su toxicidad?

### Velocidad de una reacción

8. Analiza la definición presentada en el texto para velocidad de una reacción química. Anota los dos posibles modos de definirla. Cuando se aplica para caracterizar «la velocidad de descomposición del agua oxigenada», ¿cuál de modos presentados en la definición está

\* [https://cdn.educ.ar/dinamico/UnidadHtml\\_get\\_b6757b41-4b51-11e1-82b3-ed15e3c494af/index.html](https://cdn.educ.ar/dinamico/UnidadHtml_get_b6757b41-4b51-11e1-82b3-ed15e3c494af/index.html)

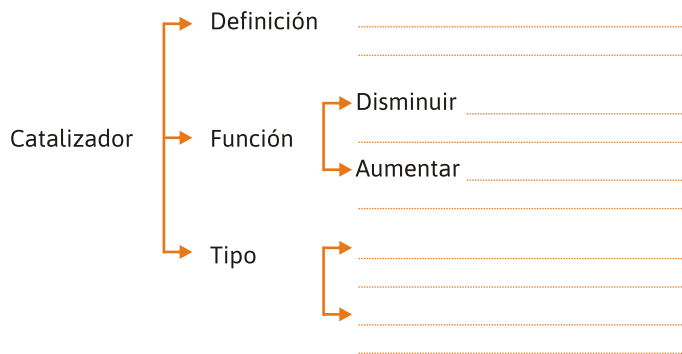
utilizando? (relaciona con la ecuación analizada anteriormente).

9. Diseña un procedimiento para calcular la velocidad de descomposición del agua oxigenada en el experimento realizado, usando el video que filmaste con tu celular. No necesariamente debes seguir el procedimiento indicado en el texto. ¿Obtendrías el mismo resultado que los otros grupos que usaron otra concentración para el agua oxigenada?

### Catalizadores

10. Lee este apartado y redacta una definición para el concepto «energía de activación».

11. ¿Qué son, según el texto, los catalizadores? ¿Cuál sería la función de los catalizadores en una reacción química? ¿Qué tipos de catalizadores presenta el texto? Escribe tus respuestas en el siguiente organizador gráfico



12. En el caso de la descomposición del agua oxigenada, identifica el catalizador utilizado ¿Cómo influye el catalizador en la reacción según el texto? ¿y según lo que observas en el experimento?

### Actividad final

¿Todos los materiales usados en la experiencia son indispensables para obtener la espuma que se observa en el video? Si suprimieran alguno/s de ellos, ¿qué consideran que ocurriría? ¿Cuáles son los materiales indispensables para obtener la espuma?