

Las experiencias imaginadas en prácticas educativas universitarias

The imagined experiences in university educative practices

Teresa Quintero¹ y María Gabriela Lorenzo²

¹Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta 36 km 601 Campus Universitario, CP 5800, Río Cuarto, Córdoba. Argentina.

²Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, CONICET. Junín 954, CP. C1113 AAD, Buenos Aires. Argentina.

*E-mail: tquintero@exa.unrc.edu.ar

Resumen

El propósito de este estudio fue detectar y analizar el uso de las experiencias imaginadas durante la enseñanza de temas complejos en clases universitarias. Se realizó un estudio de caso de tipo descriptivo con un enfoque cualitativo. Se analizaron las clases teóricas sobre termodinámica de un curso avanzado de física para documentar el uso de experiencias imaginadas. En las explicaciones fue posible detectar varias experiencias imaginadas las cuales fueron utilizadas para presentar, predecir y discutir varios aspectos de los fenómenos termodinámicos. El modelo del laboratorio extendido resulta apropiado para seguir investigando sobre este tipo particular de actividades experimentales sin laboratorio debido a que han demostrado su gran potencialidad para la enseñanza de la física.

Palabras clave: Enseñanza de la física; Representaciones; Experiencias Imaginadas; Enseñanza universitaria; Laboratorio extendido.

Abstract

The purpose of this study was to detect and analyze the use of imagined experiences during the teaching of complex subjects in university classes. A descriptive case study was carried out with a qualitative approach. All lectures about Thermodynamic of an advanced Physics course were analyzed to document the use of imagined experiences. In the explanations it was possible to detect various imagined experiences which were used to present, predict and discuss various aspects of thermodynamic phenomena. The extended laboratory model is appropriate for further research on this particular type of non-laboratory experimental activities because they have demonstrated its great potential for teaching physics.

Keywords: Physics teaching; Representations; Imagined experiences; University teaching; Extended laboratory.

I. INTRODUCCIÓN

Al referirse a disciplinas de corte científico, como la física, es inevitable pensar en el laboratorio experimental como actividad central e insustituible. Sin embargo, existen diferentes formas de llevar adelante el trabajo experimental con el fin de construir nuevo conocimiento tanto en la investigación científica como en la educación científica.

Situaciones como la pandemia del covid-19, puso en evidencia la necesidad de disponer de alternativas para llevar adelante una enseñanza remota de emergencia (García-Peñalvo, Abella-García y Grande, 2020). En este contexto, la actividad experimental fue una de las más afectada por lo que es necesario generar nuevos recursos que se adapten a una enseñanza mediada por tecnologías. Esto requiere ampliar la mirada tradicional sobre el concepto de prácticas experimentales incorporando el modelo de laboratorio extendido (MLE) (Idoyaga, Vargas-Badilla, Moya, Montero-Miranda y Garro-Mora, 2020). El MLE puede entenderse como el uso didáctico de diversos dispositivos y estrategias de manera sinérgica para llevar adelante actividades experimentales en entornos educativos digitales. Es decir, no es una

única aproximación, sino el establecimiento de un híbrido experimental, donde distintos recursos actúan potenciándose entre sí con el fin de promover el aprendizaje de procedimientos, actitudes y conceptos (Lorenzo, 2020). En este modelo se incluyen actividades experimentales simples (Reverdito y Lorenzo, 2007; Idoyaga y Maeyoshimoto, 2018), simulaciones, uso de teléfonos inteligentes o laboratorios móviles, laboratorios virtuales, laboratorios remotos. Consecuentemente resulta un modelo apropiado para el estudio de las experiencias imaginadas.

Las *experiencias imaginadas* se refieren a los recursos discursivos utilizados por los profesores de ciencias naturales para desarrollar una actividad práctica sin asistir a un laboratorio real con el fin de construir conocimiento (Sánchez, Quintero y Lorenzo, 2021). En la historia de la investigación en física y más recientemente, también en su enseñanza suelen encontrarse referencias a este tipo de actividades donde el trabajo experimental se realiza en el plano del pensamiento alejado de la mesada del laboratorio. A principios del siglo XX, el físico alemán, Ernst Mach, las utilizaba para la enseñanza de la física al solicitarle a sus estudiantes que imaginaran cierto experimento que luego realizarían en el laboratorio refiriéndose a ellas como «*Gedankenexperimente*». Desde entonces, han recibido diferentes nombres tales como experimento mental, ficciones, modelos, argumentos, bombas de intuición, ilustraciones (Stuart, 2020). Entre los ejemplos de experiencias imaginadas disponibles en el desarrollo histórico de la física figuran los siguientes: el demonio de Maxwell, el demonio de Laplace, el tren de Einstein, el gato de Schrödinger, el cubo de Isaac Newton, el microscopio de Heisenberg, los cuerpos que caen y los péndulos de Galileo, el plano inclinado de Stevin, la prueba de Turing y el dilema del prisionero, entre otros (Brown, 1991; Stuart, Fehige, y Brown, 2018).

En esta línea, se pone atención a la faceta creativa de la investigación científica ya que, junto con las analogías y las imágenes, las experiencias imaginadas conforman los tres recursos clave de los procesos de modelización propios del quehacer científico (Nersessian, 1992). Es decir que, en la investigación científica, el uso de las experiencias imaginadas para el análisis conceptual, la exploración, la selección e implementación de teorías forma parte de la naturaleza misma de la actividad. En esta línea, este tipo particular de llevar adelante experimentos hacen posible manipular variables, visualizar sus efectos, así como ilustrar situaciones complejas. Es importante resaltar que las experiencias imaginadas difieren de una mera fantasía ya que su objetivo es producir nuevos conocimientos, comprensión sobre algún proceso o fenómeno con el propósito de confirmar o no una hipótesis o teoría a partir de los conocimientos previos disponibles. Además, permiten planificar el trabajo experimental y anticipar resultados de la realización material de la experiencia. La actividad equivale a la ejecución física de una experiencia que ocurre enteramente en la mente (Sorensen, 2016).

Las experiencias imaginadas reúnen las siguientes características: a) Hacen un uso extensivo de imágenes mentales, lo que implica un alto nivel de compromiso cognitivo. b) Se localizan en escenarios conocidos o creados especialmente para la ocasión. Y c) Son físicamente autónomas, ya que no involucran ningún equipamiento de laboratorio real. Una dada experiencia imaginada contiene el modelo del fenómeno a la vez que puede ser, además, un modelo de la actividad experimental. Como modelos mentales residen en la mente del individuo y se convierten en un *modelo expresado* cuando son comunicados, toman dominio público a través del lenguaje oral o escrito como recurso del discurso. Para Gilbert y Reiner (2000), estas experiencias imaginadas expresadas se utilizan como medio para realizar investigaciones encauzadas a permitir avances en el área, y también como parte de la retórica de justificación (argumentación) de las investigaciones dentro de la comunidad científica de pertenencia. De este modo, las experiencias imaginadas expresadas, en cuanto han sido aceptadas por la comunidad científica actúan como modelos de consenso, en función del ajuste de su estructura a las normas de la investigación mientras aborden aspectos de interés que no hayan podido ser desarrollados experimentalmente aún.

Desde un punto de vista discursivo, las experiencias imaginadas se caracterizan por tener una estructura narrativa que comienza con la descripción del escenario imaginario utilizado. Luego, se plantea alguna acción concreta definiendo las variables, para visualizar algún fenómeno en particular. Finalmente, se describen los resultados y se proponen algunas conclusiones. Su principal valor se basa en la anticipación segura de las situaciones conocidas, como en las clases de ciencias, o absolutamente nuevas, como en el caso de la investigación científica, especialmente en aquellos casos donde la tecnología necesaria no se encuentra disponible para la mesa de laboratorio. En palabras de Gilbert y Reiner (2000): “...el comportamiento de un fenómeno se ilustró en lugar de predecir y probar, la teoría se asumió e incrustó en lugar de ser tentativa y emergente y el resultado se asumió en lugar de anticiparse” (pág.265).

Desde el punto de vista de la didáctica de las ciencias, existen experiencias imaginadas empleadas para la enseñanza. Es decir, que actúan como recursos que el profesor utiliza en sus clases partiendo de situaciones familiares o imaginables por los estudiantes, a partir de las cuales es posible desarrollar una comprensión de algún fenómeno aplicando un procedimiento experimental a través de una visualización mental. Considerando que es altamente recomendable que la educación científica esté estrechamente ligada, tanto como sea posible con la actividad de la ciencia misma, las experiencias imaginadas son un recurso medular de la enseñanza porque son parte de ella (Gilbert y Reiner, 2000). Como recurso de enseñanza, las experiencias imaginadas parten de supuestos, anticipaciones, hipótesis que tienen un resultado conocido, por lo menos para el docente. Entre sus limitaciones, es necesario mencionar que se requiere un importante bagaje de conocimientos previos para poder concretar la visualización requerida y que demandan un alto nivel de procesamiento cognitivo. Es decir que el uso de las experiencias imaginadas en la enseñanza de

las ciencias implica un desafío tanto para los profesores como para los estudiantes, por lo que suelen ser mayormente aprovechadas por profesores expertos, quienes suelen ser, además, investigadores científicos y hacen un uso productivo de las experiencias imaginadas en el aula (Velentzas y Halkia, 2013).

Al mismo tiempo, las experiencias imaginadas se pueden considerar recursos instrumentales utilizados para la modelización en las clases de ciencias, pues a través de la imaginación permiten poner a prueba diversos modelos sin recurrir al experimento real, posibilitan que los estudiantes comprendan situaciones que se refieren a un mundo más allá de su experiencia cotidiana, que puedan a través de la lógica y de sus conocimientos, desarrollar argumentos y conclusiones de acuerdo con los modelos y teorías involucrados, con la guía y acompañamiento del profesor (Köseme y Özdemir, 2014; Oliva, 2019; Velentzas y Halkia, 2013). Pueden servir como intermediarios de un experimento de laboratorio real, para retomar experiencias imaginadas históricas que posibiliten promover el aprendizaje sobre la construcción de la ciencia, acompañarlos e implicarlos en procesos de modelización, entre otras finalidades.

En relación con el uso en el aula de las experiencias imaginadas, estos pueden ser intermediarios de un experimento de laboratorio real, retomar experiencias imaginadas consensuadas históricamente para promover el aprendizaje sobre la construcción de la ciencia, además de acompañarlos e implicarlos en procesos de modelización, entre otras finalidades. También, las experiencias imaginadas pueden construir colaborativamente en el aula y presentarse como una actividad colectiva, como lo hacen Bancong y Song (2020) en su propuesta para la resolución de problemas en física. Tanto las experiencias imaginadas correctas como las erróneas, tienen un papel importante en el proceso conceptual para los científicos, así como también, son significativos en la formación de los estudiantes de ciencia y hacen posible trabajar el error en la clase (Reiner y Burko, 2003).

En definitiva, este particular tipo de experimentación hace posible visualizar, ilustrar situaciones complejas, tanto en la investigación como de la educación en ciencias (Brown, 1991; Sorensen, 2016). Son especialmente útiles en clases de ciencias ya que permiten poner a prueba los modelos, planificar experimentos mientras se construyen nuevos conocimientos. Sin embargo, son escasas las investigaciones que indaguen sobre el uso didáctico de este particular recurso ni su impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Consecuentemente, el objetivo de este trabajo es presentar los resultados de un estudio sobre el uso de las experiencias imaginadas en las explicaciones de un profesor universitario para el tema termodinámica. Complementariamente, se espera contribuir al repositorio de recursos didácticos para la enseñanza de procedimientos en clases de ciencias naturales.

II. MÉTODO

Con el fin de detectar y describir el uso de las experiencias imaginadas en las clases universitarias de física, se realizó un estudio de caso de tipo descriptivo con un enfoque cualitativo. Se grabó el audio de todas las clases presenciales correspondientes al tópico termodinámica (3 clases, aproximadamente 7 horas de duración) de un curso universitario de física de tercer año de las carreras de Licenciatura en Química y Profesorado en Física de la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Química y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina.

La asignatura se organizaba en clases teóricas de cuatro horas semanales a cargo del profesor titular de la asignatura, clases de prácticas y de laboratorio, cuatro horas semanales cada una y ambas a cargo de un profesor adjunto. La carga horaria total de la asignatura es de 12 horas semanales.

Las clases analizadas correspondían a las exposiciones teóricas, las cuales estaban a cargo de un profesor con más de treinta años de experiencia como docente y amplia trayectoria como investigador científico en el país y en el extranjero, quien participó de manera voluntaria en el desarrollo de esta investigación. Se trataba de un científico apasionado por la física sin formación pedagógica didáctica sistemática más allá de su propia experiencia como docente.

El tópico estudiado, termodinámica, corresponde a un tema complejo que se imparte en un curso avanzado de física. Es decir que, a esas alturas de sus carreras, los estudiantes ya habían superado diversos cursos de asignaturas que incluían actividades prácticas de laboratorio.

Los audios recogidos se transcribieron de manera completa a formato electrónico y fueron enriquecidos con la información obtenida a través de la observación no participante. Se utilizaron los signos de puntuación convencionales, además dada su importancia, se consignaron las pausas o silencios, los murmullos y superposiciones entre dos o más turnos de habla y en negrita se destacaron las palabras o letras en las que el profesor hacía especial énfasis.

Los textos completos fueron analizados empleando estrategias de análisis del discurso, análisis de contenido (Bardin, 1986) y la teoría fundamentada (Glaser y Strauss, 1967) para recabar las categorías emergentes. El contenido del texto fue analizado de manera independiente por dos investigadores para detectar los episodios particulares que incluían experiencias imaginadas, para triangular la información. Se consideraron únicamente las expresiones en las que hubo acuerdo o aquellas en las que pudo establecerse un consenso.

A continuación, se presentan los resultados en relación con el uso de las experiencias imaginadas en las explicaciones del profesor.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo se analizaron las exposiciones de un profesor universitario durante sus clases teóricas de tipo magistral. Las explicaciones estuvieron organizadas como clases expositivas, con retención de la palabra por parte del docente y con limitada participación de los estudiantes. Como recursos adicionales, el profesor utilizaba la pizarra para representar conceptos, ecuaciones y material de laboratorio; y también, una guía o apunte elaborado especialmente por el profesor donde se desarrollaban los contenidos de termodinámica incluyendo la ejercitación correspondiente. Este material didáctico era utilizado por el docente para estructurar sus explicaciones, señalando ecuaciones, gráficas, ejercicios y técnicas de laboratorio mientras servía de base para la toma de apuntes por parte de los estudiantes.

Durante las explicaciones de los contenidos de termodinámica, el profesor utilizó en repetidas ocasiones, diferentes experiencias imaginadas, proponiéndole a sus estudiantes visualizar determinadas situaciones y apoyándose en la escritura de ciertas fórmulas o esquemas sobre la pizarra. A lo largo de sus clases el docente utilizó siete experiencias imaginadas, en las que describió equipos reales, supuso condiciones iniciales, hizo preguntas, planteó hipótesis y fue armando las experiencias a través de sus relatos.

Algunas de dichas experiencias imaginadas fueron propuestas con el fin de predecir comportamientos de fenómenos particulares, describir cambios físicos y, por último, resumir los principales conceptos en una ecuación termodinámica. A lo largo de las experiencias imaginadas detectadas, se plantearon descripciones de equipos reales, condiciones experimentales iniciales, cuestiones disciplinarias, hipótesis, diseños experimentales. A continuación, se presentan algunos ejemplos detectados en el discurso del profesor de termodinámica de esta particular estrategia.

En este primer ejemplo se muestra como el profesor hace uso de este recurso siguiendo las características de las experiencias imaginadas descritas anteriormente acompañado de un recurso visual como apoyo de la visualización. Comienza con la definición de las condiciones del sistema, el instrumento de descripción de la medición (figura 1). En el momento siguiente, realiza algunas modificaciones imaginarias (cambia los pesos de la balanza) y pregunta a sus alumnos acerca de lo que está ocurriendo en ese sistema con el fin de generar hipótesis y resultados posibles. Entonces, esta experiencia imaginada fue una estrategia clave para conectar las experiencias sensoriales ya vivenciadas de los estudiantes con su imaginación:

Ahora, imaginemos, ustedes me dicen sí, pero yo puedo variar el estado calentándolo, si es cierto, pero vamos analizar un poquito más porque todavía no hemos pronunciado mucho acerca del calor... Tenemos un recipiente rígido donde el mismo sistema supónganse que fuese agua, como hago yo para medir el trabajo mecánico. Bueno, vamos a poner el consabido sistema paleta, no lo vamos a repetir, aquí tengo un engranaje que supongo tiene muy poco rozamiento, tengo un termómetro para medir temperatura, el volumen conocido. [Dibuja en el pizarrón, (figura 1)] Por acá puedo poner pesos y medir el trabajo mecánico. Por ejemplo, si el peso baja mgh [m : masas; g : aceleración de la gravedad; h : altura], el cambio de energía del peso que se transmitió, desprecie el rozamiento de las poleas. ¿A dónde fue a parar? Porque las paletas han trabajado y lo que yo observo es un aumento de temperatura.

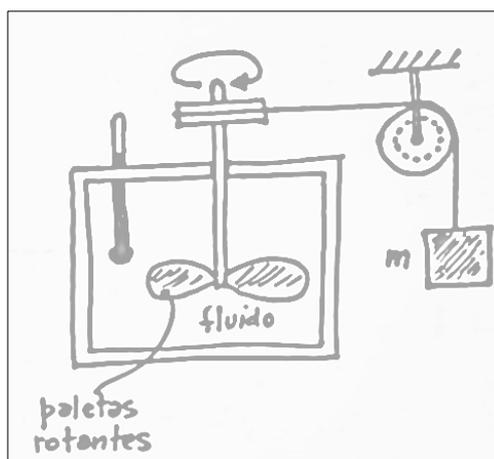


FIGURA 1. Dibujo del sistema de la experiencia imaginada realizado por el profesor (imagen tomada de las notas del profesor).

En el siguiente caso, el profesor comienza su relato describiendo lo que tiene, ahora a nivel submicroscópico, refiriéndose a partículas con determinada masa y velocidad particular cada una de ellas. Define la energía para las partículas y comienza a proponer cambios en el sistema, para finalizar preguntando sobre las consecuencias de dichos cambios. El docente espera la respuesta de los estudiantes y los va guiando a través de los cambios imaginados que propone en la clase teórica:

Imagínense que tengo dos partículas de masa m_1 y masa m_2 , se mueven a una velocidad v_1 y una velocidad v_2 .

Yo puedo definir perfectamente bien la energía, porque conozco que aquí hay dos tipos de energía, una energía cinética de la partícula 1, más la energía cinética de la partícula 2, más la energía de interacción. Que si las partículas, no son partículas cargadas, tienen la atracción gravitatoria, pero con otra expresión que es proporcional al producto de las masas dividido la distancia de separación al cuadrado con una constante (escribe en el pizarrón).

Para este sistema, cuando yo doy la velocidad v_1 , v_2 , y mido el momento, tengo definido exactamente cuál es su energía. Y si sobre el sistema no actúa ninguna fuerza externa, supónganse que están las dos únicas partículas libres en el universo, la energía se conserva.

... Si yo cambio el estado de una de las n partículas, cambio la energía de una de las partículas, yo las voy a tener medida, por ejemplo, cambio la energía de la partícula n_{10} , cambio v y cambio r , pero siempre que sea compatible con las condiciones externa. ¿Qué le pasa a esta cantidad?

En el siguiente ejemplo, parte nuevamente de describir las condiciones del sistema. Aclara lo que puede medir (trabajo mecánico), propone realizar un cambio estado generado por el cambio de las variables del sistema, relaciona con los cambios de energía y trabajo, para concluir que solo podrá medir los cambios:

Supónganse ahora que yo tengo mi sistema y lo rodeo de una pared aislante térmicamente (escribe en el pizarrón, dibuja) o sea no puede intercambiar calor con su medio ambiente pero sí trabajo. El trabajo mecánico lo puedo medir muy bien.

Si al sistema le hago hacer un cambio de estado. Es decir, tiene un cambio de estado porque cambian sus variables.

Bueno, va haber una variación de energía interna y eso a expensa del trabajo externo, menos doble v es el trabajo que externamente yo hice para hacer cambiar al sistema. Tengo una manera para medir los cambios, que en realidad es lo único que puedo medir, son cambios (silencio).

En este otro pasaje de sus clases, el profesor mantuvo sus explicaciones en el plano imaginario al expresarse como si estuvieran en el contexto del laboratorio real, al usar la palabra 'observamos' aunque, en realidad se refería a que mentalmente los condujo a observar, pues va relatando la experiencia, apela a la imaginación de sus estudiantes y a sus conocimientos previos para construir una gráfica a partir de la cual podrá extraer algunas conclusiones:

Pero lo que observamos es lo siguiente, si nosotros tenemos, supongamos n_1 moles y medimos la presión del punto vapor y del punto hielo, y luego, esto siempre a volumen constante, luego disminuimos la cantidad de moles, sacamos una cantidad, tenemos ahora n_2 , volvemos a medir la presión del punto hielo y la presión del punto vapor, que obviamente han cambiado. La presión ¿cómo será ahora? ... Si yo ahora en un eje..." (grafica en el pizarrón)

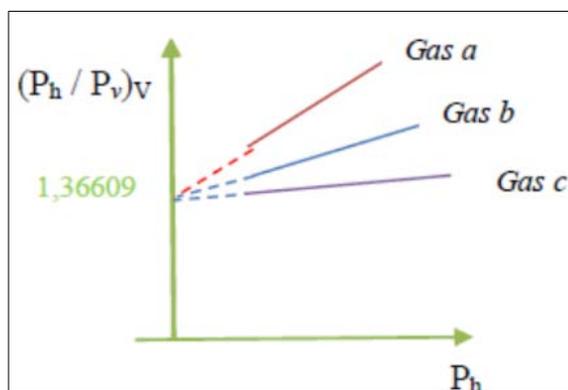


FIGURA 2. Gráfico de la experiencia imaginada realizado por el profesor (tomada de las notas del profesor).

A medida que el profesor iba narrando la experiencia, iba mostrando en el pizarrón la forma en que se construye el gráfico de la figura 2 para los distintos gases (a, b y c) de la presión de vapor en el punto hielo (P_h) y en el punto vapor (P_v) en función de la presión en el punto hielo (P_h) y cómo a través del proceso de extrapolación se pueden inferir datos tales como que todas las rectas cortan el eje de las ordenadas (y) en un mismo punto y a partir de allí plantear otras implicaciones. Es decir, se vale de un gráfico cartesiano abstracto con fines didácticos explicativos, que responde al que se obtendría si se realizara en el laboratorio la experiencia imaginada propuesta.

Puede decirse entonces, que las experiencias imaginadas fueron una pieza clave a partir de las cuales el docente buscó vincular la imaginación de sus estudiantes con experiencias prácticas sensoriales ya vividas, proporcionando una lógica útil a la hora de poner a prueba, inicialmente, los modelos elaborados sin tener que recurrir a un experimento real. En la narración de las experiencias imaginadas se valió de distintos recursos externos (gráficos, dibujos, ecuaciones) para armar la situación, el desarrollo del experimento, presentar ecuaciones termodinámicas y sacar conclusiones.

En resumen, el profesor brindó a sus alumnos un patrón lógico para probar en un segundo momento, los fenómenos en un laboratorio real. Además, utilizó una gran variedad de representaciones externas durante su explicación narrativa, como gráficos, dibujos y ecuaciones físicas. Todos ellos sirvieron para armar las distintas situaciones, para narrar el experimento, presentar las ecuaciones termodinámicas y finalmente, para llegar a algunas conclusiones.

IV. CONCLUSIONES

El trabajo realizado en este estudio de caso puso de manifiesto que las experiencias imaginadas son un recurso potente que permite trabajar en clase temas complejos y no solo, como una referencia del desarrollo histórico de la disciplina. Particularmente, las experiencias imaginadas resultaron ser especialmente útiles para la enseñanza de termodinámica en un curso universitario de física para estudiantes avanzados ya que disponen de un bagaje de conocimientos importantes vinculados con el trabajo experimental en el laboratorio. En estas situaciones, el docente puede proponer visualizaciones mentales de ciertas prácticas para, a partir de ellas, predecir comportamientos, describir cambios y finalmente sintetizar los conceptos trabajados en la ecuación termodinámica correspondiente. El uso de las experiencias imaginadas con grupos de estudiantes avanzados, puede ser una buena oportunidad para la creatividad, el análisis y resolución de situaciones problemáticas y la modelización. Además, también pueden utilizarse como base para la producción de experimentos simulados por computadora.

De los resultados obtenidos se derivan dos cuestiones importantes. Por un lado, surge la pregunta acerca de la aplicabilidad de este recurso en diferentes momentos de la formación académica, por lo cual es necesario indagar la forma en que los estudiantes procesan las experiencias imaginadas y las características que deberían poseer estas últimas en diferentes contextos, ya sean éstos, diferentes niveles académicos o distintos dominios de conocimiento. Por otro lado, resta por documentar los diversos modos de interacción de las experiencias imaginadas con el resto de los elementos que componen el Modelo del Laboratorio Extendido con el fin de diseñar propuestas de enseñanza que promuevan un aprendizaje significativo de las ciencias experimentales, tanto en la presencialidad, la virtualidad o los nuevos escenarios de enseñanza híbrida (Pozo, 2020) ya que no se trata de un uso acrítico de estos recursos, sino de diagramar y secuenciar su uso para potenciar su asociación.

A pesar del aumento de interés en relación con las experiencias imaginadas en la educación científica, todavía se necesita más investigación de carácter sistemático para encontrar los métodos más efectivos sobre cómo utilizar mejor este valioso recurso en la enseñanza de las ciencias. Por lo tanto, este trabajo es un aporte para el colectivo docente ya que pretende contribuir a la detección, análisis y documentación de experiencias imaginadas en sus propias clases, a la par de propiciar el intercambio de información valiosa para una revisión constante y actualizada de la enseñanza de la física y otras ciencias naturales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y a las distintas instituciones UBA, UNRC, por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo mediante los subsidios correspondientes los proyectos de investigación: CONICET - PIP11220130100609CO, UBACYT-2018-20020170100448BA, ANPCYT FONCYT PICT-2015-0044, PPI N.º 18/C461 Sec CyT UNRC (2016-2019).

REFERENCIAS

Bancong, H. y Song, J. (2020). Exploring how students construct collaborative thought experiments during Physics problem-solving activities. *Science & Education*, 29, 617–645. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00129-3>

Bardin, L. (1986). *Análisis de contenido*. Madrid, España: Akal.

Brown, J. R. (1991). *The Laboratory of the Mind: Thought experiments in the natural sciences*. London: Routledge.

García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V. y Grande, M. (2020). La evaluación online en la educación superior en tiempos de la covid-19. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21(12), 1-26. <http://dx.doi.org/10.14201/eks.23086>

Gilbert, J. G., y Reiner, M. (2000). Thought experiments in science education: Potential and current realisation. *International Journal of Science Education*, 22, 265–283.

Glaser, B. G. y Strauss, A. L. (1967) *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*, Chicago, Estados Unidos de América: Aldine.

Idoyaga, I. y Maeyoshimoto, J. (2018). Las actividades experimentales simples: una alternativa para la enseñanza de la física. En M. Lorenzo, H. Odetti y A. Ortolani, *Comunicando la Ciencia. Avances en investigación en Didáctica de la Ciencia* (pp.55-68). Argentina: UNL.

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>

Kösem, Ş. D. & Özdemir, Ö. F. (2014). The nature and role of thought experiments in solving conceptual Physics problems. *Science & Education*, 23, 865–895. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9635-0>

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

Nersessian, N. J. (1992). How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. En R. N. Giere (Ed.), *Cognitive Models of Science* (pp. 3-45). Minneapolis, MN-USA: University of Minnesota Press. Recuperado de: <https://www.cc.gatech.edu/aimosaic/faculty/nersessian/papers/how-do-scientists-think.pdf>

Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza las Ciencias*, 37, 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>

Pozo, J.I. (2020). La escuela híbrida como oportunidad para transformar la educación. *Dialects*, 1. https://issuu.com/impulseducacio/docs/es_dia_legs

Reiner, M. y Burko, L. M. (2003). On the limitations of thought experiments in Physics and the consequences for Physics Education. *Science & Education*, 12, 365–385. <https://doi.org/10.1023/A:1024438726685>

Reverdito, A. y Lorenzo, G. (2007). Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la química. *Educación en la Química*, 13(2), 108–121.

Sánchez, G., Quintero, T. y Lorenzo, M. G. (2021). Características de las explicaciones docentes en clases universitarias de química. *Educación Química*. 32(2). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.76992>

Sorensen, R. (2016). Thought experiment and imagination. In: A. Kind (Ed.), *The Routledge handbook of philosophy of imagination* (pp. 420–436). London: Routledge.

Stuart, M.T. (2020). Thought Experiments. In: Glăveanu V. (eds) *The Palgrave encyclopedia of the possible*. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-983905_59-1

Stuart, M., Fehige, Y. y Brown, J. R. (2018). Thought experiments: state of the art. In: Stuart, M., Fehige, Y. & Brown, J. R. (eds). *The Routledge companion to thought experiments*. (pp. 1-8). London: Routledge.

Velentzas, A., y Halkia, K. (2013). The use of thought experiments in teaching physics to upper secondary-level students: two examples from the theory of relativity. *International Journal of Science Education*, 35(18), 3026-3049. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.682182>