

UNA SECUENCIA DIDÁCTICA EN EL AULA DE FÍSICA UTILIZANDO LABORATORIOS LÚDICOS

A TEACHING SEQUENCE IN THE PHYSICS CLASSROOM USING PLAYFUL LABORATORIES

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA SALA DE AULA DE FÍSICA UTILIZANDO LABORATÓRIOS LÚDICOS

Marcelo Fabián Araoz*^{id}, Maria Valeria Olguin**^{id}

Araoz M, Olguin M. (2026). Una secuencia didáctica en el aula de física utilizando laboratorios lúdicos. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(2), pp. e-22663 <https://doi.org/10.14483/23464712.22663>

Resumen

En la presente investigación se parte de la premisa de que los laboratorios lúdicos pueden favorecer tanto la motivación como la comprensión. Se ha diseñado una secuencia didáctica centrada en el estudiante que incluye laboratorios lúdicos. Se parte de un modelo intuitivo del conocimiento hasta lograr un modelo teórico. En este artículo se describe una experiencia de aula donde una docente puso a prueba la secuencia didáctica que se ha diseñado con el objetivo de observar los resultados sobre las variables motivación y comprensión en el tema Hidrostática. Con el fin de comparar resultados, en otro grupo de estudiantes y al mismo tiempo la misma docente llevó a cabo una secuencia didáctica expositiva (habitual en la escuela media). Para medir la variable motivación se utilizaron encuestas con escalamiento tipo Likert y para medir la variable comprensión se utilizó una rúbrica de conocimiento. Ambos instrumentos se utilizaron en el inicio y fin de las secuencias didácticas. Los valores fueron codificados con el fin de realizar un análisis estadístico descriptivo e inferencial. Con los resultados obtenidos puede afirmarse que hubo un crecimiento cognitivo y un aumento de la motivación mayor para el grupo de interés respecto del grupo de enseñanza expositiva. Las conclusiones dan cuenta que el modelo de experiencias lúdico dentro de una secuencia didáctica puede favorecer la motivación y la comprensión. Estas conclusiones alientan a continuar investigando en la temática, ofreciendo a otros docentes la oportunidad de llevar adelante experiencias similares.

Palabras Clave: Laboratorio; Juego; Comprensión; Motivación; Didáctica.

* Doctor en Enseñanza de las Ciencias, Universidad Nacional del Comahue: Neuquén, Argentina, marcelo.araoz@fain.uncoma.edu.ar, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6263-6379>.

** Doctora en Psicología. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. mariavaleriaolguin@gmail.com - ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1512-3081>

Abstract

This research is based on the premise that playful learning labs can foster both motivation and comprehension. A student-centered learning sequence incorporating playful learning labs was designed. The process begins with an intuitive model of knowledge and progresses to a theoretical model. This article describes a classroom experience in which a teacher tested the designed learning sequence to observe the results regarding motivation and comprehension in the subject of Hydrostatics. To compare results, the same teacher conducted a traditional lecture sequence (common in secondary school) with another group of students. Likert-scale surveys were used to measure motivation, and a knowledge rubric was used to measure comprehension. Both instruments were administered at the beginning and end of the learning sequences. The data were coded for descriptive and inferential statistical analysis. The results obtained indicate that there was greater cognitive growth and increased motivation in the interest group compared to the group receiving expository instruction. The findings suggest that a playful learning model within a didactic sequence can foster motivation and comprehension. These conclusions encourage further research on this topic, offering other teachers the opportunity to implement similar experiences.

Keywords: Experiences; Game; Understanding; Motivation; Didactics.

Resumo

Esta pesquisa parte da premissa de que laboratórios de aprendizagem lúdica podem fomentar tanto a motivação quanto a compreensão. Uma sequência de aprendizagem centrada no aluno, incorporando laboratórios de aprendizagem lúdica, foi desenvolvida. O processo inicia-se com um modelo intuitivo de conhecimento e progride para um modelo teórico. Este artigo descreve uma experiência em sala de aula na qual um professor testou a sequência de aprendizagem desenvolvida para observar os resultados relativos à motivação e à compreensão na disciplina de Hidrostática. Para comparar os resultados, o mesmo professor conduziu uma sequência de aulas expositivas tradicionais (comuns no ensino médio) com outro grupo de alunos. Questionários com escala Likert foram utilizados para medir a motivação e uma rubrica de conhecimento para medir a compreensão. Ambos os instrumentos foram aplicados no início e no final das sequências de aprendizagem. Os dados foram codificados para análise estatística descritiva e inferencial. Os resultados obtidos indicam que houve maior crescimento cognitivo e aumento da motivação no grupo de interesse em comparação com o grupo que recebeu instrução expositiva. As descobertas sugerem que um modelo de aprendizagem lúdica dentro de uma sequência didática pode fomentar a motivação e a compreensão. Essas conclusões incentivam pesquisas adicionais sobre o tema, oferecendo a outros professores a oportunidade de implementar experiências semelhantes.

Palavras-Chave: Experiências; Jogo; Compreensão; Motivação; Didática.

1. Introducción

Los docentes que enseñan Física suelen tener una preocupación habitual: lograr que los estudiantes se encuentren motivados y puedan comprender los fenómenos que estudian. Existen múltiples motivos que obstaculizan la tarea docente, entre ellos la distancia entre lo que el estudiante vive y lo que la escuela ofrece. A gran velocidad se abre una brecha entre los intereses de los estudiantes y las intenciones docentes. Una vida digital, que facilita el día a día, que realiza tareas de manera rápida y sencilla, que “piensa”, cautiva las mentes curiosas de los jóvenes y los separa del docente que presenta fórmulas y problemas en el pizarrón. Fórmulas y problemas que no siempre conectan con lo que ellos viven cotidianamente.

Tal como se expone, el problema es complejo: lograr que los jóvenes estén motivados y comprendan requiere de otras estrategias educativas novedosas. En este sentido, existen una cantidad importante de investigaciones en el campo educativo que tratan el tema desde diversos ángulos. Existen dos líneas de investigación que resultan interesantes: el aprendizaje basado en experiencias de laboratorio y el uso de juegos o enseñanza lúdica (Araoz y Olguín, 2021). Este trabajo propone implementar en el aula un modelo sistemático de enseñanza de la Física que combina estas dos últimas ideas mediante el uso de experiencias lúdicas.

Con los fines ya expuestos, se diseñó una secuencia didáctica que incluye laboratorios lúdicos y se puso a prueba la eficiencia de dicho método en el aula de Física. En este artículo se muestran los resultados de una experiencia llevada a cabo por una docente de una escuela media de Neuquén, Argentina. Se instruyó a la docente sobre la temática de las experiencias lúdicas y se le presentó una secuencia didáctica para la enseñanza de la Hidrostática. En coordinación con la profesora se establecieron los criterios de medición de las variables motivación y comprensión. La docente llevó a cabo la secuencia con un grupo de estudiantes de quinto año (grupo de experiencia lúdica) mientras que en otro grupo realizó una serie de clases expositivas con problemas y laboratorios, siguiendo la línea habitual de enseñanza de Física (grupo de enseñanza tradicional). Para ambos grupos tomó mediciones de la motivación y la comprensión en el inicio y fin de las secuencias. Los datos recogidos se codificaron para su análisis estadístico y posterior comparación.

Los resultados sobre ambas variables son favorables a la secuencia experimental lúdica respecto de la clase tradicional expositiva. Esto incentiva a seguir investigando el impacto de los laboratorios lúdicos en el aula de Física.

2. Marco teórico

La plataforma teórica para el uso de los laboratorios lúdicos se basa en el constructivismo, las experiencias de laboratorio y la enseñanza por juegos. Según el constructivismo el conocimiento es justamente construido por el sujeto cognoscitivo desde una posición activa. Este aspecto fundamental describe a un estudiante que es partícipe activo de su aprendizaje. En el trabajo de laboratorio el estudiante interviene en su propio proceso, toma decisiones, resuelve problemas y aprende. Por ello, a esta herramienta pedagógica se la considera fundamental en la enseñanza de las ciencias (Crespo Madera et al., 2002). Por otra parte, el juego es en sí mismo una actividad. No existe manera de jugar de forma pasiva, por lo tanto, el acto de jugar es una experiencia que puede ser aprovechada en la enseñanza (Aizencang, 2010).

El constructivismo, las experiencias de laboratorio y el juego encuentran puntos en común que pueden ser valorados en la enseñanza de las ciencias. La conjunción de estos tres fundamentos teóricos requiere de una estructura de enseñanza pensada y reflexiva respecto de lo que se desea enseñar y el contexto en que se realiza. Una secuencia didáctica para desarrollar estas ideas debe partir de los esquemas y pensamientos previos del estudiante para construir sobre ellos nuevos conocimientos, mediante el uso de

experiencias lúdicas y el trabajo teórico práctico. Así, de un modelo intuitivo se puede llegar a un modelo teórico siguiendo pasos progresivos de construcción del conocimiento.

En este sentido, en la secuencia diseñada reúne aportes provenientes de varios autores. En primer lugar, se contempla la importancia del conocimiento previo o intuitivo.

Massa (2015) describe el modelo Heurístico desde una visión del estudiante como una persona en actitud de descubrir. Esta actitud solo se logra si hay una motivación intrínseca en el individuo. Pero, si tal motivación no está presente, surge una barrera que debe ser sorteada. Para fomentar la motivación extrínseca, es aconsejable generar un conflicto cognitivo entre lo que el estudiante sabe o cree saber y las respuestas a los problemas que nos da la ciencia. Tal como señalan Bulte et al. (2006) aquellas respuestas que no pueda responder lo incentivan a querer saber más de ciencia.

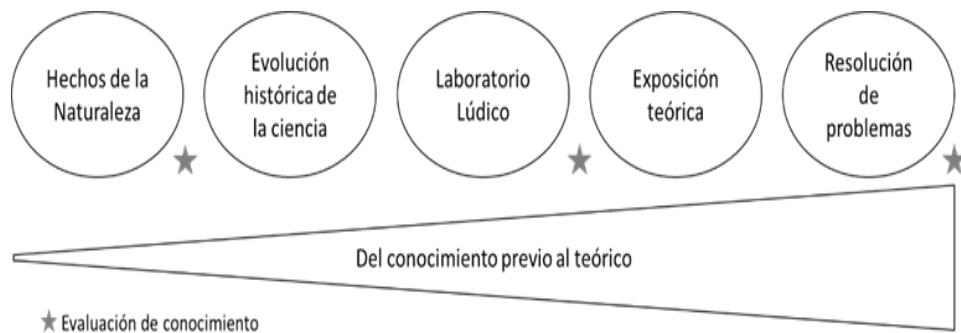
En segundo lugar, es importante considerar la enseñanza centrada en el proceso histórico del conocimiento científico. Sobre este concepto Matthews (2017) sostiene que la enseñanza de la ciencia no debería ser únicamente una educación teórica-práctica, sino que también debería ser sobre su historia y filosofía. Esta visión puede humanizar las ciencias y relacionarlas a los intereses personales, culturales y éticos. Así, las clases se vuelven más atractivas para muchos estudiantes, sobre todo aquellos que no se sienten atraídos a estudiar ciencias.

En tercer lugar, se incorporaron elementos provenientes del modelo de enseñanza por descubrimiento (Massa, 2015), en el cual el estudiante que aprende lo hace experimentando, es decir, haciendo ciencia como un científico. Además del potencial que tiene la ciencia experimental, este enfoque favorece la reflexión de los estudiantes y evita una enseñanza dogmática de la ciencia. En este sentido, los laboratorios lúdicos favorecen la creatividad e imaginación, estimulan la motivación y el aprendizaje significativo (Araoz y Olguín, 2021).

Finalmente se incluye la teoría y resolución de problemas. De esta manera, se ha diseñado una secuencia didáctica que incluye laboratorios lúdicos, el esquema de trabajo puede observarse en la Figura 1.

Figura 1.

Secuencia didáctica que incluye laboratorios lúdicos



Fuente: Los Autores

La secuencia didáctica diseñada comienza con una clase en la cual se analizan los hechos de la naturaleza que se relacionan con el tema a tratar, y que se presentan con frecuencia en las vidas de las personas. El objetivo de este inicio es lograr que los estudiantes reflexionen respondiendo a una simple pregunta: ¿por qué ocurren las cosas que observamos de la naturaleza? Las respuestas se obtendrán de

aquello que los estudiantes conocen, han vivido o experimentado personalmente (Campbell y Lubben, 2000).

La secuencia continúa con una revisión histórica del tema a tratar. Este momento propone que el estudiante se apropie de los contenidos científicos supradisciplinarios, es decir, aprender cómo se ha generado, organizado y evolucionado el conocimiento científico, y cuáles fueron los valores y las actitudes de las personas alrededor de la ciencia (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2009). Se busca cotejar si el conocimiento previo o intuitivo utilizado en la primera clase coincide con algún aspecto de lo vivido por los grandes científicos de la historia. Esto permite a los estudiantes reconocerse en los personajes, comprender las dificultades que tuvieron que afrontar y apreciar qué papel jugaron sus experimentos, las matemáticas y los compromisos ideológicos, religiosos y/o filosóficos.

El tercer paso consiste en una clase de laboratorio en la cual se realizan experiencias lúdicas. Cabe advertir que se espera que los estudiantes lleguen a esta clase sin haber visto ninguna ley o teoría relativa al tema a tratar. En dicha clase se diseña una serie de experiencias en la que los estudiantes deben cumplir el rol de científico, realizar pruebas y observaciones, tomar medidas y registros. Todo ello se desarrolla en el marco de una clase orientada pero no dirigida, es decir, partiendo de pautas y procedimientos de trabajo, pero liberando al grupo al uso creativo de su imaginación, a la apertura de pruebas y errores. Kortland (2007) las define como prácticas auténticas: aquellas cuyo propósito es resolver un problema específico relacionado con la ciencia y la tecnología, aplicando un procedimiento y poniendo en juego habilidades y actitudes. En este caso, el juego o lo lúdico funciona como el canal utilizado para liberar la creatividad y motivación de los estudiantes. Se proponen experiencias de laboratorio no convencionales, evitando la “receta a completar” y utilizando elementos comunes y simples de conseguir. Se brindan pautas iniciales para luego permitir el descubrimiento y liberar la curiosidad. Se espera que el estudiante llegue a conclusiones a partir de las experiencias y que pueda contrastar con las argumentaciones utilizadas en la primera clase (Hechos de la naturaleza), verificando si se validan o no las posibles explicaciones o interpretaciones.

El cuarto paso es la clase teórica, en la cual se exponen las teorías y leyes de la Física mediante una metodología expositiva. En este punto se contrastan los conocimientos previos, los resultados de las experiencias y la teoría. Si hay coincidencia entre ambas ideas, entonces el saber es reforzado. Si no hay coincidencia, se produce un conflicto. Por un lado, hubo un análisis previo que partió del conocimiento intuitivo y que se ha encontrado con dificultades para resolver o explicar los fenómenos de la naturaleza. En contrapartida, el docente ofrece un conocimiento científico aceptado, más sólido. En los términos de Pozo et al. (1998), se produce un cambio conceptual cuando los modelos permiten interpretar la realidad desde visiones alternativas.

Al final de la secuencia didáctica se propone la resolución de problemas abiertos o cerrados, numéricos o conceptuales, en los cuáles el estudiante puede regular su conocimiento con el desafío de resolver problemas típicos de la ciencia.

Como puede observarse, y a modo de síntesis, en el presente trabajo se pone a prueba una secuencia didáctica novedosa para la enseñanza de la Física en la escuela media. Por un lado, se parte de situaciones familiares o habituales en nuestras vidas y de las ideas que tenemos de ellas, avanzando hacia el conocimiento científico. Es decir, se trabaja cognitivamente desde lo particular hacia lo general. Tal como sugiere Couso (2013), los esquemas mentales del conocimiento previo pueden evolucionar hacia modelos teóricos de la ciencia a partir de utilizar las ideas, evaluarlas, revisar la coherencia, estructurar los esquemas, y aplicarlas en situaciones de complejidad que se incrementa. Por otro lado, se busca promover un incremento de la motivación. En este sentido, y tal como sugieren Campbell y Lubben (2000), la motivación surge cuando los estudiantes advierten el disfrute que produce entender, predecir y explicar

los fenómenos de la naturaleza; y cuando observan que las ideas aprendidas son útiles para explicar hechos muy diversos.

3. Objetivos de la experiencia

La experiencia que se describe a continuación tiene por objetivo poner a prueba el diseño de la secuencia didáctica que incluye laboratorios lúdicos para medir la eficiencia de esta estrategia en la enseñanza de la Física. Más específicamente, se busca conocer los efectos de la secuencia didáctica sobre la comprensión y la motivación de los estudiantes.

4. Contenidos trabajados

Tal como se anticipó, se diseñó una secuencia didáctica sobre el tema Hidrostática. Esta secuencia fue presentada a la docente a cargo, quién opinó al respecto y propuso sugerencias. Los descriptores de esta unidad son: *la diferencia entre presión y fuerza, el principio de Pascal, el concepto de presión hidrostática, el principio de Arquímedes y el concepto de Peso Específico*. Para el grupo experimental lúdico se utilizó la secuencia de cinco pasos en el siguiente orden: los hechos de la naturaleza, la historia de la ciencia, el laboratorio lúdico, clases teóricas y resolución de problemas. Para el grupo de enseñanza tradicional se ofreció una clase expositiva habitual que consistía en el marco teórico, resolución de problemas y finalmente un laboratorio.

4.1. Clase hechos de la naturaleza

La secuencia comenzó con la clase de hechos de la naturaleza. En ella se puso a prueba el conocimiento previo o intuitivo de los estudiantes. Se los dividió en grupo y se los invitó a responder una serie de preguntas que se pueden observar en la vida cotidiana relacionadas con los temas a tratar. Las respuestas de cada grupo se anotaron en el pizarrón y se registraron para ver la evolución del pensamiento en el transcurrir de las clases. *Por ejemplo: a) ¿pueden pisar el agua de la pileta y pararse en ella sin hundirse? ¿Qué sucede si se suben a una tabla sobre la superficie del agua?, ¿se hunden? ¿Cuál es la diferencia? Lo mismo en la nieve. Cuando hay mucha nieve ¿pueden caminar en ella? ¿Y si usan raquetas? ¿por qué? b) ¿conocen esos gatos hidráulicos para levantar el auto que se usan en las gomerías? Tiene una base redonda y una palanca que hay que mover. Mientras movemos la palanca sube la base y eleva el auto. ¿Qué piensan? ¿Cómo es posible que una base tan chica pueda levantar semejante peso del auto? c) ¿Alguno de ustedes ha bajado a más de dos metros de profundidad en la pileta o en el río? ¿Qué sienten a esa profundidad? ¿Cambia lo que sienten si ustedes se mueven o cambian de posición (boca arriba, de costado)? d) Cuando están en la pileta ¿intentaron levantar un amigo? ¿pesa lo mismo que en la superficie? ¿por qué? e) ¿Es más fácil flotar en el mar o en el lago? En el lago el agua es dulce, es decir, no tiene sal, mientras que en el mar hay un 2% de sal en el agua. Pero veamos que ocurre en el Mar Muerto, en Asia. Ese mar tiene un 27% de sal en el agua y los nadadores no pueden hundirse ¡siempre flotan! Otro punto: si tiro una piedra al agua se hunde, sin embargo, el submarino se hunde hasta una profundidad y allí se mantiene ¿por qué un submarino no se hunde hasta el fondo?*

El objetivo de esta clase fue desafiar a los estudiantes a pensar en situaciones que probablemente hayan vivido, pero nunca se hayan preguntado por qué ocurren. El debate entre compañeros y entre grupos permiten que surjan diferentes visiones sobre un mismo punto. Es importante el registro de todas las respuestas para cotejar en el avance de las clases si éstas son correctas o entran en conflicto con las de la ciencia teórica. En ningún momento la docente debe dar pistas sobre lo que está bien y lo que está equivocado. Esta clase no contiene ningún aspecto teórico.

Al finalizar la clase la docente presentó una encuesta anónima con escala de Likert de cinco niveles para medir el interés y la motivación. También realizó una evaluación de diagnóstico a partir de las respuestas de los grupos con el fin de registrar el nivel de comprensión que tienen de cada descriptor del tema Hidrostática. Se utilizó una rúbrica de conocimiento en la cual cada descriptor fue evaluado en cuatro niveles: no conoce, básico, avanzado y experto. Los ítems correspondientes a cada nivel fueron consensuados con la docente en base a los requerimientos que ella utilizaba habitualmente en su aula.

4.2. Clase Historia de la ciencia

La clase siguiente trató sobre la historia de la ciencia relacionada con la Hidrostática. Se presentaron historias más o menos conocidas y se las ordenó cronológicamente. Dichas historias no solo referían a lo resuelto por los científicos frente a sus problemas de investigación, sino que también abarcaban su entorno, otros problemas que enfrentaron y aspectos de sus vidas que no se relacionan estrictamente con la ciencia. Se buscó mostrar la relación humana del científico con el mundo que lo rodeaba.

Por cuestiones de espacio, se presentan dos historias que formaron parte de la clase. Pedroza Gonzalez (2018) nos relata sobre la vida de Arquímedes: físico, matemático, inventor, ingeniero militar. Esta es la historia de Arquímedes y el problema del rey Hieron II, quién había hecho construir una corona y sospechaba que no estaba realizada totalmente en oro. Hieron le entrega la corona a Arquímedes para que resuelva el problema bajo la amenaza que, si no cumplía ¡le cortarían la cabeza! Arquímedes pensaba todo el tiempo en el tema, incluso cuando se bañaba. Justamente, al tomar un baño observó que a medida que se sumergía en la tina, el agua lo empujaba hacia arriba y también se desbordaba. En ese momento tuvo un chispazo de genialidad y salió corriendo por las calles gritando ¡Eureka! ¡Eureka! que significa “lo encontré”. El detalle de la historia es que salió corriendo desnudo...

Arquímedes relaciona dos fenómenos: el agua realiza un empuje hacia arriba igual al peso de la corona y, si la tina está llena de agua, al sumergirla se desbordará un volumen de agua igual al de la corona. Conociendo el peso y volumen podía conseguir una cantidad de oro igual y compararlo con el de la corona y así saber si había sido hecha completamente en oro o con aleaciones de otros materiales. A partir de esta historia, se puede retomar preguntas de la clase anterior y responder a la pregunta ¿por qué flotan los barcos?, o ¿por qué los amigos “pesan menos” en el agua de la pileta?

La segunda historia trata sobre el primer submarino. Hubo muchos intentos de hacer naves que naveguen bajo el agua. Hasta 1775 no se realizaría un submarino tan parecido a lo que hoy conocemos. David Bushnell inventó un sumergible que se dirigía con dos hélices. Lo llamó Turtle (tortuga) porque tenía forma de dos caparazones unidos. Para hundirse inundaba la base del submarino con agua hasta lograr la profundidad deseada. Para emerger utilizaba una bomba manual para quitar el agua. Las hélices las controlaba mediante una manivela y un pedal que le permitía ir hacia arriba y abajo, adelante y atrás. Podía viajar solo una persona y tenía una escotilla en la parte superior por la cual se podía ver y unos tubos que salían a la superficie para respirar (Milkofsky, 2022).

Esta pequeña embarcación fue utilizada en la guerra de la independencia de Estados Unidos para atacar a barcos ingleses. La intención de Bushnell era ubicarse debajo de un barco enemigo, realizar un agujero con un taladro y colocar una carga explosiva. Cuando la nave estuvo terminada intentaron realizar el ataque sobre el buque inglés Eagle en la bahía de Nueva York. Pero Bushnell no pudo tripular la tortuga porque cayó enfermo. En su lugar el sargento Ezra Lee hizo el intento. De noche lo remolcaron con un barco de pesca lo más cerca que pudieron del Eagle. Lee tuvo que trabajar duro para avanzar en contra de la marea. Al colocarse debajo del buque inglés no pudo perforar su estructura para colocar la carga porque el barco contaba con una malla de cobre que lo protegía. Después de unas horas de intentarlo

empezaba a amanecer. Comenzó a faltar el aire y tuvo que alejarse del buque antes que lo descubrieran. Lee fue agotando sus fuerzas, y en su intento por resistir a la marea, arrojó la carga explosiva para aligerar el peso. Ésta explotó en el agua causando un gran revuelo en la armada inglesa, que por resguardo decidieron retirarse a aguas más alejadas. Finalmente, no tuvo éxito con el ataque, aunque eso no quita la importancia de la tortuga de Bushnell, el primer submarino de la historia, hermético y se inundaba con agua para lograr profundidad.

Luego de relatar las historias, la docente mostró nuevamente el cuadro realizado en la clase anterior y se les dio oportunidad a los grupos a escribir los cambios que considerasen pertinentes a partir de lo que se escuchó en la clase de historia de la ciencia.

4.3. Clase Laboratorios lúdicos

La tercera clase fue el laboratorio lúdico, en la cual los estudiantes realizaron experiencias siguiendo unas pautas básicas con la libertad para ser creativos. Para esta clase se diseñaron cinco experiencias, en las cuales se señaló la importancia de tomar medidas, registrar observaciones, elaborar gráficos y obtener conclusiones. Además de los elementos específicos de cada experiencia (ejemplo un globo), se les permitió utilizar los teléfonos celulares para registrar fotos y videos.

En la Experiencia 1 llamada Presión sobre superficie, se ofreció a los estudiantes cepillos y peines. Las preguntas disparadoras fueron: si tienen un clavo y presionaran de punta contra la mano ¿qué sentirían? ¿Qué sucedería en la piel? Si cada punta del peine o del cepillo es igual a la de un clavo, al presionarlo contra la piel ¿por qué no se lastiman? Prueben, experimenten ¿la fuerza que usan es la misma? ¿la fuerza que siente la mano es la misma? ¿Cuál es la diferencia? ¿por qué un faquir se puede acostar en una cama de clavos?

En la Experiencia 2 sobre el Principio de Pascal se solicitó a los estudiantes que llenen un globo con agua y lo aten en la punta. Toman el globo con las palmas de la mano abiertas. Juegan presionando el globo de diferentes formas, ¿cómo se deforma el globo? ¿lo hace en un solo sentido o lo hace en muchos sentidos? ¿por qué? Prueben con diferentes posiciones.

Apoyan el globo en la mesa y colocan un peso encima (un libro o lo que tengan disponible). Desde los laterales del globo, ¿pueden presionar y subir el libro? ¿encuentran alguna relación entre la fuerza que hacen y el peso del libro? ¿y entre la distancia que hunden las manos o los dedos en el globo y lo que elevan el libro? Se solicitó que relacionen las longitudes de movimiento de los dedos y del peso con las fuerzas que sienten que están haciendo.

En la Experiencia 3 se trabajó sobre el tema Presión hidrostática. Para ello se pidió a los estudiantes que llenen una fuente de vidrio con agua. Luego, que tomen una botella de plástico y le corten la base. A continuación, que giren la botella con el pico hacia abajo. En el pico debían colocar otra tapa que sea de mayor diámetro que el pico de la botella (de manera que quede suelta). Ahora hundan la botella haciendo fuerza sobre la tapa en el agua y que observen lo que sucede con la tapa. Juegan con diferentes posiciones de la botella y observen.

¿qué sucede si vuelcan agua dentro de la botella (por la base que quedó abierta)? Observen y registren. Si es posible ver por la fuente de vidrio sería interesante medir la cantidad de agua que vuelcan dentro de la botella.

En la Experiencia 4 se trabajó sobre el Principio de Arquímedes. Vamos a armar una balanza con un resorte. Tomen un resorte liviano y midan su longitud. Luego, que aten con un hilo largo un peso conocido

a la punta del resorte, sujetan el resorte de la otra punta y dejan colgar el peso. Si miden la distancia que se estira el resorte, logran una proporción del peso. Más peso, más longitud.

Ahora prueben lo que le sucedió a Arquímedes. Hundan el peso en una fuente o recipiente con agua. Jueguen con diferentes pesos, pueden inclinar la fuente, moverla ¿da lo mismo hundir todo el peso o solo una parte? Pueden medir siempre cuánto se estira el resorte dentro y fuera del agua. Finalmente, se les sugiere que armen una tabla con las medidas del resorte y de los pesos e intenten dibujar en un gráfico de coordenadas los pares de puntos para pensar si encuentran alguna relación o idea.

En la Experiencia 5 se trabajó sobre Peso específico. Se pide a los estudiantes que coloquen agua en una fuente pequeña, intentando medir la cantidad de agua que se coloca. Luego introducen un huevo y observen si se hunde o no.

Ahora agreguen sal en el agua midiendo la cantidad de cucharas y revuelvan la solución. ¿qué pasa con el huevo? Prueben seguir agregando más sal...

En esta experiencia se invitó a los estudiantes a que tomen nota de las medidas de agua, sal y de la profundidad a la que se hunde el huevo. Luego, que dibujen un gráfico e intenten explicar lo sucedido. A la vez, se los instó a hipotetizar cuánta sal habrá que agregar para que no se hunda otro material distinto del huevo.

En todos los casos se indicó a los estudiantes que debían realizar un informe escrito sobre las experiencias realizadas adjuntando los registros fotográficos y videos. Asimismo, se les informó que, si tenían dudas o lo deseaban, podían repetir las experiencias en sus casas.

Para cerrar la clase de laboratorios lúdicos se expuso nuevamente el cuadro que contenía las respuestas de los estudiantes en las clases anteriores (Hechos de la naturaleza e Historia de la ciencia) y a partir de lo experimentado y analizado, se dio la oportunidad a los grupos de revisar lo registrado y de ser necesario reescribir o modificarlo.

4.4. Clases Teoría y Problemas

Las siguientes clases se utilizaron para exponer la teoría y resolver problemas numéricos abiertos y cerrados. La razón por la cual se realizó la clase expositiva a continuación de un proceso inicial intuitivo fue establecer relaciones entre los conocimientos previos y el conocimiento científico teórico. De esta manera, contribuir a un pensamiento jerárquico donde se unen el modelo intuitivo con el modelo científico. Así, los esquemas mentales de los estudiantes pueden evolucionar hacia los modelos teóricos de la ciencia actual, a partir de usar las ideas previas y las nuevas, evaluarlas, revisar su coherencia, estructurarlas y aplicarlas en espirales de niveles de complejidad creciente (Couso, 2013).

La exposición de la teoría se alternó con momentos de resolución de problemas. En este punto se esperaba que los estudiantes pudieran usar los modelos teóricos aprendidos en nuevos contextos, es decir, transferir las relaciones para resolver nuevos problemas. De esta manera, lograr la representación de formas más complejas aplicadas a distintas situaciones. Los estudiantes se encontrarán más motivados al ser capaces de entender y explicar distintos fenómenos de la naturaleza. Incluso, tal como señalan Campbell y Lubben (2000) aflora una motivación intrínseca a partir del disfrute que significa comprender el mundo que los rodea. Si las ideas aprendidas son potentes y generales serán útiles para responder a los problemas que se les presenten.

La construcción de los problemas presentados se hizo buscando que guardaran relación con los hechos de la naturaleza que se analizaron en la primera clase. Los problemas de cálculos y uso de fórmulas debían utilizar magnitudes reales.

Por último, se volvió a revisar el registro de respuestas dadas por los estudiantes en las clases anteriores. Se solicitó a los estudiantes que intenten formular las respuestas en base a lo aprendido y que de ser necesario reescriban las mismas utilizando un lenguaje adecuado a los modelos teóricos.

Para finalizar la docente realizó la evaluación de comprensión con la rúbrica original y aplicó la misma encuesta anónima de la primera clase que tenía como fin conocer la motivación.

5. Metodología

Es conveniente para la metodología de la investigación que sea realizada por un docente ajeno al diseño y estudio de la temática de experiencias lúdicas. De esta manera los resultados incluyen las visiones e impronta de otro docente, llevando adelante una propuesta realista aplicada directamente en el aula.

En el ámbito de una escuela media de Neuquén, la docente a cargo de dos divisiones de estudiantes implementó en uno de ellos la secuencia lúdica diseñada para el tema Hidrostática (grupo de experiencia lúdica) y en la otra una secuencia didáctica habitual del tipo expositiva (grupos de enseñanza tradicional). Se trata de una escuela secundaria privada de gestión religiosa, concurrida por hijos de familias de clase media, con estudiantes de quinto año de diferentes orientaciones.

Se trabajó con dos grupos de comparación, uno en el cual se aplicó el enfoque lúdico y otro en el cual se utilizó el método tradicional de enseñanza.

Se establecieron dos momentos de evaluación para la variable comprensión y motivación: al finalizar la clase de diagnóstico basada en el conocimiento previo y al finalizar ambas secuencias.

La herramienta utilizada para medir la comprensión fue una rúbrica con los cinco descriptores y con cuatro niveles de comprensión. Por cuestiones de espacio y definición no se muestra la tabla completa. Sin embargo, se describe, a modo de ejemplo, el criterio utilizado para el primer descriptor: Diferencia entre Presión y Fuerza.

Nivel No conoce: No asocian que son conceptos diferentes.

Nivel Básico: Comprende que la presión es diferente si la superficie es mayor.

Nivel Avanzado: Comprende que la fuerza se distribuye entre toda la superficie.

Nivel Experto: Comprende que la presión es la fuerza por superficie

Para evaluar el nivel de motivación se realiza una encuesta anónima basada en dos preguntas:

¿Cuánto te interesa saber por qué ocurren estos efectos?

Nada - Muy poco – Poco – Algo – Mucho

Sobre los temas que estamos viendo ¿te motiva estudiarlos para conocer más Física?

Nada - Muy poco - Poco - Algo – Mucho

Luego de que los estudiantes fueran evaluados mediante estos instrumentos, se realizó una codificación de las respuestas a fin de poder ejecutar un análisis estadístico mediante el uso del software Jamovi. Una vez realizados los estadísticos descriptivos correspondientes, se llevó adelante el análisis inferencial para comparar los resultados de ambos grupos.

6. Resultados y discusión

6.1. Resultados de la variable comprensión

A continuación, se describen los resultados obtenidos sobre la medición de la variable comprensión. La docente utilizó la rúbrica diseñada para evaluar a los dos grupos en el inicio (pretest) y fin (postest) de ambas secuencias didácticas. El resultado se muestra en la Tabla 1 (pretest) y Tabla 2 (postest). Los valores de la tabla indican la cantidad de estudiantes agrupados por nivel.

Tabla 1.

Cantidad de estudiantes según el nivel de comprensión en el momento pretest, para ambos grupos.

Grupo	Descriptor	No conoce	Básico	Avanzado	Experto
Lúdico	Dif. P. y F.	7	7	11	
	Pascal	25			
	P. Hidro.	8	10	7	
	Arquímedes	4		21	
	P. especif.		25		
Tradicional	Dif. P. y F.	12	4	8	
	Pascal	20	4		
	P. Hidro.		20	4	
	Arquímedes			20	4
	P. especif.	13	11		

Nota: Resultados de la medición de la variable comprensión al inicio de la secuencia *Fuente:* Los Autores.

Tabla 2.

Cantidad de estudiantes según el nivel de comprensión en el momento postest, para ambos grupos.

Grupo	Descriptor	No conoce	Básico	Avanzado	Experto
Lúdico	Dif. P. y F.		7	10	10
	Pascal	3	4	6	14
	P. Hidro.		3	16	8
	Arquímedes		1	6	20
	P. especif.	2	8	11	6
Tradicional	Dif. P. y F.		4	13	7
	Pascal		4	12	8
	P. Hidro.		2	14	8
	Arquímedes			11	13
	P. especif.		9	5	10

Nota: Resultados de la medición de la variable comprensión al fin de la secuencia. *Fuente:* Los Autores

Se observan diferencias entre la cantidad de estudiantes iniciales y finales para el grupo experimental. Los valores no coincidentes fueron considerados perdidos.

Para realizar un análisis estadístico se codificaron los datos, asignando al nivel No conoce el peso 1, Básico 2, Avanzado 3 y Experto 4. Luego se realizó un análisis estadístico descriptivo con el software Jamovi®. Se incluyó una prueba de normalidad de Shapiro Wilk y en todos los casos arrojó que la distribución no era normal.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de los valores de media y mediana para el pretest y postest.

Tabla 3.

Resultado del análisis estadístico descriptivo.

Grupo	Descriptor	Pretest		Postest	
		Media	Mediana	Media	Mediana
Lúdico	Dif. P. y F.	2.16	2	3.20	3
	Pascal	1.00	1	3.32	4
	P. Hidro.	1.96	2	3.28	3
	Arquímedes	2.68	3	3.80	4
	P. especif.	2.00	2	2.92	3
Tradicional	Dif. P. y F.	1.83	1.50	3.13	3.00
	Pascal	1.17	1.00	3.17	3.00
	P. Hidro.	2.17	2.00	3.25	3.00
	Arquímedes	3.17	3.00	3.54	4.00
	P. especif.	1.46	1.00	3.04	3.00

Nota: Análisis estadístico descriptivo de la variable comprensión. *Fuente:* Los Autores.

Observando los valores de media y mediana entre el pretest y postest se destaca el hecho que ambos grupos tuvieron un crecimiento cognitivo en los cinco descriptores. El grupo experimental lúdico logró valores finales de media superiores a los del grupo de enseñanza tradicional en los primeros cuatro descriptores. En el caso de las medianas, el grupo experimental lúdico alcanzó un resultado mejor en el descriptor Principio de Pascal, mientras que en resto de los descriptores ambos grupos alcanzaron los mismos valores de mediana.

Luego se procedió a realizar un análisis estadístico inferencial con el fin de comparar ambos grupos en el estado pretest y en el postest. Para este análisis se utilizó la herramienta ANOVA no paramétrico (Kruskal Wallis). La Tabla 4 muestra el resultado de este análisis.

Tabla 4.

Resultado del análisis estadístico inferencial.

Dif.	Descriptor	Pretest		Postest	
		W	p	W	p
Lúdico - Tradicional	Dif. P. y F.	-1.82	0.199	-0.614	0.664
	Pascal	2.98	0.035	-1.47	0.300
	P. Hidro.	1.50	0.290	-0.165	0.907
	Arquímedes	3.96	0.005	-2.70	0.056
	P. especif.	-6.01	< .001	0.705	0.618

Nota: Análisis estadístico inferencial de la variable comprensión. *Fuente:* Los Autores

El análisis del valor significancia p muestra que en dos conceptos (Diferencia entre Presión y Fuerza, y Presión Hidrostática) los dos grupos parten de un nivel cognitivo idéntico, mientras que en los otros tres casos hay diferencias significativas (pretest). Para la situación postest, no hay diferencias significativas entre grupos en ningún concepto. Es decir, los dos grupos parten de situaciones diferentes, pero alcanzan un resultado similar.

Con estos resultados se interpreta que para ambos grupos en todos los casos hubo crecimiento cognitivo. Del análisis estadístico descriptivo se observa que el grupo experimental lúdico tuvo un crecimiento significativamente mayor en el concepto Principio de Pascal. En este aspecto el grupo lúdico

tuvo un crecimiento de mediana de tres niveles mientras que el grupo enseñanza tradicional lo hizo en dos niveles. Y la mediana del grupo experimental lúdico es cuatro, superior a la del grupo tradicional que finaliza en tres.

Para cuatro de los cinco descriptores el grupo experimental lúdico finaliza con un valor de media más alto que su par tradicional.

6.2. Resultados de la variable motivación

Para la variable motivación se utilizó la herramienta encuesta al finalizar la clase de diagnóstico (pretest) y al finalizar ambas secuencias (postest). En las Tablas 5 y 6 se muestran los resultados de las encuestas sobre el interés y la motivación de estudiar Física, divididos entre grupo experiencia lúdica y enseñanza tradicional, para el valor pretest y postest. Los valores de la tabla indican la cantidad de estudiantes agrupados por nivel.

Tabla 5.

Cantidad de estudiantes según el nivel de interés en aprender Física.

Grupo	Momento	Nada	Muy poco	Poco	Algo	Mucho
Experiencia lúdica	Pretest	2	6	9	6	2
	Postest	2	6	7	11	1
Enseñanza tradicional	Pretest	7	1	6	7	2
	Postest	2	2	7	9	0

Nota: Resultados de la encuesta interés por estudiar Física. *Fuente:* Los Autores

Tabla 6.

Cantidad de estudiantes según el nivel de motivación en aprender Física.

Grupo	Momento	Nada	Muy poco	Poco	Algo	Mucho
Experiencia lúdica	Pretest	7	10	5	3	0
	Postest	3	3	6	13	2
Enseñanza tradicional	Pretest	11	8	3	1	0
	Postest	3	4	6	6	1

Nota: Resultados de la encuesta motivación por estudiar Física. *Fuente:* Los Autores

Se observan diferencias entre la cantidad de estudiantes que completaron las dos respuestas de ambas encuestas. Se debe a que no todos los estudiantes devolvieron la encuesta escrita y a la diferencia de estudiantes entre la primera clase y la última. Para el análisis estadístico se han considerado valores perdidos a aquellos que no respondieron ambas preguntas.

Para realizar un análisis estadístico se codificaron los datos, asignando al nivel Nada el peso 1, Muy poco 2, Poco 3, Algo 4 y Mucho 5. Luego se realizó un análisis estadístico descriptivo con el software Jamovi®. Se incluyó una prueba de normalidad de Shapiro Wilk y en todos los casos arrojó que la distribución no era normal, excepto en el caso del Interés Pretest para la clase de enseñanza tradicional.

En la Tabla 7 se muestran los resultados de los valores de media y mediana para el pretest y postest.

Tabla 7.

Resultado del análisis estadístico descriptivo para la variable Interés y Motivación.

Grupo	Descriptor	Pretest		Postest	
		Media	Mediana	Media	Mediana
Lúdico	Interés	2.83	3	3.15	3
	Motivación	1.58	1	2.90	3
Tradicional	Interés	3.08	3	3.07	3
	Motivación	2.23	2	3.30	4

Nota: Análisis estadístico descriptivo de la variable interés y motivación. *Fuente:* Los Autores.

Analizando los valores se puede interpretar que en el caso del concepto Interés, si bien las medianas se han mantenido en el valor 3 (nivel de interés Poco), el grupo experimental lúdico aumentó su media de 2,83 a 3,15 mientras que el grupo tradicional tuvo un mínimo descenso de 3,08 a 3,07. En el análisis de las respuestas sobre motivación se observa que ambos grupos aumentaron su valor de mediana en el mismo índice (un aumento de 2 niveles para ambos). Pero, cuando se analiza la media, el grupo experimental lúdico tuvo un crecimiento mayor respecto al grupo enseñanza tradicional. En el grupo lúdico inicia con un nivel de 1,58 y alcanza 2,90 (aumento de 1,32 niveles) mientras que el grupo expositivo inicia con un nivel de 2,23 y alcanza los 3,30 (aumento de 1,07).

Es interesante destacar que el grupo enseñanza tradicional ha concluido la secuencia didáctica con un laboratorio. De esto se interpreta que este grupo mantuvo el Interés y concluyó con una motivación alta, justamente, atribuible a finalizar con una clase donde el estudiante es partícipe activo y, por lo tanto, se estimula su motivación. Mientras que el grupo experimental lúdico tuvo su clase de laboratorio en la mitad de la secuencia y finaliza con teoría y problemas y, sin embargo, ha tenido un crecimiento en el Interés y la Motivación.

Finalmente, se relatan las valoraciones que ha expresado la docente que llevó adelante la experiencia, en una entrevista posterior a la puesta a prueba de la secuencia didáctica. La misma describe el contexto en el que se encontraban los estudiantes: al regreso a clases después de 2 años de pandemia era necesario rearmar vínculos, hábitos de estudio y una readaptación. Algunos estudiantes padecían depresión y ataques de pánico (controlados con atención psiquiátrica). Acentúa la diferencia entre el grupo de experiencias lúdicas y el grupo de enseñanza tradicional. El grupo lúdico estuvo atento a las clases, con estudiantes que habían cambiado su actitud negativa. Esto sorprendió a la docente porque en la primera parte del año y durante el año anterior no habían tenido esa postura. Por su parte, el grupo de enseñanza tradicional no tuvo una buena respuesta, costaba que presten atención. Cuatro estudiantes directamente no trabajaron durante el proceso.

Sobre la secuencia didáctica diseñada, la docente destaca la importancia de dedicar un espacio a la historia de la ciencia porque permite a los estudiantes dimensionar el tiempo que ha llevado construir el conocimiento. Para su clase elaboró una presentación con una línea de tiempo donde volcó los principales hitos históricos de la evolución de la ciencia. La docente también aprovechó la oportunidad para poner en valor el trabajo de mujeres científicas.

Sobre el uso de la secuencia didáctica lúdica observa que la dinámica de la clase se potencia e incentiva a los estudiantes a tratar de responder a los hechos de la naturaleza que les ha planteado. Resalta la importancia de diseñar correctamente la rúbrica de conocimiento. Prevé volver a realizar una secuencia similar con más tiempo para elaborar las clases y pensar en un proceso más minucioso.

7. Conclusiones

El objetivo de esta experiencia fue poner a prueba un modelo de enseñanza de la Física mediante el uso de experiencias lúdicas para promover la comprensión y motivación de estudiantes de Nivel Medio.

En el marco teórico se describió una secuencia didáctica que incluye laboratorios lúdicos. Se trata de una propuesta que parte del conocimiento previo e intuitivo del estudiante y evoluciona hacia un modelo teórico. Este modo de trabajo en el aula se centra más en el estudiante que en el docente especialista que expone una clase. En los tres primeros pasos de la secuencia, todo lo que el estudiante sabe, cree conocer, intuye o ha experimentado previamente, se pone en disputa para resolver problemas cotidianos. La revisión histórica sobre cómo la ciencia sabe lo que sabe acerca del tema que se estudia ofrece al estudiante una visión diferente de la ciencia, muestra a los científicos en situaciones humanas y permite que los estudiantes puedan relacionar sus ideas con las que tuvieron los primeros científicos. Las experiencias lúdicas lo sitúan como un protagonista activo de su propio aprendizaje, permitiendo que la creatividad aflore por medio del juego y la libertad de acción en una clase diferente a la tradicional exposición del docente. Luego, las clases teóricas y de problemas confirman el conocimiento aprendido o lo ponen en conflicto cognitivo permitiendo llegar a un modelo teórico más sólido. El desarrollo de esta secuencia didáctica da lugar a que diferentes estudiantes puedan encontrar un punto de interés con el estudio de la Física: desde plantear situaciones comunes de nuestra vida, lo abstracto, lo histórico, la filosofía, el debate, la manipulación de elementos, toma de datos y conversión en tablas y gráficos, el juego y su creatividad, la resolución de nuevos problemas.

En la experiencia realizada, estudiantes de quinto año estudiaron el tema Hidrostática. En la variable comprensión se evaluaron cinco descriptores. Hubo crecimiento cognitivo en los dos grupos. Sin embargo, el grupo experimental lúdico arrojó resultados significativamente mayores en un descriptor (Principio de Pascal), moderadamente mejor en tres descriptores (Diferencia entre Presión y Fuerza, Presión Hidrostática y Principio de Arquímedes) y similares al grupo enseñanza tradicional en el último (Peso Específico). En promedio el grupo experimental lúdico ha tenido mejor resultado que el grupo enseñanza tradicional y en los cinco descriptores alcanzó un nivel de comprensión elevado.

En la medición de motivación ambos grupos aumentaron su nivel, aunque conservaron el ítem Interés. Las diferencias de medias favorecen al grupo experimental lúdico en ambas mediciones.

En síntesis, el trabajo tuvo como objetivo conocer el impacto de unas secuencias didácticas que incluyen laboratorios lúdicos. La experiencia responde favorablemente al objetivo de promover la comprensión y la motivación en estudiantes secundarios en las clases de Física. Para ello, se comparó este tipo de secuencias con la enseñanza tradicional. Se podría afirmar que el uso de secuencias didácticas con experiencias lúdicas muestra conclusiones alentadoras tanto para la motivación como para la comprensión. Si bien no se trata de resultados cerrados o definitivos, este trabajo aporta a la problemática de la enseñanza en el aula de Física. En adelante se espera llevar adelante nuevas experiencias y difundir esta propuesta a otros docentes para seguir profundizando en esta perspectiva.

Consideramos que los resultados alientan a la difusión de la herramienta didáctica para que otros docentes la puedan poner a prueba y a seguir investigando el impacto de los laboratorios lúdicos en el aula de Física.

8. Contribución de autores

Autor Marcelo Araoz: investigación y metodología, Autor Valeria Olguin: conceptualización y supervisión.

9. Declaración de fuentes de financiación

Esta investigación formó parte del proyecto de la Universidad Nacional del Comahue I263 denominado *Enseñanza de la física y química mediante el uso de experiencias lúdicas*. La financiación de la investigación proviene de este proyecto.

10. Declaración de uso de inteligencia artificial

Durante la preparación de este trabajo, los autores no utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa o tecnologías asistidas por IA.

11. Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses relacionado con la publicación de este artículo.

12. Referencias

- Adúriz-Bravo, A. y Izquierdo, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación En Educación En Ciencias*, 4(1), 40-49.
- Aizencang, N. (2010). *Jugar, aprender y enseñar*. Manantial.
- Araoz, M. y Olguín, V. (2021) Una revisión sistemática sobre las experiencias lúdicas para la enseñanza de la Física y la Química en la escuela media. *Revista Enseñanza de la Física*, 33 (3) pp 39-49.
- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., de Jong, O. y Pilot, A. (2006). A Research Approach to Designing Chemistry Education using Authentic Practices as Contexts. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1063-1086
- Campbell, B. y Lubben, F. (2000). Learning science through contexts: Helping pupils make sense of everyday situations. *International Journal of Science Education*, 22(3), 239-252
- Couso, D. (2013). *La elaboración de unidades didácticas competenciales*. Alambique, 74, 12-24.
- Crespo Madera, E. J., Álvarez Vizoso, T., Cruz Díaz Aguilar, E. & Villegas, J. L. (2002). Las prácticas de Laboratorio en la enseñanza de la física. *Pinar del Río: Laboratorio Docente*.
- Kortland, J. (2007). Context-based science curricula: Exploring the didactical friction between context and science content. *In Paper presented at the ESERA 2007 Conference Malmö, Sweden*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M.P. (2014) *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill
- Massa, M. (2017) *La enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela Media*. Fundamentos y desafíos. Homo Sapiens Ediciones.
- Matthews, M. (2017) *La enseñanza de la ciencia. Un enfoque desde la historia y la filosofía de la ciencia*. Fondo de cultura económica.
- Milkofsky, B, (17 de octubre de 2022) *David Bushnell and his Revolutionary Submarine*. Connecticut History Org. <https://connecticuthistory.org/david-bushnell-and-his-revolutionary-submarine/>
- Pedroza Gonzalez, E. (2018) *Hidráulica básica: historia, conceptos previos y ecuaciones*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Pozo, J.L. y Gómez Crespo, M.A. (1998) *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Morata.