

2023-2024

Manuela Martos
Parra

Tutor: Ramón
Castañer Botella

Especialidad: Física
y Química

TRABAJO FIN DE MÁSTER RECOPILOCIÓN DE OBJETOS PARA REALIZAR DEMOSTRACIONES DE FÍSICA



ÍNDICE

1. Resumen y palabras clave	2
2. Introducción y objetivos	3
3. Revisión bibliográfica	3
4. Propuestas	13
4.1. Mecánica:	13
4.1.1. Helicóptero de papel giratorio	13
4.1.2. Submarino con globos y botella	14
4.2. Dinámica	15
4.2.1. Pelota que levita en copa boca abajo.....	15
4.2.2. Coche con diferentes masas.....	16
4.3. óptica	17
4.3.1. Lente convergente casera.....	17
4.3.2. Prisma de agua.....	17
5. Discusión y conclusiones	18
6. Referencias bibliográficas	19

1. Resumen y palabras clave

El presente trabajo de investigación se centra en la relevancia de las demostraciones prácticas en la enseñanza de la física. A pesar del papel fundamental que esta ciencia desempeña en el desarrollo de la humanidad y sus múltiples aplicaciones en diversos campos, la enseñanza tradicional de la física a menudo se percibe como compleja y poco atractiva.

Las demostraciones prácticas son una herramienta fundamental para mejorar la enseñanza de la física y fomentar el interés de los estudiantes por esta disciplina. La implementación de estas prácticas requiere una inversión en recursos, formación docente y un cambio de enfoque en la enseñanza tradicional. Los beneficios de esta estrategia son múltiples y van más allá del ámbito académico, contribuyendo a la formación de ciudadanos más críticos y preparados para enfrentar los desafíos del futuro.

Con tales fines, este trabajo pretende analizar la problemática actual en la enseñanza de la física a través de una revisión bibliográfica y recopilar objetos sencillos, accesibles y de bajo coste, que se puedan fabricar y utilizar para realizar demostraciones efectivas. Destacando las ventajas para el aprendizaje de la física, como son la motivación y la mejora en la asimilación de conceptos. Finalmente, se proponen una serie de demostraciones para emplear en diferentes ramas de la física que requieren pocos recursos y escaso tiempo de preparación, siendo una excelente herramienta para el aula.

Palabras clave: Didáctica de la física, motivación, actividades prácticas, experimentos, formación docente, mejora educativa.

This research focuses on the relevance of practical demonstrations in physics education. Despite the fundamental role that this science plays in the development of humanity and its multiple applications in various fields, the traditional teaching of physics is often perceived as complex and unattractive.

Practical demonstrations are a fundamental tool to improve physics teaching and encourage students' interest in the discipline. The implementation of these practices requires an investment in resources, teacher training and a change of approach to traditional teaching. The benefits of this strategy are multiple and go beyond the academic sphere, contributing to the formation of more critical citizens prepared to face the challenges of the future.

To this end, this work aims to analyse the current problems in the teaching of physics through a literature review and to compile simple, accessible and low-cost objects that can be manufactured and used for effective demonstrations. It highlights the advantages for learning physics, such as motivation and improvement in the assimilation of concepts.

Finally, a series of demonstrations are proposed for use in different branches of physics that require few resources and little preparation time, making them an excellent tool for the classroom.

Key words: Physics didactics, motivation, practical activities, experiments, teacher training, educational improvement.

2. Introducción y objetivos

La física, como una ciencia esencial, ha tenido un papel fundamental en el progreso de la humanidad a lo largo de la historia. Sus principios y leyes han permitido comprender el universo. Además de su relevancia académica, la física tiene diversas aplicaciones prácticas en campos como la ingeniería, la medicina, la tecnología y la industria. Por tanto, es crucial fomentar el interés por esta disciplina entre las nuevas generaciones.

Este trabajo final de máster está promovido por la importancia y necesidad de realizar demostraciones prácticas por parte de los docentes en las clases de física, de esta manera se lograría una mayor comprensión y motivación por parte de los alumnos hacia esta materia y hacia el descubrimiento y pasión de todas las ciencias.

Para ello se analizará la problemática del desarrollo de la asignatura por parte de los docentes hacia sus alumnos mediante una búsqueda bibliográfica de diferentes investigaciones y se hará una recopilación de diferentes objetos utilizados para demostraciones de diferentes campos de la física.

3. Revisión bibliográfica

Al comienzo de la búsqueda bibliográfica encontramos el artículo de Vázquez, J.B. (1994) donde se trata la importancia y necesidad de las demostraciones prácticas y observables durante las clases de física en las aulas universitarias con el objetivo de complementar los conceptos teóricos. Nos aseguran que las experiencias de cátedra son un recurso didáctico de gran utilidad en la asignatura de Física, que acerca los fenómenos físicos y químicos a los alumnos a través de la propia observación, realizando experimentos y demostraciones en el propio aula. Definen las experiencias de cátedra como “la introducción en el aula de cualquier material, instrumento o montaje experimental que permita al alumno obtener una visualización directa y sencilla de conceptos o fenómenos físicos que se van a explicar, que se están explicando o que se explicaron en un determinado bloque temático. Además, nos apuntan que las experiencias de cátedra son un concepto diferente a las prácticas en el laboratorio. Las primeras se basan en ilustrar a los alumnos algunos aspectos teóricos o fenómenos científicos, mientras que en las segundas, es el propio alumno el encargado de realizar la demostración, guiado por el profesor, son actividades sustitutas y no son llevadas a cabo todas las veces deseadas debido al exigente contenido curricular. Las demostraciones científicas son un recurso complementario, útil y eficaz al poder introducirlas en el momento deseado logrando un aprendizaje significativo y contextualizado en el momento. Por último se subraya que los alumnos son parte de esta práctica, ya que su interacción ayuda a romper la monotonía de la clase, a asimilar mejor los conceptos y teorías físicas y a que el docente compruebe si el alumnado está asimilando los contenidos.

Por otro lado y como punto muy importante, en el artículo de Tapia, J. A. (1999) se exponen los requisitos cruciales para la motivación de los estudiantes de secundaria. Afirman que los estudiantes sí están preocupados por aprender. Ellos se sienten motivados cuando entienden los contenidos porque se les ayuda a ello y desmotivados cuando sienten que no aprenden y pierden el tiempo. Además cuando los adolescentes se sienten obligados a realizar una

tarea, afrontan el trabajo sin interés, no se esfuerzan en la tarea y buscan abandonar lo antes posible. En contraposición, cuando un alumno o alumna siente que progresa, ve sentido a la tarea y la siente como propia. Por lo tanto el docente debe ofrecer las condiciones óptimas para que los estudiantes asuman las tareas como propias y disminuya la obligatoriedad, sintiéndose más motivados.

Se evidencia que, a diferencia de los alumnos de Primaria, en Secundaria los alumnos reciben menos información durante el curso sobre sus actividades que proporcionen ayuda para pensar u aprovechar la información de sus errores. Esto resalta que el docente debe ofrecer más información para que los estudiantes interpreten y afronten las dificultades, progresen y tengan motivación por aprender.

Los puntos clave para motivar al estudiante de secundario son: despertar la curiosidad del estudiante, mostrar la relevancia específica del contenido o actividad, facilitar el mantenimiento del interés durante la actividad, diseñar las tareas de modo que permitan aprender a pensar, prestar atención a la forma de interactuar con alumnos y alumnas, promover siempre que sea posible el trabajo cooperativo, facilitar la percepción de que se actúa con autonomía, prestar atención a las percepciones de la evaluación que afectan a la motivación.

En una línea parecida a la de un artículo citado anteriormente, Vázquez, B. (2007) aborda un tema fundamental en la enseñanza de las ciencias, especialmente la física: la importancia de las actividades manipulativas en el proceso de aprendizaje. La implicación real en una tarea y los logros en la misma, vienen determinados por el interés que esta puede generar y es por ello que estas actividades como fuente de motivación, conducen a una comprensión más profunda de la naturaleza de la ciencia y de la tecnología.

El uso de las actividades manipulativas como una herramienta adicional en el ámbito educativo pueden contribuir al uso de tareas colaborativas, el desarrollo de pensamiento crítico y la adquisición de habilidades para la resolución práctica de problemas, convirtiendo a los alumnos en partícipes activos del proceso, manipulando los conceptos que aprenden con objetos cotidianos o con instrumentación facilitada por el profesor.

Las actividades manipulativas se pueden realizar de manera presencial en el aula durante una clase magistral, también pueden ser editadas de manera audiovisual para poder ser utilizadas fuera del aula. Incluso, este recurso puede ser empleado como sugerencia-reto de trabajo experimental no estructurado, haciendo alumnos más autónomos en la construcción de su conocimiento resolviendo problemas y fabricando un objeto o producto. Además, se pueden emplear la labor manipulativa realizando un museo interactivo en un aula, de esta manera el estudiante puede interactuar con sus iguales y con el profesorado a la vez que mejora su conocimiento científico, afectivo y social. En contraposición, se observa una incidencia muy baja en el diseño y desarrollo de actividades manipulativas en primaria y secundaria. Por lo que se debería de hacer un esfuerzo de adaptación/creación para que estas actividades puedan emplearse en mayor medida en el aula como herramienta de demostración.

Siendo interesante un nexo más fuerte entre museos interactivos, universidades escuelas y familias, con el fin de utilizar las actividades manipulativas del aprendizaje informal como material en la educación formal.

El artículo de Flores, J. (2009) trata otro tema esencial de la didáctica de las ciencias: el laboratorio y su representación en el proceso de enseñanza aprendizaje. Surge la necesidad de cuestionar la práctica tradicional en el laboratorio de ciencias, particularmente el de Química, en virtud de que su potencial didáctico. El laboratorio ofrece una oportunidad para integrar aspectos conceptuales, procedimentales y epistemológicos. Un cambio en nuestra práctica docente en el laboratorio debe implicar esfuerzos orientados a nuevas experiencias en las que se amerita ajustar tiempo, recursos, contenidos didácticos y actitudes para darle al laboratorio el lugar que reclama en el aprendizaje de la ciencia.

Años más tarde, Vázquez, B. (2011) recalca la experimentación en el aula como indispensable para conectar la teoría con la práctica y facilitar la comprensión de conceptos abstractos. Los Experimentos Prácticos de Física (EPF) pueden emplearse de diferentes modos: demostraciones durante una clase magistral, demostraciones interactivas durante una clase, miniproyectos de aprendizaje basado en problemas, semana de la ciencia mediante un museo con experimentos realizados por estudiantes. En cualquiera de sus posibles modalidades de uso, pueden ser una herramienta adicional para facilitar el aprendizaje de contenidos científicos y tecnológicos en cualquier entorno educativo. Sus principales ventajas son la contextualización adecuada, la flexibilidad y la motivación del alumno. El alumno es parte interactuante del proceso en el que se rompe la monotonía asociada a la clase magistral. Los experimentos prácticos intentan demostrar que la ciencia y la tecnología pueden ser interesantes, apasionantes, fáciles de entender y materias importantes en la vida cotidiana, y también algo beneficioso, colocando al alumno en una posición activa de aprendizaje: experimentando, formulando hipótesis, interpretando y llegando a conclusiones.

Aunque existe una falta generalizada de apoyo institucional, de tiempo y de formación del profesorado en este tipo de estrategias de aprendizaje, se ha observado un incremento en su uso, que da como resultado un aumento del compromiso de los agentes implicados, de la capacidad para aprender a aprender de los estudiantes y de la dinámica del proceso educativo.

El uso de EPH convenientemente organizadas y contextualizadas tiende un nexo entre la teoría y la práctica y conduce a cambios beneficiosos en la base y la forma en que aprenden los alumnos. La implicación y participación en las asignaturas se incrementa considerablemente según las opiniones manifestadas en diversas encuestas a los alumnos, y del mismo modo se contribuye, al desarrollo profesional de un colectivo docente.

En el estudio realizado por Mulhall, P. (2012) utilizaron una metodología cualitativa para explorar las opiniones sobre física de un grupo de profesores de física cuya práctica docente era tradicional, y las compararon con las opiniones de profesores de física que utilizaban enfoques de cambio conceptual. A través de entrevistas semiestructuradas y observaciones

analizaron que: Los profesores tradicionales consideraban que el aprendizaje de la física era el resultado de realizar determinadas actividades y en términos de adquisición de información sobre las ideas de la física. Para los profesores tradicionales, la física era vista como algo difícil porque es matemática y abstracta, y muchos estudiantes no tienen los atributos especiales necesarios para aprenderla. Los profesores conceptuales pensaban que el aprendizaje implica una actividad cognitiva por parte del estudiante y que los individuos construyen su propia comprensión en términos de sus marcos personales. Para los profesores conceptuales, las ideas de la física se consideraban continuamente abierto al aprendizaje. Consideraban que el debate era importante para los estudiantes, ya que ayuda a desentrañar y desarrollar la comprensión de las ideas de la física.

El estudio mixto realizado en Nueva Zelanda mediante encuestas y entrevistas por Buabeng, I. (2015) muestra que el diálogo en el aula de física tiende a no apoyar la epistemología constructivista o la enseñanza y el aprendizaje basados en la investigación. Esto es contrario a las aspiraciones del currículo nacional de Nueva Zelanda. Los enfoques de instrucción centrados en el estudiante no eran comunes en muchas clases de física. En la mayoría de los casos, los profesores decidían lo que sucedía en el aula y las ideas y sugerencias de los estudiantes desempeñaban un papel pequeño en la planificación de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Además, los estudiantes rara vez tenían la oportunidad de planificar e implementar sus propios diseños para experimentos.

Los profesores de física necesitan diseñar e implementar enfoques instructivos que permitan a los estudiantes aprender unos de otros. Además, los estudiantes del grupo de discusión pidieron más actividades y debates grupales, así como actividades prácticas que crearán una plataforma para aprender de las fortalezas y debilidades de los demás y lograr mejores resultados. Esto puede dar como resultado que los estudiantes desarrollen actitudes positivas hacia la física y deseen continuar sus estudios en niveles superiores de su educación.

Los profesores admitieron que la mayoría de los estudiantes no podían ver la física como una ciencia relevante porque la materia a menudo se enseñaba de una manera que no conectaba los conceptos de física con las situaciones cotidianas. También reconocieron que la enseñanza de la física era a menudo muy tradicional, utilizando el enfoque de la tiza y la charla. Estos hallazgos coinciden con la afirmación de los estudiantes de que la enseñanza de la física es a menudo dura y aburrida. Además se evidenció que los profesores de física de este estudio rara vez utilizaban herramientas TIC para la enseñanza de la física. Los programas de formación profesional deberían ayudar a los docentes a profundizar su conocimiento del contenido pedagógico para que el aprendizaje de sus estudiantes sea interesante y relevante. La falta de uso de enfoques didácticos interactivos en las aulas de física de forma frecuente y regular puede atribuirse en gran medida a los factores limitantes identificados por los docentes. Es posible que la mayoría de los docentes no cuenten con los recursos adecuados para utilizar herramientas TIC, una situación de la que no se puede culpar a los docentes. También se puede inferir de los hallazgos de que existe presión sobre los docentes para que completen las tareas de evaluación, la falta general de estatus y reconocimiento de la profesión

docente. Se cree que algunos estudiantes reciben clases de física, especialmente en la escuela secundaria, de profesores que no están cualificados para ello y que, por una razón u otra, han pasado de enseñar otras materias a enseñar física. Las prácticas de evaluación actuales y las elevadas cargas de trabajo de los profesores parecen haber afectado el tiempo que los profesores de física emplearían para preparar lecciones interesantes y participar en el desarrollo profesional.

Ese mismo año la publicación de Couso, D. (2015) nos ilustró con una reflexión sobre una enseñanza de las ciencias más adecuada. Nos habla de que las diferentes propuestas de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) tienen en común tres aspectos:

1) La voluntad de plantear un escenario de enseñanza-aprendizaje de indagación lo más auténtica posible (análogo al de una investigación científica real), donde los alumnos se plantean preguntas investigables y obtienen sus propios datos (generalmente de forma práctica, a partir de observaciones o experimentos) o hacen servir datos disponibles. Para ello, generalmente se organiza la instrucción en etapas o fases, siguiendo un cierto ciclo que pretende emular la investigación científica real.

2) Dar mucha importancia a la actitud y motivación de los y las estudiantes, otorgándoles un papel muy activo y protagonista. En general se les propone trabajar en grupo y se les da mucha más autonomía y capacidad de decisión y elección que en una aula tradicional, en particular cuando las indagaciones son abiertas y los estudiantes eligen fines y toda la temática a trabajar.

3) un papel más pasivo del profesor, basado en la idea de guía y facilitador de la indagación, así como aprendiendo con los alumnos de las ideas o del conocimiento que se genera en las indagaciones.

Se debe incentivar en los docentes el deseo de llevar actividad científica al aula, aunque está por ver si estas nuevas propuestas de enseñanza y aprendizaje más acordes con una visión de ciencia centrada en la construcción de explicaciones (modelos) serán capaces de capitalizarse. En particular, son aspectos preocupantes la formación del profesorado de acuerdo con los retos de una enseñanza de las ciencias y conseguir variedad de propuestas centradas en la modelización tanto para el aula de secundaria como de primaria.

Nuevamente en relación al laboratorio, en el estudio de Taber, K. S. (2015) se llegó a la conclusión de que al realizar trabajos de laboratorio, a veces puede ser más eficaz utilizar demostraciones del profesor que prácticas de los alumnos. De este modo, los alumnos no desarrollarán sus habilidades manipulativas, pero podrán centrarse en los fenómenos que deben observar. A menudo, en los trabajos prácticos de los alumnos, buena parte de los recursos mentales de que disponen se dedican a recoger y organizar aparatos y materiales, lo que deja poca capacidad para pensar sobre las ideas científicas. Esto se evita en las demostraciones y, además, el profesor puede dirigir la atención hacia las características clave que deben observarse y ayudar a los alumnos a interpretar sus observaciones en términos del lenguaje, las ideas correctas y los conceptos químicos relevantes.

La investigación realizada por Solbes, J. (2018) mediante cuestionarios y encuestas a docentes de física y química, que han realizado diferentes cursos de formación, pone de manifiesto la existencia de dos tipologías docentes con grandes diferencias entre ellas en lo referente a estrategias de enseñanza, uso de materiales de aprendizaje innovadores, gestión de aula y utilización de las TIC, y permiten afirmar que los cursos puntuales cambian poco la práctica docente.

En general, los resultados muestran que los profesores que han realizado mayores cambios en su práctica docente son los que poseen una mayor formación en didáctica de las ciencias, acompañada de la implementación de esta en el aula.

Es clave la implementación de la innovación en el aula por parte del profesorado.

Un enfoque de investigación sobre la formación del futuro profesorado de ciencias podrían ser: la investigación en didáctica de las ciencias en modelización, indagación, argumentación, naturaleza de la ciencia, pensamiento crítico y cuestiones sociocientíficas, etc., que deberían ser incorporadas en las especialidades de ciencias de los másteres de formación del profesorado de secundaria.

En relación con el gran valor de los experimentos científicos nombrados anteriormente, se destaca lo expuesto en el artículo de Parra, S. C. (2019) que afirma que si se rompe la rutina de una clase con un experimento llamativo, realizado con objetos o productos cotidianos como el vinagre o el bicarbonato, el estudiante quedará impactado, divertido y entretenido, con el resultado de no olvidar ese hecho y con ganas de querer saber más. En resumen, el aprendizaje produce emociones y las emociones estimulan el aprendizaje.

Por otro lado, es interesante el análisis que realizó Oppliger, L.V. (2019) para vislumbrar el efecto de las ferias científicas en la motivación, autoeficacia e interés por la ciencia en estudiantes de secundaria de la Región Metropolitana de Chile. La investigación, que consistió en encuestas pre y post feria a 384 estudiantes, mostró resultados favorables sobre el impacto de dichas actividades en las variables mencionadas. Los resultados de la investigación indican que las ferias científicas pueden ser útiles para fomentar el interés por la ciencia en los jóvenes, sobre todo en aquellos con menos conocimientos científicos. Al participar en investigaciones de sus compañeros e involucrarse en el evento, los estudiantes pueden ver la ciencia de una manera cercana, relevante y accesible.

Un año después, el libro de Couso, D. (2020) explica la manera más acertada de enseñar ciencia. Para enseñar ciencia es necesario analizar la propia práctica y detectar aspectos problemáticos y mejorables, reflexionar sobre las aportaciones de la investigación en Didáctica de las Ciencias, observar las prácticas de calidad de otros docentes, diseñar y experimentar propuestas de mejora fundamentadas, analizar los resultados de la experimentación en función de los aprendizajes conseguidos y reformular las propuestas de intervención y los principios didácticos que las sustentan.

Cambiar sustancialmente la forma de enseñar ciencias es un proceso que involucra aspectos personales, cognitivos, emocionales, sociales y culturales. Para mejorar la enseñanza de las ciencias, la formación docente es imprescindible, pero no es suficiente. Son precisos cambios estructurales y culturales.

Se subrayan las estrategias formativas basadas en promover que los docentes vivan experiencias similares a las que se les propone que ellos implementen, así como que desarrollen una cultura de “investigación” sobre su práctica: detectar problemas en su enseñanza, diseñar una intervención educativa, experimentarla y evaluarla, revisando finalmente los principios teóricos que la sustentan y comenzando un nuevo ciclo.

Los procesos de mejora de la enseñanza de las ciencias en equipo (de centro o intercentros) y apoyados por expertos se desarrollan mucho mejor, obteniendo resultados de alto impacto y duración. La profesión docente precisa del desarrollo de una cultura colaborativa, donde haya comunicación para la solución de los problemas profesionales reales y compartidos.

Para finalizar, la investigación didáctica ha demostrado:

- La enseñanza de las ciencias requiere del desarrollo de un tipo especial de conocimiento, fundamentado, profesionalizado y práctico, denominado “conocimiento didáctico del contenido” (CDC) o “conocimiento práctico profesional (CPP)”.
- Este conocimiento es fruto de la interacción entre distintos tipos de saberes (conocimientos y prácticas científicas, conocimiento pedagógico, conocimiento experiencial y conocimiento metadisciplinar).
- Forman parte del CDC conocimientos sobre las finalidades de la educación científica, la ciencia escolar, las ideas de los estudiantes sobre los asuntos científicos, la metodología para enseñar ciencias y la evaluación de la enseñanza de las ciencias.
- Los años de experiencia docente no son un factor determinante en la calidad de la enseñanza de las ciencias ni en la mejora de los resultados de aprendizaje de los estudiantes.
- La relación entre enseñanza y aprendizaje no es directa y mecánica.
- El esfuerzo del alumnado es inútil si los contenidos propuestos quedan fuera de su zona de desarrollo próximo, de aquello que tiene capacidad de aprender según el nivel de desarrollo de sus diferentes capacidades.
- El grado de aprendizaje de los estudiantes es distinto según el enfoque de enseñanza utilizado. La enseñanza transmisiva provoca aprendizajes de baja calidad (se olvidan pronto y no se transfieren a situaciones prácticas fuera del contexto escolar). En contraposición, la enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar fomenta aprendizajes más diversos y de mayor calidad.
- La legislación educativa actual promueve prácticas de enseñanza de las ciencias acorde con un modelo de investigación escolar, para el aprendizaje de saberes, además de habilidades y valores propios de la metodología científica.
- La legislación vigente no determina exactamente los contenidos que hay que enseñar. Son los libros de texto los que proponen, bajo su criterio editorial, contenidos de manera detallada. Estos varían entre unas editoriales y otras. El grado de coherencia entre lo que propone la legislación y lo que proponen los libros de texto es desigual según las editoriales.

- Si los docentes seleccionan y organizan los contenidos relevantes para un contexto concreto, obtienen mejores resultados de aprendizaje en sus estudiantes que si no lo hacen.

Es preciso mencionar un tipo de recurso que se está abriendo camino cada vez más, nos referimos a la gamificación en el aula presentado en el artículo de Martínez, M. P. (2021). Se ha evidenciado que la experiencia trabajando la gamificación como estrategia metodológica con el alumnado de ESO es positiva reflejándose tanto en la escala de observación como en la encuesta. Durante la práctica se observa un alumnado entregado, esforzándose por conseguir objetivos siendo capaces de compartir sus conocimientos e ideas para conseguir el objetivo común. Consideramos la experiencia es gratificante para el alumnado y para el profesorado, puesto que la motivación fue manteniendo un ambiente de confianza en el aula. Para concluir esta afirmación consideramos que hay que investigar más la gamificación porque es una estrategia muy válida para la enseñanza por competencias.

En el Trabajo de Fin de Máster de Formariz, A. (2021) se trata la importancia de los experimentos de física y química para los estudiantes de cuarto de la ESO como herramienta motivadora. En adición, incluye una recopilación de nueve experiencias de aula, realizadas con materiales de bajo coste, para la asignatura de Física y Química.

La asignatura de Física y Química tiene un alto carácter experimental, por lo tanto, cuantas más actividades prácticas se puedan llevar a cabo, mejor será su aprendizaje.

Los beneficios de las experiencias científicas de aula son múltiples: permiten conectar con facilidad los conceptos estudiados con la vida cotidiana; se potencia la observación y la interpretación de las demostraciones, se logra atraer la atención del adolescente, el estudio de la asignatura de Física y Química se vuelve más práctico, se desarrollan las habilidades comunicativas, la reflexión y el pensamiento crítico del adolescente logrando su desarrollo integral y permiten trabajar las competencias clave.

Para implantar estas sesiones se han de hallar experimentos que estén conectados con los contenidos del currículo, tener a disposición el material necesario y el docente debe conocer la materia a la perfección y ser capaz de dominar el diálogo para guiar a los estudiantes en su razonamiento y saber reconducir las ideas erróneas.

Los objetivos que presenta la autora sobre las experiencias científicas en el aula son los siguientes:

- Fomentar la observación de los fenómenos físicos químicos presentes en la vida cotidiana en los adolescentes.
- Interpretar las diferentes experiencias científicas relacionándolo con el contenido de la asignatura Física y Química
- Reforzar y profundizar sobre los contenidos teóricos de la asignatura.
- Atraer la atención del alumnado.
- Fomentar la curiosidad y el interés por la ciencia.
- Transformar la connotación aburrida de la asignatura Física y Química por una entretenida, divertida y enriquecedora.

- Fomentar la participación en el alumnado a través de la colaboración en la realización de las experiencias o participando en el diálogo.
- Desarrollar la capacidad comunicativa de los estudiantes empleando un lenguaje científico y una argumentación adecuada.
- Desarrollar la creatividad del estudiante.
- Desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes.
- Aplicar el método científico: observar, formular hipótesis, plantear experiencias para la comprobación de dichas hipótesis, interpretar los resultados y formular una conclusión.
- Comprender que estamos rodeados de ciencia.
- Motivar a los alumnos para evitar el fracaso escolar y mejorar los resultados.

Hace solo un año se publicó en una revista el artículo de Vitores, M. (2023) donde se reitera de nuevo la trascendencia de las prácticas experimentales de física y química en el aula. En esta materia no se trata solo de memorizar datos, sino de comprender los porqués detrás de los fenómenos observados. Este tipo de comprensión profunda es esencial para la aplicación efectiva del conocimiento en situaciones del mundo real.

Estas demostraciones estimulan el interés y la curiosidad. La ciencia se convierte en un espectáculo emocionante y sorprendente. Los estudiantes se convierten en investigadores en sus propias aulas. Este estímulo temprano del interés científico puede tener un impacto duradero, llevando a una mayor exploración y estudio independiente, incluso para aquellos que pueden no haberse sentido inicialmente atraídos por la ciencia.

Fomentan una mentalidad científica, promoviendo la curiosidad, la observación cuidadosa y la comprensión profunda. Son una inversión en el futuro de la ciencia y de una sociedad informada y crítica. Finalmente, estas demostraciones también ayudan a formar ciudadanos comprometidos y apasionados por el descubrimiento y la exploración continua del mundo que los rodea.

Miguel Hernández

También es interesante tener en cuenta los recursos digitales que podemos encontrar en: <https://aulainteractiva.com.ve/experimentos-virtuales/> Los experimentos virtuales se basan en el uso de simulaciones y experimentos interactivos que normalmente serían realizados en entornos de laboratorio físicos. Estos simulan las herramientas, equipos, pruebas y procedimientos utilizados en física, química, biología y otras disciplinas. Sus beneficios principales son los siguientes:

- Suponen una ayuda visual para enseñar conceptos complejos.
 - Son una forma segura de realizar experimentos que pueden ser peligrosos.
 - Permiten a los estudiantes involucrarse en el aprendizaje
 - Son interactivos y permiten a los estudiantes explorar y experimentar con diferentes variables.
 - Son flexibles y pueden adaptarse a las necesidades de los estudiantes.
 - Resultan menos costosos
 - Significan herramientas valiosas para el aprendizaje a distancia
- Algunos recursos de experimentos virtuales a considerar:
- PhET: <https://phet.colorado.edu/es/>
 - CienciaNet: <https://ciencianet.com/index.html>

- Experimentos – divulgadores.com:
<https://divulgadores.com/category/experimentos/>
- Experimentos fáciles: www.experimentosfaciles.com/
- Laboratorio virtual: labovirtual.blogspot.com/

Para finalizar nuestra búsqueda bibliográfica, comentamos el artículo más reciente encontrado de Bohórquez, V. M. (2024). En este se exponen los desafíos actuales que enfrentan los docentes de Física.

Las problemáticas en la enseñanza de la física podrían abordarse mediante un enfoque tecnológico en la didáctica, aunque su implementación en las aulas aún requiere desarrollo. La tecnología ha sido incorporada en la enseñanza, enfrentando obstáculos financieros, de desarrollo de software y de capacitación docente. A través de plataformas como YouTube y Moodle, se ha aumentado el acceso a contenido educativo, y laboratorios grabados ofrecen la oportunidad de observar experimentos reales. Estas herramientas tecnológicas son fundamentales para mejorar la enseñanza de la física y están disponibles para su consulta y uso. Sin embargo, se requiere un mayor esfuerzo para integrar efectivamente estas tecnologías en la enseñanza y superar las barreras existentes en la implementación en el aula.

Las investigaciones sobre el uso de teléfonos móviles en el aula, especialmente en prácticas de laboratorio, están transformando la educación al ofrecer soluciones económicas y precisas para mediciones físicas. Estudios exploran la utilización de los múltiples sensores de los smartphones, como el acelerómetro y el sensor de luz, para experimentos prácticos. Estas investigaciones destacan la calidad y accesibilidad creciente de los dispositivos móviles, así como la disponibilidad de aplicaciones gratuitas y actualizadas para manipular datos en el laboratorio. Estas iniciativas abren nuevas oportunidades para el aprendizaje experimental en el aula y la investigación futura sobre su impacto en el proceso educativo.

Algunos de los persistentes desafíos en la enseñanza de esta materia son el aprendizaje de conceptos complejos, la integración de tecnología para mejorar la comprensión de fenómenos naturales de difícil interpretación y ofrece entornos estimulantes para los estudiantes.

La tecnología en el aula permite una comprensión más profunda de conceptos abstractos y puede sustituir prácticas de laboratorio costosas. A pesar de estos avances, muchos docentes expresan insatisfacción con los resultados de aprendizaje de sus estudiantes, resaltando así la responsabilidad fundamental que tienen en la formación de las generaciones jóvenes, ya que el desarrollo de un país está intrínsecamente ligado a la calidad de la educación en ciencias y tecnología.

Respecto al empleo de la tecnología como herramienta complementaria en el ámbito didáctico, se están explorando diversos enfoques, entre los cuales destacan los simuladores, los cuales posibilitan la visualización de conceptos abstractos y permiten a los estudiantes manipular fenómenos inaccesibles. Asimismo, la tecnología facilita la creación de materiales didácticos, que van desde la grabación de clases para que los estudiantes las revisen a su propio ritmo de aprendizaje, hasta la elaboración de Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVAs), que ofrecen experiencias interactivas con retroalimentación inmediata, aprendizaje basado en el error y la capacidad de practicar repetidamente según las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

El creciente y accesible uso de smartphones en el aula conlleva una revolución educativa, a la par del desarrollo de inteligencia artificial, lo que abre un amplio abanico de oportunidades para la enseñanza de la física.

El empleo de documentales y películas, así como su proyección en el aula sigue siendo un recurso relevante.

La exploración de las biografías de científicos tanto del pasado como del futuro permite a los estudiantes valorar las significativas contribuciones de estos individuos a la humanidad.

Finalmente apuntar que la falta de coordinación entre el currículo escolar y los estándares educativos establecidos por el gobierno podría resultar en una desconexión entre lo que se enseña en el aula y lo que se evalúa en los exámenes estandarizados, lo que a su vez puede afectar negativamente la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

4. Propuestas

El planteamiento de este trabajo ha sido la recopilación de objetos para demostraciones en la asignatura de física, con materiales de bajo costo y cotidianos que sean fáciles de encontrar tanto para el docente como para los estudiantes y familias. Además se persigue que el docente pueda realizar experimentos o demostraciones sencillos, que no suponga una preparación tediosa ni una jornada de tiempo excesiva. A continuación, se exponen los objetos elegidos, agrupados por conceptos físicos, y su utilidad educativa:

4.1. Mecánica:

4.1.1. Helicóptero de papel giratorio

Materiales y fabricación: Este objeto como se observa en la figura 1 es sencillo de realizar, mediante un folio con medidas 15cm de largo y 4cm de ancho, solo se habrá de cortar por las líneas y doblar como se muestra en las imágenes.

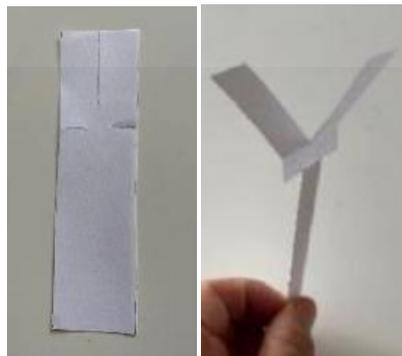


Figura 1. Plantilla y helicóptero de papel ya montado. Google imágenes.

¿**Cómo funciona?** Al soltarlo desde altura, este cae girando.

¿**Qué estudia?** La descomposición de las fuerzas y la acción reacción.

En la siguiente figura se observa porqué gira. Según va cayendo el aire choca con cada aspa y sale despedido con una fuerza oblicua hacia abajo. Esta es la fuerza de acción sobre el aire.

Según el principio de acción y reacción debe haber una fuerza de reacción (con línea discontinua) sobre cada aspa en la misma dirección pero distinto sentido a la fuerza sobre el aire. Hemos descompuesto esta fuerza de reacción, en dos fuerzas: una vertical y otra horizontal que como tiene distinto sentido en cada aspa obliga al dispositivo a realizar un movimiento giratorio muy vistoso.

Según el principio de conservación del momento angular hay una tendencia a girar manteniéndose el mismo eje de giro por lo que el dispositivo cae verticalmente y así se mantiene cayendo lentamente o al menos no muy deprisa.

En la figura 3 se pueden observar las fuerzas que actúan en una de las aspas.

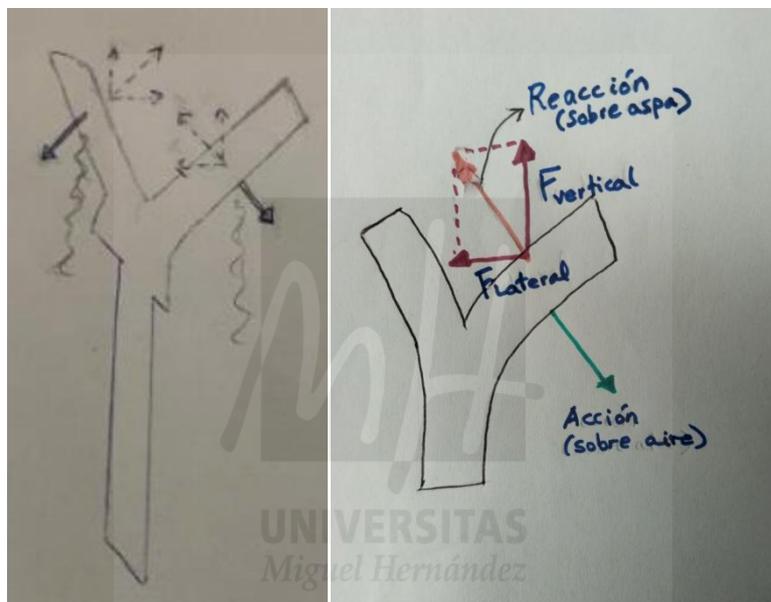


Figura 2. Esquema demostrativo de las fuerzas actuando en las aspas.
Elaboración propia.

4.1.2. Submarino con globos y botella

Materiales: Tres globos, una tuerca grande y una botella de plástico y agua.

Fabricación:

- Insertar las boquillas de los tres globos en la tuerca, dejando que estas sobresalgan para permitir la entrada de agua en los globos.

¿Cómo funciona?:

- Introducir el submarino (como se observa en la figura 3) creado anteriormente dentro de la botella con un volumen de 3/4 de agua y cerrarla.
- Apretar con la mano la parte de abajo y observar como el submarino descienden hasta el fondo y al soltar se puede ver como volverán a flotar hasta la superficie.

Esto sucede porque antes de presionar la botella el peso del submarino es igual al empuje del agua y por eso flota. Sin embargo, cuando se aprieta la botella entra agua en la parte inferior de los globos y como pesan más se hunden.

Si soltamos habrá menos presión, y los globos liberarán el agua.

El principio de Pascal muestra que al cerrar la botella y apretarla la presión crecerá por igual en todo el agua. Por eso la parte inferior de los globos se llena de agua y se puede hundir el submarino.

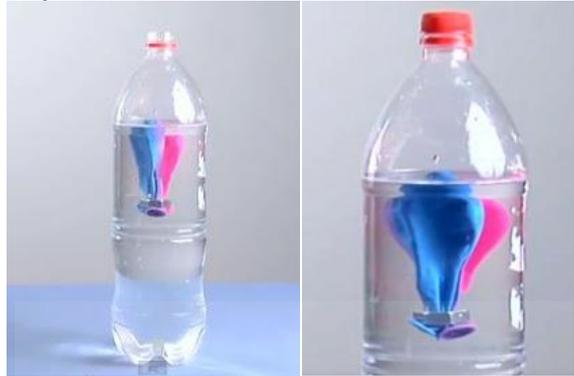


Figura 3. Submarino. Google imágenes.

¿Qué se estudia?: principio de Pascal y el de Arquímedes.

El principio de pascal visto en el casco del submarino donde ejerce el agua una presión perpendicular a la superficie.

El principio de Arquímedes visto en la flotabilidad del submarino. Donde este realiza un empuje hacia arriba, que es igual al peso del volumen del agua desalojada por este. Cuando hay que sumergirse, las válvulas se abren y los tanques se llenan de agua. Por lo tanto, el peso del submarino aumenta y debido a esto comienza un movimiento descendente. Sin embargo, para hacer subir el submarino, se libera aire altamente comprimido que expulsa el agua de los tanques.

4.2. Dinámica

4.2.1. Pelota que levita en copa boca abajo

Materiales: Copa de vidrio o plástico y pelota de ping-pong.

¿Cómo funciona?: Se coloca una copa cubriendo una pelota de ping-pong situada sobre una mesa, se hace girar la copa con la mano a una velocidad constante. Se levanta la copa de la mesa mientras se va girando. La pelota gira con la copa y no caerá al suelo.



Figura 4. Pelota levitando en copa. Google imágenes.

¿Qué se estudia?: La componente horizontal de la fuerza normal, junto a la fuerza de rozamiento, proporciona la fuerza centrípeta que tira de la pelota y la mantiene describiendo una trayectoria circular. Se puede observar en la figura 5.

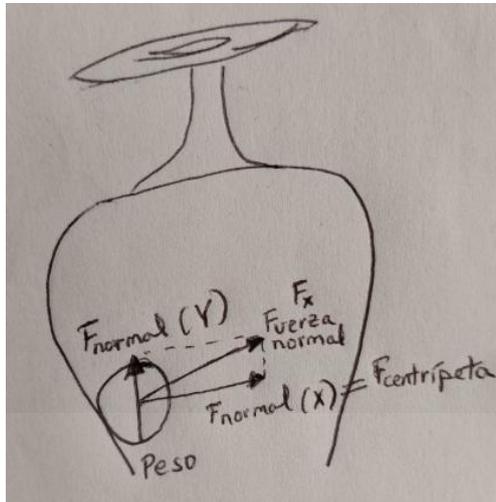


Figura 5. Esquema fuerzas pelota. Elaboración propia.

4.2.2. Coche con diferentes masas

Materiales: Un coche de juguete con tracción, diferentes masas con diferentes pesos (pueden ser bolas de plastilina), cinta métrica.

¿Cómo funciona?: El coche se desplaza siempre la misma distancia hacia atrás, para que la fuerza hacia delante, gracias a la tracción, sea la misma. En un primer momento se suelta sin masa añadida. Después se van añadiendo distintas masas.

Con este experimento se puede comprobar la segunda ley de Newton. La fuerza es proporcional a la masa. Por eso, si la fuerza es la misma, a mayor masa menor aceleración: $F = m \cdot a$

Pueden tomarse medidas con una cinta métrica para calcular a qué distancia exacta llega el coche en cada caso.



Figura 6. Materiales para el experimento. Google imágenes.

4.3. óptica

4.3.1. Lente convergente casera

Materiales: un vaso transparente, una hoja de papel, un rotulador y agua.

Fabricación y funcionamiento:

- En la hoja de papel dibujaremos una línea horizontal en el centro y en cada lado una flecha con sentidos opuestos como se muestra en la figura 7.
- Colocaremos la hoja en la parte de detrás del vaso con una separación de 5 a 10cm.
- Llenaremos el vaso hasta la línea dibujada anteriormente.
- La flecha cambia de dirección porque el vaso con agua se comporta como una lente convergente (cómo se observa en la figura 7) . Estas lentes tienen la propiedad de formar imágenes invertidas. Cuando los rayos de luz llegan al vaso o a la lente, este los desviar de forma inversa o formando figuras inversas (como se observa en el esquema de la figura 8).



Figura 7. Refracción debido al efecto de lente convergente. Elaboración propia.

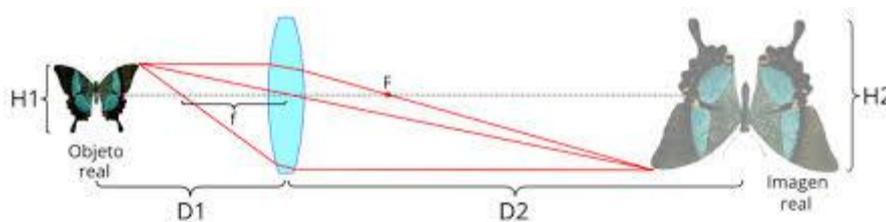


Figura 8. Funcionamiento lente convergente. Google imágenes.

4.3.2. Prisma de agua

Materiales: Un recipiente, un espejo, una hoja de papel, agua y luz del sol o artificial como una linterna.

Fabricación y funcionamiento:

- Llenar hasta la mitad el recipiente con agua e introducir el espejo hasta que quede cubierto hasta la mitad. En mi casa utilicé una cuchara para hacer de tope y que el espejo quedara bien colocado.
- Si no hay luz del sol, alumbrad con una linterna al espejo.
- Buscar el reflejo con la hoja de papel.
- La luz entra en el agua, se refleja en el espejo y vuelve a salir.
- Como resultado, la luz blanca se divide en el espectro de colores, reflejándolo en la hoja de papel (como se observa en la figura 9).
- El agua hace la función de prisma.



Figura 9. Pasos seguidos para realizar el experimento y resultado final.
Elaboración propia.

5. Discusión y conclusiones

Pese a que desde hace décadas se pone de manifiesto la importancia de realizar más demostraciones, experimentos, prácticas de laboratorio, etc., actualmente el ámbito de la educación sigue sin darle el valor, espacio y tiempo que merece. Esto afecta a la visión de la asignatura de Física como difícil, aburrida e incomprensible por gran parte de los estudiantes de varios niveles educativos.

Implementar este tipo de actividades demanda una inversión significativa de recursos y tiempo, tanto durante las sesiones como en su preparación; lo que representa un obstáculo frecuente para el docente. Esta carga de trabajo dificulta su inclusión en todas las unidades del curso. Por eso es interesante el desarrollo de demostraciones sencillas y llamativas que expliquen de manera clara los contenidos, que se puedan realizar con materiales de fácil acceso y poco costosos, para que así también tengan acceso las familias y los estudiantes los puedan hacer o replicar en casa.

Se debe invertir más en la formación de los docentes para que lleven a las aulas una manera más efectiva de impartir esta asignatura tan importante.

Recalcar que una buena manera de enseñar ciencia, llevando a las aulas más didáctica, hace que los alumnos y alumnas se sientan con más autoestima y más motivados a seguir y completar actividades, exámenes,

proyectos, etc. Aportando mayor éxito, ya que los estudiantes elegirán, permanecerán en la asignatura y supondrá menor fracaso escolar. Además, muchos niños y adolescentes disfrutarán aprendiendo fenómenos del mundo que les rodea, siendo esto muy útil para su vida presente y futura. Fomentando una mentalidad científica, crítica, curiosa e informada. Pudiendo en un futuro acceder a carreras tecnológicas-científicas, como ingenierías (tan importantes y demandadas), o docente de física aportando una mejor manera de impartir la asignatura a generaciones futuras.

Finalmente, dar más relevancia y cabida al empleo de nuevas tecnología como herramienta complementaria en el ámbito didáctico, tales como aplicaciones móviles, simuladores, laboratorios virtuales, etc.,. Los cuales posibilitan a los estudiantes la visualización de conceptos abstractos y les permiten manipular fenómenos inaccesibles. Además la importancia de la gamificación para dar un plus de motivación y de diversión a los alumnos y alumnas.

6. Referencias bibliográficas

Aula Interactiva: <https://aulainteractiva.com.ve/experimentos-virtuales/>

Bohórquez, V. M. (2024). Desafíos en la Enseñanza de la Física: Análisis a partir de una Revisión Bibliográfica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 8702-8715.

Buabeng, I., Conner, L. y Winter, D. (2015). The Lack of Physics Teachers: ``Like a Bath with the Plug out and the Tap half on´´. *American Journal of Educational Research*, 3(6), 721-730.

Ciencia en Acción: <https://cienciaenaccion.org/>. Y material cedido por el tutor de este Trabajo de Fin de Máster.

Couso, D. (2015). «La clau de tot plegat: la importància de "què" ensenyar a l'aula de ciències». *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 29.

Couso, D., Jiménez-Liso, M. R., Refojo, C., Sacristán, J. A., & (Coords). (2020). Enseñando ciencia con ciencia, FECYT y Fundación Lilly. Madrid: Penguin Random House.

Flores, J., Caballero Sahelices, M. C., & Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de investigación*, 33(68), 75-111.

Formariz, A (2021). Aplicación de experimentos en física y química como herramienta motivadora para el currículo de 4º de ESO. [Trabajo fin de máster, Universidad de Salamanca]

Martínez, M. P. y Novo, A. (2021). La gamificación en el aula de educación secundaria: análisis y orientación didáctica. *Trances*, 13(1): 15-37.

Mulhall, P., & Gunstone, R. (2012). Views about learning physics held by physics teachers with differing approaches to teaching physics. *Journal of Science Teacher Education*, 23(5), 429-449.

Parra García, S. C. (2019). Aprendiendo desde la emoción. *Infancias Imágenes*, 2(18), 285-294. Recuperado de: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/infancias/article/view/14532>

Oppliger, V., Nuñez, P. y Gelcich, S. (2019). Ferias Científicas como Escenarios de Motivación e Interés por la Ciencia en Estudiantes Chilenos de Educación Media de la Región Metropolitana. *Información tecnológica*, 30(6), 289-300. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000600289>

Solbes, J.; Fernández-Sánchez, J.; Domínguez-Sales, M. C.; Cantó, J. y Guisasola, J. (2018). Influencia de la formación y la investigación didáctica del profesorado de ciencias sobre su práctica docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 25-44.

Taber, K. S. (2015). The role of 'practical' work in teaching and learning chemistry. *School Science Review*, 96(357), 75-83

Tapia, J. A. (1999). Motivación y aprendizaje en la enseñanza secundaria. *Psicología de la instrucción: la enseñanza y el aprendizaje en la educación secundaria*, 105-140.

Vázquez, J. B., García, E., y González, P. (1994). Introducción de demostraciones prácticas para la enseñanza de la física en las aulas universitarias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(1), 63-65.

Vázquez, B., Blanco-García, J. y Costa, M. F. M. (2011). Physics Experiments for Classroom. En M. Novak (Ed.), *Actas del 8º Congreso Internacional sobre Ciencia Práctica. Enfoque en Multimedia* (págs. 411-420). Ljubljana, Eslovenia: Universidad de Ljubljana.

Vázquez, B., y Rúa-Vieites A. (2007), Actividades manipulativas para el aprendizaje de la Física, *Revista Iberoamericana de Educación*, 42: 7, 1-15, 2007.

Vitores, M. (2023). Importancia de las demostraciones prácticas de física y química en el aula. *Revista Ventana Abierta*, 15(2), 55-62.