



Universidad
Zaragoza



**Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas**

Especialidad en Física y Química

TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2022/23

El tiro parabólico y sus componentes: del simulador a la experiencia real.

Autor: José Miguel Luque Alled

Director: Juan Luis Pueyo Sánchez

Nombre del alumno	José Miguel Luque Alled
Director del TFM	Juan Luis Pueyo Sánchez
Tutor del Centro de Prácticas II	Gabriel Mansilla
Centro Educativo	IES Francisco Grande Covián
Curso en el que se desarrolla la propuesta	4º ESO
Tema de la propuesta	Tiro parabólico

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	5
a) Presentación personal.....	5
b) Presentación del currículo académico.....	5
c) Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I y II.....	6
d) Presentación del trabajo.....	7
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM	7
Actividad 1. Adecuación de una práctica de laboratorio basada en las experiencias bibliográficas.....	7
Actividad 2. Uso de las TICs para la enseñanza y el aprendizaje de la física y la química.....	8
III. PROPUESTA DIDÁCTICA.....	9
a) Título: Influencia del ángulo en la trayectoria del tiro parabólico.....	10
b) Evaluación inicial.....	10
c) Conocimientos previos esperados:.....	11
d) Dificultades de aprendizaje:.....	12
e) Objetivos didácticos:.....	12
f) Revisión bibliográfica. Uso del simulador y de la experiencia práctica.....	13
IV. ACTIVIDADES.....	14
a) Contexto del aula y participantes.....	14
b) Temporalización.....	14
Actividad 1. Observación de la trayectoria de un tiro parabólico en función del ángulo de lanzamiento.....	16
Actividad 2: Tiempo de vuelo según el ángulo de lanzamiento y su relación con la velocidad inicial en cada eje.....	18
Actividad 3. Influencia del rozamiento mediante una experiencia práctica de lanzamiento de un cohete.....	20
V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE.....	22
Actividad 1. Observación de la trayectoria de un tiro parabólico en función del ángulo de lanzamiento.....	22
Actividad 2: Tiempo de vuelo según el ángulo de lanzamiento y su relación con la velocidad inicial en cada eje.....	22
Actividad 3. Influencia del rozamiento mediante una experiencia práctica de lanzamiento de un cohete.....	23
VI. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA.....	23
VII. CONSIDERACIONES FINALES.....	24

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 25

I. INTRODUCCIÓN.

a) Presentación personal

Nací hace 30 años en Barcelona y durante este tiempo he tenido la suerte de poder vivir en diferentes lugares y conocer diferentes culturas. A pesar de nacer en Barcelona mis raíces son aragonesas por parte de madre y andaluzas por parte paterna. La mayor parte de mi vida me he criado en Zaragoza donde estudié la educación primaria, secundaria y universitaria (Grado en Químicas). Con 21 años me marché de Erasmus a Edimburgo (Escocia) y posteriormente cursé mis estudios de doctorado en ciencias químicas en la Universidad de Manchester (Reino Unido) durante los años 2015-2020. Además, durante 6 meses realicé una estancia en el instituto Catalán de Nanociencia y Nanotecnología (Barcelona, España). Finalmente, en 2021 me incorporé a la Universidad de Zaragoza como docente-investigador en el departamento de Ingeniería Química.

Vivir en el extranjero durante un período prolongado de tiempo me ha permitido sumergirme en diferentes culturas y sistemas educativos, lo que ha ampliado mi perspectiva y enriquecido mi experiencia personal y académica. He tenido la oportunidad de conocer personas de diferentes orígenes y de aprender de ellos, lo que me ha ayudado a desarrollar mi capacidad para adaptarme a entornos nuevos y a pensar de manera más global.

Además, estudiar en diferentes universidades me ha brindado la oportunidad de experimentar diferentes métodos de enseñanza y aprender de diferentes enfoques académicos. He podido conocer a profesores y compañeros de todo el mundo y he tenido la oportunidad de colaborar con ellos en proyectos de investigación interesantes y desafiantes. Todo esto me ha permitido desarrollar habilidades valiosas, como la capacidad de trabajar en equipo y de adaptarme a diferentes estilos de trabajo y de pensamiento.

b) Presentación del currículum académico

Realicé mis estudios de educación primaria en el colegio público Miraflores (Zaragoza, España) y mis estudios de educación secundaria obligatoria (ESO) y Bachillerato en el IES Francisco Grande Covián.

Posteriormente estudié ciencias Químicas en la Universidad de Zaragoza con un año de Erasmus en la Universidad de Heriot-Watt (Edimburgo, Escocia). Más adelante estudié un Máster en Nanotecnología Medioambiental en la Universidad de Zaragoza. Al terminar marché a Inglaterra para cursar mis estudios de doctorado en ciencias químicas en la Universidad de Manchester (Reino Unido) y en el National Graphene Institute donde coincidí con los premios Nobel en Física Prof. Kostya Novoselov y Prof. Andre Geim. Posteriormente, continué mi carrera investigadora en la Universidad de Zaragoza donde trabajo actualmente como investigador/docente. Durante estos años he dirigido varios trabajos de fin de grado y de Máster y he formado parte del cuerpo docente en ambas universidades (Manchester y Zaragoza) estando contratado como docente en ambas. Actualmente, estoy involucrado en diversos proyectos de investigación nacionales e internacionales y formo parte de un proyecto de innovación docente en Unizar para la asignatura Fundamentos de Ingeniería Química correspondiente al grado de Químicas (3º curso).

Tras moverme por diferentes ciudades y universidades, me di cuenta de lo importante y enriquecedor que es tener buenos profesores/mentores. Cada lugar y cada persona me

enseñó algo nuevo y me hizo crecer tanto como personalmente como profesionalmente. En parte, esto fue una gran motivación para decidirme a hacer el máster de educación.

c) Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I y II.

El IES Francisco Grande Covián de Zaragoza (Aragón, España) es un centro público de enseñanza situado en el barrio de Las Fuentes. Fue creado como instituto de bachillerato en 1985 y posteriormente se convirtió en Instituto de Educación Secundaria en 1995.

El distrito de Las Fuentes cuenta con una población de 42.610 habitantes, lo que representa el 6,06% del conjunto de Zaragoza. El barrio tiene alrededor del 18% de población de nacionalidad extranjera, lo que es 3.4 puntos por encima de la media de la ciudad. Entre la población extranjera, la mayoría proviene de Europa (el 43%), siendo la mayoría de nacionalidad rumana. El resto de la población extranjera proviene de África, América y Asia. La edad promedio del barrio es de 46,7 años, ligeramente superior a la media de la ciudad. El nivel socioeducativo del barrio es considerado homogéneo y de perfil económico bajo. Casi el 40% de los residentes en Las Fuentes no ha completado los estudios primarios (en comparación con el 35% de la media de la ciudad), mientras que el 36% de la población ha completado como máximo la primera etapa de la educación secundaria obligatoria (en comparación con el 30% de la media de la ciudad). Solo el 7% de la población del barrio tiene estudios superiores, lo que está 8 puntos por debajo de la media de Zaragoza. La renta neta media por persona en el distrito de Las Fuentes en 2013 fue de 9.450 euros, lo que supone más de 2.000 euros menos que la media de la ciudad y se encuentra entre las más bajas de todos los distritos de Zaragoza. En resumen, el barrio de Las Fuentes se puede catalogar como un barrio obrero con un alto sentimiento de comunidad, un importante comercio tradicional y relaciones cercanas entre el vecindario donde la población pasa mucho tiempo en la calle.

En la zona, además del IES Francisco Grande Covián, existen otros centros educativos que ofrecen la modalidad de la ESO como la Salle Montemolín (concertado), el Colegio Agustín Jericó (concertado), el Colegio Bajo Aragón Marianistas (concertado), el Santo Domingo de Silos (concertado) y el IES Pablo Serrano (público), siendo estos dos últimos los únicos que ofrecen Bachillerato. En cuanto a la educación primaria, los colegios más importantes son el Colegio Las Fuentes (público), el Colegio Marcos Frechín (público), el Colegio Tomás Alvira (público) y el Colegio Torreramona (público), aunque también hay otros como la Salle Montemolín (concertado), el Colegio Agustín Jericó (concertado), el Colegio Bajo Aragón Marianistas (concertado) y el Santo Domingo de Silos (concertado) que ofrecen tanto la modalidad de la ESO como primaria. El IES Francisco Grande Covián de Zaragoza trabaja en colaboración con estos centros educativos para fomentar una mejor adaptación de los estudiantes al centro y una convivencia más armoniosa entre los vecinos del barrio.

El instituto cuenta con una población estudiantil de alrededor de 700 alumnos, atendidos por un equipo de 80 profesores y 11 miembros del personal administrativo y de servicios. Dispone de una variedad de recursos para facilitar el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), como computadoras (ordenadores), equipos de música, televisores y pizarras digitales, así como otros materiales esenciales para la enseñanza, como impresoras, fotocopadoras y multcopistas. Además, el centro cuenta con una biblioteca, una sala de usos múltiples, aulas de informática y un laboratorio que se utiliza para actividades complementarias a las realizadas en las aulas. También hay dos pistas de fútbol, una pista de baloncesto y un gimnasio para el desarrollo de actividades físicas.

d) Presentación del trabajo.

Durante mi estancia en este centro como estudiante en prácticas del máster de educación, tuve la oportunidad de trabajar en el aula con estudiantes de diferentes niveles y edades. Además, trabajé con los profesores del centro para diseñar planes de enseñanza y llevar a cabo actividades de enseñanza y aprendizaje y tuve la oportunidad de observar y participar en reuniones de profesores y otras actividades administrativas relacionadas con la educación.

II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM

Las actividades propuestas abordan la enseñanza de la física y la química desde dos enfoques diferentes, pero igualmente esenciales en el ámbito educativo actual. A continuación, detallo las razones por las que estas actividades son especialmente interesantes para el desarrollo de la propuesta didáctica presentada en este trabajo:

La Actividad 1 se centra en el estudio de cómo diseñar una práctica de laboratorio, utilizando experiencias bibliográficas como base. Este enfoque subraya la importancia de vivenciar los conceptos teóricos a través de la experimentación directa, permitiendo un aprendizaje más profundo. Al vincular la teoría con la práctica, los estudiantes no solo comprenden mejor la materia, sino que también valoran la esencialidad de las prácticas de laboratorio en el aprendizaje científico. Esto será fundamental para el desarrollo de la propuesta didáctica que tiene un componente experimental importante, como puede ser el uso del simulador y el lanzamiento del cohete.

La Actividad 2 destaca el papel fundamental de las TICs en la enseñanza de la física y la química, adecuándose al entorno digital actual de los estudiantes. Al integrar las TICs, se potencia un aprendizaje autónomo, alentando a los alumnos a tomar parte en el aprendizaje de manera independiente usando las TICs, a la vez que se fomentan habilidades digitales y de colaboración. Puesto que en la propuesta didáctica las TICs tienen un papel principal, considero que este análisis es interesante.

Actividad 1. Adecuación de una práctica de laboratorio basada en las experiencias bibliográficas.

A continuación, presentaré un análisis didáctico de la actividad final de la parte de “Fundamentos” correspondiente a la asignatura “Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales”.

El objetivo general de este estudio es analizar y comprender la importancia y diseño de prácticas de laboratorio, particularmente centradas en reacciones químicas, para la enseñanza de Física y Química en el nivel de Bachillerato. Primero se realizó una revisión bibliográfica de las metodologías para diseñar prácticas de laboratorio y se presentó una fundamentación teórica sobre la didáctica de las ciencias experimentales. A lo largo del análisis, se revisaron y analizaron cuatro prácticas de laboratorio específicas centradas en reacciones químicas. Para llevar a cabo este estudio, se empleó una metodología basada en un enfoque teórico, complementado con revisión bibliográfica y posterior análisis y reflexión crítica. Se utilizaron ejemplos concretos de prácticas de laboratorio para ilustrar diferentes enfoques metodológicos y su aplicabilidad en el aula. Los recursos utilizados incluyeron textos y artículos científicos relacionados con la didáctica de las ciencias experimentales y ejemplos concretos de prácticas de laboratorio. La evaluación del estudio se centró en el reconocimiento de las características y componentes esenciales de una práctica de laboratorio. Se analizó la evolución de las prácticas de laboratorio en base

a distintos modelos didácticos, desde un modelo tradicional a uno constructivista. En el modelo tradicional, los estudiantes desempeñaron un rol pasivo, simplemente siguiendo instrucciones dadas. En contraste, el modelo constructivista otorgó al estudiante un papel activo, incentivándolo a dirigir la experimentación. Existió también un modelo intermedio de descubrimiento que equilibra características de ambos. Estos modelos no solo reflejaron cambios en las prácticas educativas, sino también en la percepción del estudiante, que pasó de ser un mero receptor a un actor principal en su proceso educativo. Se resaltó que la profundidad del aprendizaje no estuvo necesariamente vinculada a la sofisticación de la instrumentación, sino más bien a la metodología y enfoque adoptados. Además, se propuso la idea de introducir autoevaluaciones y comparaciones a lo largo del tiempo para adaptar y mejorar continuamente la enseñanza en el laboratorio.

Extrapolando el enfoque utilizado en el estudio anterior sobre prácticas de laboratorio relacionadas con reacciones químicas, podemos abordar el tema de las fuerzas intermoleculares (uno de los temas que se trabajó en el prácticum) de la siguiente manera:

Para abordar este tema, se comenzó con una revisión bibliográfica sobre las fuerzas intermoleculares y sus implicaciones en la didáctica de las ciencias experimentales. Esta fundamentación teórica abordó conceptos clave como los puentes de hidrógeno, las fuerzas dipolo-dipolo y las fuerzas de dispersión, entre otras. Se evaluaron diversas prácticas de laboratorio específicas que demuestran las fuerzas intermoleculares en acción, como la variación del punto de ebullición o fusión de sustancias debido a las diferentes interacciones intermoleculares o el uso de jabones en agua. Para hacer esto, se combinó un enfoque teórico con la revisión literaria, seguido de un análisis y reflexiones críticas. Se usaron ejemplos prácticos para demostrar cómo estas fuerzas afectan propiedades observables y su relevancia en el aula. Por ejemplo, diferencias entre superficies hidrofóbicas e hidrofílicas y como interaccionaban con las moléculas de agua. Se adoptó un modelo tradicional puesto que en 2º de bachillerato el tiempo apremia y no se disponía de mucho tiempo necesario para realizar una práctica. El método tradicional permite al profesor hacer el experimento, en vez de que lo hagan los alumnos, lo cual disminuye el número de experimentos a hacer y por lo tanto el tiempo disponible se puede aprovechar mejor. Sin embargo, se realizaron numerosas preguntas durante la práctica para que los alumnos no solo tuvieran un rol pasivo, sino que se involucraran en la práctica. Hubiera sido interesante que haber adoptado un enfoque más constructivista en el que se animase a los estudiantes a diseñar sus propios experimentos para investigar este tipo de fuerzas y sus efectos en la naturaleza. Para concluir, se enfatizó que la comprensión de las fuerzas intermoleculares no solo requiere un conocimiento teórico sino también experiencia práctica puesto que los efectos de estas fuerzas son claramente visibles en la vida cotidiana.

Actividad 2. Uso de las TICs para la enseñanza y el aprendizaje de la física y la química.

Aquí se realizará un análisis didáctico de una actividad correspondiente a la asignatura “Innovación e investigación educativa en Física y Química”.

La actividad analizada resalta el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) como herramienta principal para la enseñanza y el aprendizaje de la física y la química en un contexto escolar de secundaria. Utilizando YouTube, una plataforma accesible y popular entre los estudiantes, se busca integrar fuentes de información modernas y relevantes, como canales de divulgación científica y vídeos producidos por empresas industriales. Esta estrategia se adapta a las preferencias y hábitos actuales de los estudiantes, buscando promover un aprendizaje más autónomo y

significativo. Se propone que los alumnos sean los responsables de buscar y procesar la información por su cuenta, lo que les permite desarrollar habilidades esenciales en la era digital, como la capacidad para discernir fuentes fiables de información y la habilidad para sintetizar y presentar contenidos. La actividad enfatiza el trabajo colaborativo y la interacción entre estudiantes. Una vez que han recopilado la información, los estudiantes la comparten y discuten en grupos en el aula. A través de presentaciones y debates, no solo se evalúa el contenido aprendido, sino también habilidades de comunicación, argumentación y escucha activa. Es importante que el profesor juegue un papel fundamental en guiar y asesorar a los estudiantes en la búsqueda y presentación de la información, asegurándose de que las fuentes utilizadas sean confiables. El enfoque basado en TICs también responde a un feedback directo de los propios estudiantes. Según los datos proporcionados, una gran mayoría de los estudiantes se siente más motivados cuando se integran las TICs en el proceso educativo. Esta percepción de los alumnos sobre la importancia de las TICs destaca la necesidad de adaptar los métodos pedagógicos tradicionales a las herramientas y plataformas actuales, haciendo el proceso de aprendizaje más atractivo y en consonancia con el mundo digital en el que viven los estudiantes. La actividad, en su conjunto, representa un ejemplo claro de cómo las TICs, cuando se utilizan de manera efectiva, pueden potenciar el aprendizaje y promover una educación más dinámica y participativa.

En la unidad sobre fuerzas intermoleculares, me propuse aprovechar las TICs para potenciar la experiencia de aprendizaje, consciente de su relevancia en el entorno educativo actual. En la primera lección, proyecté varios vídeos que, a través de ilustraciones gráficas y dinámicas, mostraban cómo operan estas fuerzas en distintos contextos. La elección de estos recursos multimedia, basados en plataformas populares como YouTube, buscaba acercar la materia a los estudiantes de una forma que resonara con sus hábitos digitales diarios. Observé con satisfacción cómo los estudiantes se involucraban con el contenido, una clara manifestación de que, cuando se integran las TICs de manera efectiva en el proceso educativo, se logra captar más la atención del alumnado. Buscando añadir un toque personal, compartí anécdotas personales para contextualizar y humanizar el tema. Puse énfasis en vídeos particularmente fascinantes (desde mi punto de vista), como el que muestra animales caminando sobre el agua gracias a la tensión superficial, y el impresionante talento del gecko para trepar por diversas superficies. Sin embargo, debido a la limitación de tiempo del curso, los vídeos fueron proporcionados por el profesorado disminuyendo el grado de implicación por parte del alumnado. También incorporé el uso de las TICs en la evaluación de la unidad didáctica utilizando los test “Plickers”, una herramienta digital que promueve la interactividad y aprovecha las ventajas de las TICs para la evaluación en tiempo real. Esta elección no fue solo por su innovación, sino también por su capacidad para hacer del proceso evaluativo algo más atractivo y participativo para los estudiantes. Los resultados reflejaron un buen rendimiento general, lo que certifica el impacto positivo de integrar las TICs en la enseñanza y evaluar a los estudiantes de una manera más acorde con la era digital actual.

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

A continuación, describiré una propuesta didáctica sobre la unidad didáctica el “tiro parabólico” de 4º ESO.

El motivo de la elección del tema "el tiro parabólico" se centra en su relevancia y aplicabilidad tanto en la teoría como en la práctica dentro del campo de la física. Además, el tiro parabólico es, sin duda, uno de esos temas en física que puede presentar un reto significativo para muchos estudiantes. Aunque puede ser intimidante debido a su

complejidad, con la guía adecuada es posible comprenderlo plenamente, lo cual es un reto que me motiva enormemente. Aunque durante el desarrollo del prácticum no trabajé directamente este tema, tuve la oportunidad de observar cómo se trabajaba este tema en clase y me pareció que había muchas oportunidades para trabajar de forma diferente y más eficaz.

La sociedad moderna, aunque no lo perciba de manera directa, está en constante interacción con fenómenos que pueden ser explicados a través del tiro parabólico. Desde un balón lanzado en un partido de fútbol hasta el agua que surge de una fuente, el tiro parabólico se encuentra presente en la vida cotidiana. Para estudiantes que cursan 4º ESO, el tiro parabólico es uno de los conceptos clave en física, encuadrado en el bloque IV. “El movimiento y las fuerzas”. A pesar de su importancia, muchos estudiantes pueden percibir este tema como abstracto o desligado de su realidad, debido principalmente a que involucra un análisis matemático y conceptual significativo. Algunos estudiantes, al enfrentarse a la teoría, confunden los conceptos de velocidad inicial, componente horizontal y vertical, o simplemente no logran visualizar cómo se relacionan estas componentes dando lugar a una trayectoria parabólica. Asimismo, el mundo del entretenimiento y los videojuegos, así como la cultura deportiva, a menudo presentan ejemplos claros de tiros parabólicos, pero sin la profundidad analítica necesaria para su comprensión. Por ello, es fundamental abordar el tiro parabólico de una forma didáctica, crítica y contextualizada, buscando siempre relacionar la teoría con ejemplos prácticos y cotidianos. El propósito es que el estudiante no solo entienda la matemática y la física detrás del tiro parabólico, sino que pueda relacionarla, apreciarla y aplicarla en contextos cotidianos, ya sea al observar un deporte, al jugar un videojuego o simplemente al interactuar en su entorno diario.

La propuesta, por lo tanto, se basa en un enfoque práctico, donde el tiro parabólico se descompone, se analiza y, sobre todo, se vive. A través de experimentos, simulaciones y análisis de situaciones reales, el estudiante puede construir su conocimiento y su aprecio por un concepto que, más allá de las aulas, es una manifestación continua de la interacción entre fuerza, gravedad y movimiento.

- a) Título: Influencia del ángulo en la trayectoria del tiro parabólico.
- b) Evaluación inicial

A continuación, se detallan algunas propuestas prácticas para la evaluación inicial:

- Determinar el punto de partida de los estudiantes: Saber qué conocen y desconocen los estudiantes acerca del tiro parabólico. De esta manera, el docente puede planificar lecciones que partan de estos conocimientos y construyan sobre ellos.
- Adaptación a las necesidades especiales:
 - Alumnos con discapacidad visual: La evaluación inicial puede ayudar a identificar si estos estudiantes requieren materiales táctiles, software de lectura de pantalla o gráficos en relieve para comprender mejor el tiro parabólico.
 - Alumnos con discapacidad auditiva: Puede ser necesario proporcionar interpretación en lenguaje de signos, subtítulos en vídeos o materiales escritos más detallados.
- Adaptación a diferentes backgrounds:
 - Diferentes niveles de competencia lingüística: Si hay estudiantes que no tienen el español como lengua materna, una evaluación inicial puede

revelar si necesitan apoyo lingüístico adicional o materiales en su lengua materna.

- Experiencia educativa previa: Algunos estudiantes pueden haber estudiado conceptos relacionados en cursos anteriores o en otros contextos, y pueden beneficiarse de actividades más avanzadas o enriquecedoras.
- Identificación de motivaciones: Si un estudiante muestra un interés particular en una aplicación específica del tiro parabólico, esa motivación puede ser aprovechada para hacer el tema más relevante y atractivo para él.
- Nivel de cohesión del grupo: Al identificar y abordar las diferentes necesidades y antecedentes de los estudiantes desde el principio, el docente puede fomentar un ambiente inclusivo donde todos se sientan valorados y apoyados.

Para comenzar, se entregará a cada estudiante un cuestionario con preguntas relacionadas con el tiro parabólico. Las preguntas indagarán sobre su comprensión básica del concepto, situaciones cotidianas donde lo hayan observado, y los factores que creen que influirán en este tipo de movimiento. Los alumnos con discapacidad visual tendrán a su disposición dispositivos táctiles para que describan lo que sienten. Un ejemplo de cuestionario está en el ANEXO I. A continuación, se mostrará un vídeo breve sobre tiro parabólico, asegurándose de tener subtítulos disponibles y, si es posible, una interpretación en lenguaje de signos. Finalmente, se les pedirá a los estudiantes que escriban una breve reflexión sobre lo que más les interesa del tiro parabólico y cómo les gustaría aprender sobre él.

La evaluación de esta actividad consistirá en analizar las respuestas del cuestionario para determinar el nivel de conocimiento previo de los estudiantes. Además, se observarán las discusiones grupales para identificar niveles de competencia lingüística y la experiencia educativa previa, así como el grado de participación de cada individuo. Las reflexiones individuales se revisarán para identificar motivaciones y áreas de interés. Con la información recogida, el docente estará en una posición adecuada para diseñar un plan de lecciones que se adapte a las necesidades y antecedentes de los estudiantes, garantizando un ambiente inclusivo y propicio para el aprendizaje.

c) Conocimientos previos esperados:

Acorde al currículo de la asignatura de Física y Química, así como de Matemáticas, para los cursos anteriores (2º y 3º ESO) en la comunidad autónoma de Aragón, se presuponen los siguientes conocimientos previos:

- Conceptos básicos de cinemática: Desplazamiento, velocidad, aceleración.
- Movimiento rectilíneo uniforme (MRU).
- Leyes de Newton: Especialmente la primera y segunda ley, que se refieren a la inercia y a la relación entre fuerza y aceleración, respectivamente.
- Fuerzas: Peso, fricción, tensión, entre otras.
- Conceptos de vectores: Saber representar magnitudes vectoriales, como la velocidad y la fuerza, en términos de sus componentes (horizontal y vertical).
- Operaciones básicas con vectores, como suma y descomposición.
- Conceptos básicos de gravedad: Entender que todos los objetos cerca de la superficie de la Tierra experimentan una aceleración constante debido a la gravedad.

d) Dificultades de aprendizaje:

Los estudiantes de secundaria se enfrentan a numerosas dificultades en el aprendizaje de la Física, como por ejemplo la falta de razonamiento adecuado. Elizondo (2013) señaló problemas en la comprensión y contextualización de datos y conceptos. Además, los estudiantes carecen de un vocabulario técnico, lo que dificulta su comunicación y comprensión en temas físicos. Es vital introducir términos técnicos desde etapas tempranas de educación. En su estudio, Rodríguez (2015) realizó un análisis exhaustivo sobre las dificultades de aprendizaje relacionadas con el MRU. Mas específicamente, Ángel-Henríquez y Ribas-Meza (2020) discuten, entre otros temas, las dificultades del aprendizaje para el tiro parabólico. Las siguientes dificultades de aprendizaje han sido identificadas para este tema en particular:

- Imaginar la trayectoria: El tiro parabólico no sigue una línea recta, sino una curva. A veces es difícil imaginar que en realidad estamos viendo dos movimientos rectilíneos al mismo tiempo, uno en cada eje. Si no lo ves claro, puede que te cueste entender cómo se mueven las cosas en este tipo de tiro.
- Entender las direcciones: Las cosas se mueven en dos direcciones diferentes, una horizontal y una vertical. Hay que entender cómo se relacionan estas dos direcciones para comprender bien el movimiento.
- Las fuerzas en juego: Es fundamental saber cómo una fuerza que actúa en una dirección (por ejemplo, hacia abajo) puede afectar todo el movimiento del objeto.
- Relacionar las variables: Por ejemplo, cómo el ángulo en que lanzamos algo puede influir en cuánto tiempo estará en el aire.
- Entender las leyes de Newton. El tiro parabólico se basa en las reglas descritas por Newton sobre cómo se mueven las cosas. Si no comprendemos estas reglas, es difícil entender el tiro parabólico.
- Ver su utilidad: Algunos pueden pensar: ¿y para qué quiero saber esto? Pero el tiro parabólico se ve en muchas situaciones de la vida real, así que es bueno entenderlo bien.

e) Objetivos didácticos:

A continuación, se presentan los objetivos propuestos, considerando tanto las dificultades de aprendizaje identificadas como los objetivos establecidos en el currículo de la asignatura para la comunidad autónoma de Aragón:

- Identificar y describir las componentes vertical y horizontal del tiro parabólico, y cómo afectan la trayectoria general de un objeto.
- Utilizar simulaciones para visualizar y estudiar variaciones en tiro parabólico bajo diferentes condiciones o parámetros.
- Relacionar y aplicar conceptos matemáticos, como vectores y descomposición de fuerzas, al análisis del tiro parabólico.
- Analizar y discutir ejemplos cotidianos del tiro parabólico, tales como lanzamientos de cohetes o fenómenos naturales.
- Realizar experimentos prácticos que demuestren el tiro parabólico y sus propiedades, tomando en cuenta variables como el ángulo y la velocidad inicial.
- Contextualizar el tiro parabólico en situaciones de la vida diaria y profesional, valorando su importancia en campos como la ingeniería, deportes, entre otros.

f) Revisión bibliográfica. Uso del simulador y de la experiencia práctica.

El estudio por Angulo-Mendoza et al. (2012) determina que los estudiantes que usaron el laboratorio virtual estuvieron más motivados y comprendieron mejor los conceptos relacionados con la cinemática en educación media que aquellos con enseñanza tradicional. En otro estudio, en la escuela Hernando Caicedo de la Paila Valle (Colombia), sobre la enseñanza del movimiento parabólico, se encontró que el grupo que utilizó simuladores interactivos y el método de descubrimiento aumentó su rendimiento (Castillo-Rodríguez et al., 2021). Por ejemplo, el grupo de control pasó de un 23.33% a un 53.33% de respuestas correctas (i.e. ganancia promedio normalizada de 0.39). En contraste, el grupo experimental, que utilizó un método de aprendizaje por descubrimiento y un simulador, logró una ganancia de 0.80. Este método no solo promovió un aprendizaje significativo, sino que también permitió a los estudiantes reconocer sus fortalezas y debilidades en relación con los conceptos aprendidos. En su estudio, Rodríguez (2014) sugiere que, al enseñar el tiro parabólico a estudiantes de décimo grado (Colombia), la combinación de una metodología de enseñanza basada en la indagación con herramientas tecnológicas, como el software Physics Tracker, mejora significativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este trabajo de máster de la Universidad Autónoma de Puebla, México (Flores-Castro, 2014), propone un simulador basado en teorías de aprendizaje lúdico y constructivo para mejorar la enseñanza en física y matemáticas, buscando combinar técnicas educativas con el contexto histórico y social del individuo mediante un videojuego de Guillermo Tell (famoso lanzador de flechas con arco). Los estudiantes se sienten atraídos por la tecnología y se benefician de una medición más precisa. Además, el software demuestra ser efectivo para analizar datos reales. Ruiz y Oktac (2014) et al. sugieren usar el videojuego "Angry Birds" para enseñar movimiento parabólico a estudiantes, aprovechando sus capacidades de simulación y visualización, así como la popularidad del juego entre el alumnado. Esta metodología busca fortalecer la comprensión de conceptos matemáticos y habilidades analíticas. Se concluye que el enfoque es beneficioso para involucrar a los estudiantes y fomentar un pensamiento abstracto. Mas específicamente, la siguiente tesis realizada en la Universidad de Guayaquil (Ecuador) reconoce la eficacia del uso del simulador PHET Colorado en la enseñanza del tiro parabólico (Paidá-Jerez y Calvache-Segura, 2019). La realidad aumentada también ha sido usada para estudiar el tiro parabólico. En su estudio, Flores García (2018) afirma que la aplicación de realidad aumentada creada mejoró la comprensión de los estudiantes.

Roth y Roychoudhury (1993) ya investigaron este fenómeno hace casi treinta años, destacando que los estudiantes alcanzan un nivel más alto de asimilación de conocimientos cuando llevan a cabo actividades en entornos que se asemejan más a situaciones reales. En la misma línea, según Barberá y Valdés (1996), el método tradicional de seguir pasos preestablecidos en experimentos está sobrevalorado y ofrece pocos beneficios. Mientras que los enfoques alternativos han ganado interés y aceptación en la comunidad científica, es esencial analizar su impacto real en los resultados del aprendizaje.

Estos instrumentos y métodos pedagógicos se han demostrado esenciales para proporcionar a los estudiantes una comprensión más profunda y aplicada de este concepto físico. La literatura en la materia destaca la capacidad de los simuladores para visualizar y contextualizar el movimiento parabólico de manera que los estudiantes pueden conectar la teoría con la práctica. En consecuencia, la experimentación y los simuladores se consolidan como herramientas fundamentales en el proceso de enseñanza y aprendizaje

del tiro parabólico. Por lo tanto, nosotros nos hemos propuesto introducirlos para el estudio del tiro parabólico.

IV. ACTIVIDADES

a) Contexto del aula y participantes

El Instituto Francisco Grande Covián es un centro educativo público ubicado en el barrio de Las Fuentes (Zaragoza, España). Este centro ofrece educación secundaria obligatoria (ESO), bachillerato y ciclos formativos de grado medio y superior, con una oferta educativa destacada en el ámbito de la tecnología y la informática. El instituto cuenta con una amplia variedad de recursos y servicios, como una biblioteca, laboratorios de ciencias, aulas de informática, un aula de audiovisuales, un gimnasio y pistas deportivas. Además, el centro está dotado de numerosos recursos tecnológicos, como ordenadores, televisores y pizarras digitales, así como otros materiales indispensables para impartir la docencia.

El grupo está compuesto por 28 alumnos. La mayoría son de origen español, pero hay diversidad cultural con cuatro estudiantes de origen rumano y dos marroquí. En términos de necesidades educativas especiales, hay dos estudiantes que requieren atenciones particulares: un alumno con discapacidad auditiva y uno con síndrome de Asperger. Todos ellos cuentan con adaptaciones curriculares y el apoyo de un especialista en educación especial. En cuanto al nivel académico, se registra una variedad en los niveles. Aunque la mayoría sigue el ritmo de la clase con facilidad, hay cinco estudiantes que requieren sesiones de apoyo adicionales fuera del horario regular. El comportamiento general del grupo es bueno, con un marcado interés en la asignatura, sobre todo cuando se realizan experimentos prácticos. Sin embargo, como en cualquier grupo, en ocasiones se presentan discusiones y desacuerdos que requieren intervenciones para gestionar el ambiente de la clase.

b) Temporalización

Esta propuesta didáctica se enmarca en el BLOQUE 4: El movimiento y las fuerzas. Hemos asignado 10 horas lectivas a este bloque, ya que es un tiempo comparable al estipulado en otras programaciones que se están implementando en centros de la Comunidad Autónoma de Aragón.

Tabla 1. Temporalización y secuenciación de la unidad didáctica. Las actividades desarrolladas en este trabajo han sido remarcadas en negrita para clarificar su visualización.

Semana/Día	Contenido/Actividad	Tipo de clase
1º semana 1º hora	Evaluación inicial	Teórica
1º semana 2º hora	Introducción al tiro parabólico y componente horizontal del movimiento: movimiento rectilíneo uniforme	Teórica
1º semana 3º hora	Componente vertical del movimiento: movimiento rectilíneo uniformemente acelerado	Teórica
2º semana 1º hora	Relación entre componentes horizontal y vertical.	Teórica
2º semana 2º hora	Ejercicios prácticos sobre tiro parabólico: resolución de problemas.	Resolución de problemas
2º semana 3º hora	Actividad del tiro parabólico usando simuladores	Experimental
3º semana 1º hora	Actividad del tiro parabólico usando simuladores	Experimental
3º semana 2º hora	Práctica experimental: lanzamiento de proyectiles y registro de datos.	Experimental
3º semana 3º hora	Comparación entre teoría y experimentación: discusión de resultados.	Resolución de problemas
4º semana 1º hora	Evaluación teórica: cuestionario o examen sobre el tiro parabólico.	Evaluación

Actividad 1. Observación de la trayectoria de un tiro parabólico en función del ángulo de lanzamiento.

Objetivo de aprendizaje:

Comprender la influencia del ángulo en la trayectoria de un movimiento parabólico.

Contenido:

Relación entre el ángulo de lanzamiento y la trayectoria de un tiro parabólico.

Instrucciones a los estudiantes:

Se propone utilizar el simulador de tiro parabólico "Projectile Motion" disponible en el sitio web de PhET Colorado para observar la trayectoria del tiro parabólico. comenzaremos con una instrucción básica sobre su uso. Al acceder al simulador "Projectile Motion" de PhET Colorado, los estudiantes se familiarizarán con su interfaz, que permite ajustar variables como velocidad inicial, ángulo de lanzamiento, altura inicial, y resistencia del aire. Una vez familiarizados, se les invita a interactuar con él, ajustando parámetros y observando el comportamiento del proyectil. La eficacia de este simulador en la enseñanza del movimiento parabólico fue estudiada en la tesis de la Universidad de Guayaquil, Ecuador (Paidá-Jerez y Calvache-Segura, 2019). Las conclusiones indican que el uso del simulador resultó en una mejora significativa del aprendizaje, con el grupo experimental alcanzando un promedio de 7.933 frente a 5.766 del grupo de control. Aunque los estudiantes no habían usado simuladores previamente, el simulador PhET les ofreció un método de aprendizaje innovador y efectivo.

Pasando a una experiencia más detallada, en el modo "Lab" del simulador, ajustaremos la velocidad inicial a 15 m/s con la resistencia del aire apagada. En ángulo de lanzamiento se variará (15° , 30° , 45° , 60° y 75°). Se les instará a observar y describir el movimiento del proyectil y la distancia recorrida en el eje x (proporcionada por el software).

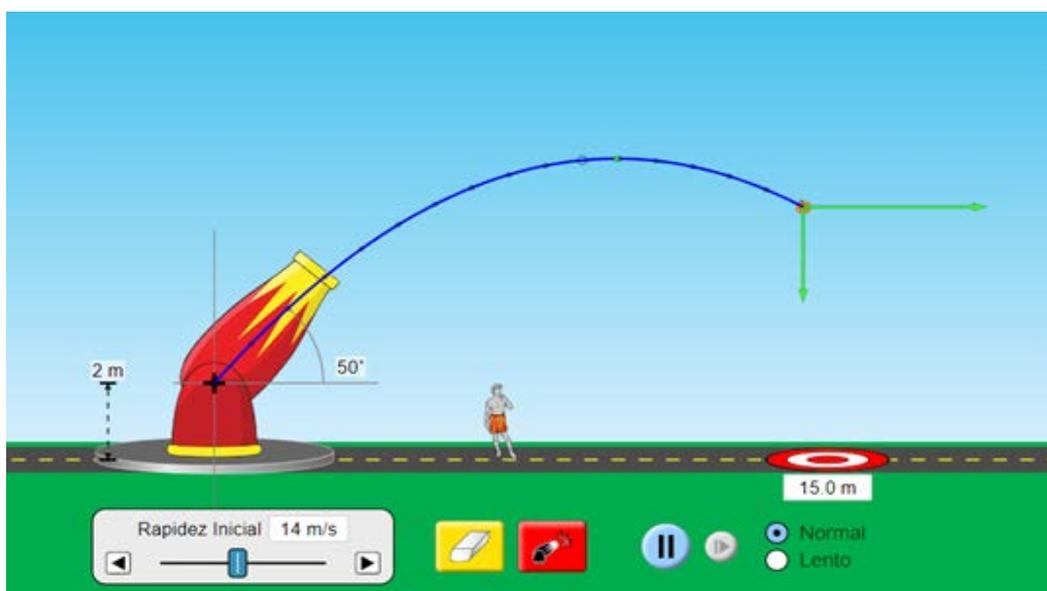


Figura 1. Representación del simulador "Proyectil Motion" de Phet Colorado en el cual se puede ver la velocidad inicial con la que sale el proyectil, el ángulo de lanzamiento, la elevación del cañón, como varían las componentes de velocidad en cada eje y la distancia recorrida por el proyectil.

Adaptaciones a estudiantes con necesidades especiales

Para el estudiante con discapacidad auditiva, se proporcionarán subtítulos o transcripciones si hay contenido de audio (e.g. explicación de cómo usar el simulador). Además, se presentarán instrucciones escritas detalladas, y se ofrecerá apoyo individualizado cuando sea necesario.

Para el estudiante con síndrome de Asperger, se brindarán instrucciones claras y estructuradas, posiblemente en pasos más pequeños, y, si es posible, se emparejará con compañeros con los que se sienta más seguro y reforzado. También se le permitirá acceso anticipado al simulador para familiarización, se utilizarán refuerzos positivos y comentarios constructivos, y se adaptarán preguntas o tareas según áreas de interés o fortaleza del estudiante con el objetivo de que se mantenga su involucración e interés en el trabajo.

Estas adaptaciones buscan una participación significativa de todos los estudiantes en la actividad, sea cual sea su necesidad especial, haciendo que sea más fácil que cada uno alcance los objetivos de aprendizaje de la lección.

Análisis de resultados:

Una vez concluidos todos los lanzamientos, es el momento de que los estudiantes se sumerjan en un análisis más profundo. Se les pedirá que elaboren una tabla con los datos y que compartan, comparen y discutan entre ellos los resultados obtenidos. Es esencial que reflexionen sobre cuestiones clave.

Tabla 2. Experimentos realizados con el simulador con una resistencia del aire de 0.

Ángulo de lanzamiento	Velocidad inicial (m/s): v_0	Distancia recorrida en el eje x (m): Δr	Observaciones
15	15		
30	15		
45	15		
60	15		
75	15		

Evaluación:

Cada equipo deberá preparar y presentar un resumen breve de sus hallazgos. Es imperativo que, durante su presentación, establezcan conexiones claras entre la experiencia práctica realizada y los conceptos teóricos previamente discutidos en clase. Al evaluar, se prestará atención a aspectos como la precisión en las mediciones realizadas, la profundidad y calidad de sus observaciones y, sobre todo, su habilidad para interconectar la teoría con la práctica.

Concreciones metodológicas:

- **Presentación y contextualización:** Introducir la actividad relacionándola con aplicaciones reales (ejemplo: deportes, astrofísica, etc).
- **Demostración:** Una breve demostración por parte del docente sobre cómo utilizar el simulador.
- **Interacción activa:** Asegurarse de que cada estudiante tenga la oportunidad de interactuar con el simulador y variar parámetros.

- **Discusión guiada:** Facilitar discusiones grupales después de cada experimento para construir comprensiones compartidas.
- **Material de apoyo:** Proporcionar hojas de trabajo para que los estudiantes anoten sus observaciones y resultados.
- **Conexión con teoría:** Relacionar los resultados obtenidos con las leyes y teorías del tiro parabólico.

Criterios de evaluación:

- Precisión en las mediciones tomadas en el simulador.
- Calidad y coherencia de las observaciones realizadas sobre las trayectorias.
- Capacidad para establecer relaciones entre los datos experimentales y los conceptos teóricos.
- Calidad de la presentación oral: claridad, organización y uso adecuado de lenguaje técnico.
- Capacidad para trabajar en equipo y colaborar en discusiones.

Instrumento de evaluación:

Informe de análisis del tiro parabólico y su dependencia del ángulo de lanzamiento. Se definen las siguientes secciones:

- Sección 1: Descripción detallada de los experimentos realizados y las observaciones.
- Sección 2: Tabla de datos recopilados en el simulador.
- Sección 3: Análisis y discusión de los datos, conectando con la teoría.

Actividad 2: Tiempo de vuelo según el ángulo de lanzamiento y su relación con la velocidad inicial en cada eje

Objetivo de aprendizaje:

A partir del ángulo de lanzamiento, la velocidad inicial y la distancia recorrida, calcular el tiempo de vuelo y observar cómo influye en ello la velocidad inicial del proyectil en los ejes horizontal y vertical.

Contenido:

Relación entre el ángulo de lanzamiento, las velocidades iniciales en cada eje y el tiempo de vuelo.

Instrucciones a los estudiantes:

Con los datos que han recopilado sobre la distancia, junto con los conocimientos teóricos sobre cinemática, se debe calcular el tiempo de vuelo de cada lanzamiento. Esto se hará usando las siguientes ecuaciones del movimiento rectilíneo uniforme o rectilíneo uniformemente acelerado que habrán sido anteriormente introducidas en las clases teóricas:

Eje x) Movimiento rectilíneo uniforme

$$x_f = x_0 + v \cdot t$$

Eje y) Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

$$y_f = y_0 + v \cdot t + (1/2) \cdot a \cdot t^2$$

$$v_f = v_0 + a \cdot t$$

Después, se instará a los estudiantes a que repitan la práctica introduciendo la opción de visualizar las componentes de velocidad, lo que ayudará a comprender cómo se dividen las velocidades horizontal y vertical durante el vuelo.

Adaptaciones a estudiantes con necesidades especiales

Para el estudiante con discapacidad auditiva, se asegurará que todas las instrucciones y explicaciones sean accesibles en formato escrito. Si se utilizan vídeos o materiales de audio, se proporcionarán subtítulos. También se podría ofrecer un apoyo adicional en forma de tutoriales escritos o guías visuales que expliquen cómo aplicar las ecuaciones y cómo interpretar la visualización de las componentes de velocidad en el simulador, de esta forma dispondrá previamente y por escrito de la información que se proporcionará al resto de los alumnos en la clase.

Para el estudiante con síndrome de Asperger, se proporcionarán instrucciones claras y detalladas, divididas en pasos manejables, para guiarlo a través del proceso de cálculo y de la actividad de visualización de los componentes de velocidad en el simulador. Puede ser útil ofrecer una demostración paso a paso o un ejemplo práctico antes de que el estudiante realice las tareas. Como se ha dicho anteriormente, la interacción con compañeros más afines y el uso de refuerzos positivos también pueden facilitar su participación y comprensión.

Análisis de resultados:

Dentro de esta fase de la actividad de aprendizaje, se propone que los estudiantes trabajen en grupos para analizar y dialogar sobre cómo las velocidades iniciales en los ejes horizontal y vertical se ven afectadas por los diferentes ángulos de lanzamiento. Posteriormente, se deberá reflexionar y debatir cómo estos valores determinan el tiempo que el proyectil permanece en el aire y la distancia total que recorre. Es crucial que los estudiantes relacionen sus observaciones con los conceptos teóricos del tiro parabólico y los integren con las experiencias obtenidas en la actividad previa. Al finalizar, se espera que los estudiantes hayan consolidado una comprensión más profunda de las relaciones entre ángulo de lanzamiento, velocidades iniciales y trayectoria parabólica.

Evaluación:

Cada equipo debe elaborar un informe breve o una presentación sobre sus descubrimientos, poniendo especial énfasis en los conceptos teóricos y prácticos cubiertos en la actividad. Las preguntas abordarán temas como la relación entre el ángulo de lanzamiento y las velocidades iniciales en los ejes, cómo estos factores afectan el tiempo de vuelo y la distancia recorrida, y la relación de sus observaciones con la teoría del tiro parabólico.

Concreciones Metodológicas:

- Contextualización del problema: Se planteará la actividad como un desafío real en el cual los estudiantes son ingenieros que deben optimizar los lanzamientos de cohetes según variables dadas.
- Preparación y debate: Tras la recogida y cálculo de datos, los estudiantes investigarán las influencias reales de las variables del tiro parabólico, usando fuentes fiables. Posteriormente, debatirán sus hallazgos en grupos, asegurando el respeto mutuo en las discusiones.

- Evaluación formativa: Se valorará la calidad de los argumentos presentados por los estudiantes, verificando si han usado datos concretos, identificado ventajas y desventajas, y ofrecido refutaciones apropiadas.

Criterios de Evaluación:

- Comprensión teórica: Capacidad del estudiante para aplicar conceptos teóricos sobre el tiro parabólico y la cinemática en el análisis práctico.
- Análisis de datos: Precisión en los cálculos y habilidad para interpretar y utilizar datos recopilados para respaldar sus argumentos.
- Habilidad argumentativa: Calidad de argumentos presentados, incluyendo el uso de datos y pruebas, identificación de pros y contras, y capacidad para refutar o contrarrestar argumentos opuestos.
- Colaboración y comunicación: Efectividad en el trabajo en equipo, habilidad para comunicar ideas de manera clara y coherente, y respeto hacia las opiniones de los demás.

Instrumentos de Evaluación:

Los equipos presentarán informes o exposiciones sobre sus hallazgos. Una rúbrica estructurada basada en los criterios de evaluación mencionados guiará la evaluación de los entregables de los estudiantes.

Presentación oral: Una breve presentación en la que los estudiantes discutan y muestren sus hallazgos y conclusiones.

Actividad 3. Influencia del rozamiento mediante una experiencia práctica de lanzamiento de un cohete

Objetivo de aprendizaje:

Observar la influencia del rozamiento en el tiempo de vuelo mediante la comparación de un tiro parabólico simulado y una experiencia práctica donde influye en rozamiento.

Instrucciones a los estudiantes:

Se espera que los estudiantes se agrupen en equipos, preferentemente de 3 o 4 miembros. Cada equipo fabricará un cohete usando una botella de agua como se explica en el ANEXO II. Cada equipo lanzará el cohete en tres ocasiones distintas, ajustando el ángulo de lanzamiento para cada intento. Los ángulos establecidos para esta actividad son 15°, 30°, 45°, 60° y 75°. Es esencial que, previo a cada lanzamiento, el equipo anote en una hoja de registro el ángulo que han seleccionado y el peso del cohete para ese intento en particular. Además, después del lanzamiento, se les pide que utilicen una cinta métrica para determinar la distancia exacta que el cohete ha viajado desde su punto de inicio hasta su punto de aterrizaje. Es fundamental que todas las observaciones y mediciones detalladas sean registradas adecuadamente en la hoja proporcionada.

Adaptaciones a estudiantes con necesidades especiales

Para el estudiante con discapacidad auditiva, es vital garantizar que todas las instrucciones y comunicaciones durante la actividad sean accesibles o previamente proporcionadas. Esto incluye proporcionar instrucciones escritas claras, utilizar señales visuales durante la actividad, y asegurar que el estudiante tenga acceso completo a la comunicación dentro de su equipo, posiblemente con la ayuda de algún dispositivo digital.

Para el estudiante con síndrome de Asperger, se puede facilitar la participación en el trabajo en equipo asegurando que los compañeros de equipo estén conscientes de sus necesidades y dispuestos a colaborar de manera inclusiva. Ofrecer una estructura clara para la actividad, con instrucciones paso a paso y roles claramente definidos dentro del equipo, puede ser beneficioso. Además, el estudiante podría beneficiarse de un tiempo adicional para familiarizarse con la actividad y los materiales, y podría necesitar apoyo adicional durante la fase de construcción y lanzamiento del cohete. Si fuese necesario y dependiendo del interés del estudiante en el lanzamiento del cohete, esta actividad podría ser llevada a cabo parcialmente suprimiendo el lanzamiento del cohete y centrándose en el uso del simulador con la variante de rozamiento.

Análisis de los resultados:

Al proceder con el lanzamiento del cohete en los ángulos preestablecidos, se anima a los estudiantes a ser observadores activos. Deben prestar especial atención y discutir en sus equipos cómo la trayectoria del cohete parece variar dependiendo del ángulo de lanzamiento seleccionado. Para facilitar la identificación y el análisis posterior, es útil utilizar conos o cualquier tipo de marcadores que permitan señalar de forma visible el punto exacto donde el cohete ha aterrizado tras cada intento y medir tanto la distancia recorrida como el tiempo que está el cohete en el aire.

Posteriormente, con la ayuda del simulador de tiro parabólico los estudiantes introducirán las variables correspondientes, tales como el ángulo de lanzamiento, la velocidad inicial y el peso del cohete y activarán la opción de rozamiento. El objetivo es obtener resultados teóricos ideales en condiciones en las que el rozamiento es constante y no depende del aire que haga en ese momento. Una vez obtenidos los resultados del simulador, los estudiantes procederán a comparar estos datos con los de su experimento práctico. Es esencial que observen y registren las diferencias en términos de tiempo de vuelo y distancia de recorrido. Se espera que destaquen la importancia de considerar factores reales al interpretar resultados experimentales y la utilidad de los simuladores como herramientas complementarias en el proceso de aprendizaje.

Evaluación:

Cada equipo redactará un informe de no más de dos páginas en el que se describan sus observaciones y conclusiones relacionadas con la actividad realizada. En este informe, deberán comparar las distancias alcanzadas en cada lanzamiento y reflexionar sobre cómo el rozamiento afecta tanto al tiempo de vuelo como a la distancia recorrida. Además, deberán incluir un gráfico dentro del informe que represente la relación entre el ángulo de lanzamiento y el tiempo de vuelo registrado, y realizar un análisis breve de dicho gráfico. Posteriormente los estudiantes deberán describir basándose en la teoría y en las ecuaciones del MRU y MRUA cómo afecta el rozamiento en cada eje y relacionarlo con lo observado experimentalmente.

Concreciones metodológicas:

- Repaso teórico: Breve revisión de las ecuaciones del tiro parabólico y rozamiento antes de la actividad práctica.
- Materiales: Garantizar que cada grupo tenga cohetes, cintas métricas, cronómetros, conos y hojas de registro.
- Rol del docente: Actuar como guía, ofrecer aclaraciones y asegurar que se sigan las instrucciones.

- Discusión post actividad: Reflexionar colectivamente sobre los hallazgos y observaciones de cada grupo.
- Feedback: Tras recibir los informes, brindar retroalimentación a cada equipo sobre sus resultados y análisis.

Criterios de Evaluación:

La evaluación se basará en la precisión con la que se presenten los datos registrados, la calidad del análisis realizado en función del rozamiento y la coherencia y claridad de las conclusiones presentadas en el informe. También se considerará la claridad y organización del gráfico presentado.

Instrumento de evaluación

El instrumento de evaluación será un "Informe de observación y análisis sobre el rozamiento en el lanzamiento de un cohete". A través de este informe, el docente podrá evaluar la comprensión del estudiante sobre el tema central de la actividad.

V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE.

Dado que la evaluación real no ha sido posible, se plantea un modelo de evaluación teórico. Por ello, se propone un esquema de evaluación teórica. Seguidamente, se detallará la evaluación de las dos actividades principales y también de la propuesta didáctica en su conjunto.

Actividad 1. Observación de la trayectoria de un tiro parabólico en función del ángulo de lanzamiento

La evaluación de esta actividad se estructura en dos secciones principales. En primer lugar, el informe que recopila las mediciones, observaciones y conclusiones extraídas del simulador "Projectile Motion" en PhET Colorado. En segundo lugar, la presentación oral donde los estudiantes discutirán sus hallazgos.

El informe se espera que sea un reflejo de la experiencia práctica vivida en el simulador, y se deberá prestar especial atención a lo siguiente:

- Detalle y precisión en la descripción de los experimentos realizados.
- Representación clara y ordenada de los datos recopilados en una tabla.
- Capacidad para analizar y discutir los datos, relacionándolos con conceptos teóricos sobre tiro parabólico.
- Conclusión que destaque la relación entre el ángulo de lanzamiento y las características observadas de la trayectoria.

Actividad 2: Tiempo de vuelo según el ángulo de lanzamiento y su relación con la velocidad inicial en cada eje

Esta actividad tiene como principal enfoque el análisis y comprensión de cómo el ángulo de lanzamiento y las velocidades iniciales en los ejes horizontal y vertical influyen en el tiempo de vuelo y la trayectoria de un proyectil. La evaluación se organizará en torno a la calidad de los informes o presentaciones proporcionadas por los equipos y su capacidad para relacionar la teoría y práctica del tiro parabólico.

Informe/Presentación:

- Introducción: Breve descripción del propósito y objetivo de la actividad.

- Datos y cálculos: Recopilación de datos sobre el tiempo de vuelo, la distancia, y los cálculos realizados para determinar las velocidades iniciales en los ejes.
- Análisis: Discusión sobre cómo el ángulo de lanzamiento y las velocidades iniciales afectan el tiempo de vuelo y la distancia recorrida. Relación de observaciones con conceptos teóricos.
- Conclusiones: Reflexiones finales sobre los hallazgos y cómo se relacionan con la teoría del tiro parabólico.

Durante la evaluación, se espera que los estudiantes demuestren:

- Precisión en los cálculos y coherencia en el uso de las ecuaciones.
- Habilidad para establecer conexiones claras entre datos prácticos y conceptos teóricos.
- Capacidad para articular argumentos basados en datos y apoyar sus afirmaciones con pruebas.
- Habilidad para trabajar en equipo y colaborar efectivamente.
- Claridad en la exposición y organización lógica de las ideas.
- Habilidad para responder preguntas y participar en discusiones con la clase.

Actividad 3. Influencia del rozamiento mediante una experiencia práctica de lanzamiento de un cohete

La actividad tiene como objetivo principal que los estudiantes observen y comprendan cómo el rozamiento afecta el tiempo de vuelo y la distancia recorrida por un cohete. La evaluación se centrará en la calidad del informe presentado, la precisión de las mediciones y la capacidad de los estudiantes para analizar y relacionar sus observaciones con los conceptos teóricos del tiro parabólico y el rozamiento.

Informe de observación y análisis:

- Introducción: Breve descripción del propósito y objetivo de la actividad.
- Datos recopilada: Registro detallado de las mediciones realizadas en cada lanzamiento, incluyendo el ángulo de lanzamiento, el tiempo de vuelo y la distancia alcanzada.
- Análisis de datos: Discusión sobre cómo el ángulo de lanzamiento y el rozamiento afectan la trayectoria del cohete.
- Gráfico: Presentación de un gráfico que muestre la relación entre el ángulo de lanzamiento y el tiempo de vuelo, y su análisis correspondiente.
- Conclusiones: Reflexiones finales basadas en las observaciones y análisis, relacionando la práctica con los conceptos teóricos.

Durante la evaluación, se espera que los estudiantes:

- Realicen mediciones precisas y registren datos de forma detallada y organizada.
- Demuestren habilidad para analizar los datos y extraer conclusiones significativas.
- Presenten un gráfico claro y coherente, y analicen adecuadamente su contenido.
- Articulen claramente la relación entre las observaciones prácticas y los conceptos teóricos.

VI. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA.

La propuesta didáctica presentada se centra en actividades prácticas relacionadas con el uso del simulador y el lanzamiento de cohetes, y cómo diversos factores, como el ángulo

de lanzamiento y el rozamiento, afectan su trayectoria y tiempo de vuelo. Esta mezcla de aprendizaje teórico y práctico es beneficiosa ya que ofrece a los estudiantes una comprensión más completa de los conceptos. Sin embargo, aunque se incluye una actividad para repasar teorías, el peso de la didáctica recae principalmente en las actividades prácticas. Es vital que los estudiantes tengan una base teórica sólida para entender completamente las observaciones que hacen durante las actividades prácticas.

Algunos problemas y dificultades identificadas incluyen la falta de recursos, ya que no todos los centros o estudiantes pueden tener acceso a todos los materiales necesarios. Factores externos como el clima pueden influir en las observaciones y mediciones. Si el día es especialmente ventoso o lluvioso, los resultados podrían no ser precisos. Además, no todos los estudiantes pueden tener el mismo nivel de base en física, lo que puede crear desigualdades en el aprendizaje y en la experiencia de la actividad. Finalmente, la propuesta didáctica puede ser extensa y podría no haber suficiente tiempo para abordar adecuadamente todos los aspectos en una única sesión.

Para abordar estos problemas, se podrían buscar recursos alternativos o modificar la actividad. En lugar de realizar la actividad al aire libre, se podrían realizar en el pabellón asegurándose que los cohetes no llegarán nunca a tocar el techo. También, se podrían utilizar recursos más comunes (por ejemplo, tiro a canasta de baloncesto dentro y fuera del pabellón). Esto permitiría a los estudiantes explorar los conceptos en un ambiente más controlado. Además, se podría dividir la actividad en varias sesiones, permitiendo a los estudiantes procesar y reflexionar sobre lo aprendido entre cada sesión.

Considerando las dificultades mencionadas anteriormente, una propuesta de mejora podría ser la integración de herramientas digitales y la proyección de algún vídeo donde quede demostrado esto.

En conclusión, la propuesta didáctica actual es robusta y ofrece una experiencia práctica valiosa, pero la incorporación de herramientas digitales y un mayor énfasis en la nivelación teórica podría mejorar significativamente la experiencia y el aprendizaje de los estudiantes.

VII. CONSIDERACIONES FINALES.

La enseñanza siempre ha sido un pilar fundamental en mi desarrollo. A lo largo de mis años viviendo en diferentes países y experimentando distintos sistemas educativos, desarrollé un gran deseo de contribuir activamente a la formación de otros estudiantes. Este deseo se mezcló con las ricas experiencias y aprendizajes que obtuve en mi trayectoria académica y cultural. Considero que la educación tiene el poder de transformar vidas y sociedades. Con todas las experiencias que he acumulado, siento que tengo una perspectiva única que ofrecer. Así que, decidí hacer el máster del profesorado.

El trabajo realizado ha sido una experiencia enriquecedora, tanto desde el punto de vista educativo como desde una perspectiva personal. Diseñar y analizar una propuesta didáctica centrada en la física aplicada a través de una experiencia práctica, como el lanzamiento de cohetes, ha planteado retos y aprendizajes valiosos que marcarán mi trayectoria como educador.

Las dificultades encontradas durante este proyecto serían varias. Desde la logística y acceso a los materiales adecuados hasta la variabilidad de resultados debido a factores ambientales. Sin embargo, durante la escritura de este trabajo cada obstáculo brindó una oportunidad de aprendizaje y adaptación, lo que en última instancia ha reforzado mi capacidad para planificar y adaptarme a situaciones cambiantes.

El interés despertado por los estudiantes de Secundaria fue evidente. La combinación de teoría y práctica, de aula y entorno al aire libre, les proporcionó una experiencia de aprendizaje dinámica. Observar su entusiasmo, sus conversaciones mientras experimentaban, y finalmente sus análisis y conclusiones fue, sin duda, una de las mayores satisfacciones de este proyecto.

No obstante, este trabajo también ha sido un espejo en el que mirar mi propio crecimiento a lo largo del máster. Cada asignatura, cada discusión y cada proyecto han contribuido a mi desarrollo profesional. Este proyecto en particular ha resaltado la importancia de la reflexión, la adaptabilidad y la integración de nuevas tecnologías en la enseñanza.

En cuanto a la adecuación del trabajo, creo que, aunque la propuesta didáctica presentada tiene mérito y valor, hay espacio para mejorar, especialmente en la incorporación de tecnología y en la diversificación de los métodos pedagógicos. En mi formación permanente, es esencial abordar una comprensión más profunda de cómo integrar herramientas digitales de manera efectiva y cómo adaptar las actividades a diferentes estilos de aprendizaje y niveles de preparación de los estudiantes.

En retrospectiva, este proyecto, y de hecho todo el máster, ha sido una amalgama de desafíos y recompensas. Las experiencias adquiridas, las habilidades desarrolladas y las reflexiones realizadas servirán como pilares en mi futuro profesional. Estoy agradecido por las lecciones aprendidas y espero llevar estos aprendizajes conmigo mientras avanzo en mi carrera en la educación.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Angel Henríquez, E. M., & Rivas Meza, R. E. (2020). Concepciones sobre el Movimiento Parabólico: Estrategias de enseñanza y aprendizaje que contribuyen a su comprensión. *Educere*, 24(79), 633-643.
2. Angulo Mendoza, G. A., Vidal Espinosa, L. O., & García Ortiz, G. (2012). Impacto del laboratorio virtual en el aprendizaje por descubrimiento de la cinemática bidimensional en estudiantes de educación media. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (40), a203.
3. Barberá, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379
4. Castillo Rodríguez, N. J., Giraldo Santamaría, D. S., & Devia-Narváez, D. F. (2021). Enseñanza del movimiento parabólico mediante el uso de un simulador interactivo desde la perspectiva del aprendizaje por descubrimiento. *Scientia Et Technica*, 26(03), 371-379.
5. Elizondo Treviño, M. D. (2013). Dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje de la Física. *Presencia Universitaria*, 3 (5). pp. 70-77.
6. Flores Castro, C. (2014). Guillermo Tell, un juego que involucran el aprendizaje del tiro parabólico. *Diseño de software educativo*.
7. Flores Garcia, S.; González Quezada, M. D.; Ramírez Sandoval, O.; Cruz Quiñones, M. A.; Chávez Pierce, J. E.; Nieto Saldaña, N.; (2018). Propuesta para el entendimiento conceptual del tiro parabólico en base a la realidad aumentada Parte I. *Latin-American Journal of Physics Education*. 12(4), 1870-9095.
8. Paida-Jerez, M. K., y Calvache-Segura, K. Y. (2019). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39207>.
9. Rodriguez (2015). Enseñanza para la comprensión: dificultades que afrontan los estudiantes en el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU). *Conference: III Encuentro Nacional de Didáctica de la Física*.

10. Rodríguez, Stella, M. . G. (2014). Physics Tracker: Una implementación didáctica para la presentación del tema tiro parabólico en bachillerato. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Extra).
11. Roth, W.M. y Roychoudhury, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 127-152
12. Ruiz, Andrés y Oktaç, Asuman (2014). De un videojuego a las ecuaciones del tiro parabólico: una propuesta didáctica. En Lestón, Patricia (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 871-878).