

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento de Física



**ELABORACIÓN DE UN DISEÑO DIDÁCTICO EXPERIMENTAL CON
METODOLOGÍAS CDI, ECBI Y 4MAT PARA TÓPICOS DE CINEMÁTICA,
DINÁMICA Y ENERGÍA, USANDO DISPOSITIVOS MÓVILES Y SOFTWARE
DE TRATAMIENTO DE DATOS**

CARLOS RODOLFO BAHAMONDE CONTRERAS

LISSETHE YASNA FERREIRA SEPÚLVEDA

CAROLINA SILEM HERRERA VALENZUELA

Profesora Guía:

Leonor Huerta

Seminario de Grado para optar al Título
de: Licenciado en Educación de Física y
Matemática.

Santiago – Chile

2015

259937 © Carlos Rodolfo Bahamonde Contreras, 2015.
Lissethe Yasna Ferreira Sepúlveda, 2015.
Carolina Silem Herrera Valenzuela, 2015.

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial Chile 3.0

**ELABORACIÓN DE UN DISEÑO DIDÁCTICO EXPERIMENTAL CON
METODOLOGÍAS CDI, ECBI Y 4MAT PARA TÓPICOS DE CINEMÁTICA, DINÁMICA
Y ENERGÍA, USANDO DISPOSITIVOS MÓVILES Y SOFTWARE DE TRATAMIENTO
DE DATOS**

**CARLOS RODOLFO BAHAMONDE CONTRERAS
LISSETHE YASNA FERREIRA SEPÚLVEDA
CAROLINA SILEM HERRERA VALENZUELA**

Este trabajo de Graduación fue elaborado bajo la supervisión de la profesora guía Sra. Leonor Huerta Cancino del Departamento de Física y ha sido aprobado por los miembros de la Comisión Calificadora, Sr. Nicolás Garrido Sánchez y Sra. Claudia Matus Zúñiga.

Nicolás Garrido Sánchez
Comisión Calificadora

Claudia Matus Zúñiga
Comisión Calificadora

Yolanda Vargas Hernández
Directora

Leonor Huerta Cancino
Profesora Guía

RESUMEN

En el presente seminario de grado, se propone una secuencia didáctica compuesta por cinco guías de actividades para la unidad de mecánica de segundo año de enseñanza media. En la elaboración de la guías de actividades se utilizaron tres Metodologías Activas (ECBI, CDI y 4MAT), en el caso de la guía actividades N°1 se decidió utilizar la metodología ECBI, para las guías de actividades N°2 y N°3 se prefirió usar la metodología CDI, mientras que en las guías de actividades N°4 y N°5, se escogió el sistema 4MAT. Además, se propone que en las diversas experiencias prácticas se utilicen dispositivos móviles (smartphone o tablet) como principal instrumento de obtención de datos, además de la utilización de software de procesamiento de vídeo y software de tabulación de datos.

En la secuencia didáctica, las guías de actividades elaboradas fueron diseñadas para ser realizadas en un cierto orden, avanzando de acuerdo a los Objetivos de Aprendizajes (OA) establecidos por el Ministerio de Educación. De este modo, los conceptos estudiados en una experiencia son fundamentales para que pueda ser llevada a cabo la actividad siguiente. La primera guía propuesta corresponde al estudio del movimiento rectilíneo uniforme, en el que se analiza el movimiento de una esfera que se desplaza a lo largo de un plano horizontal. La segunda guía permite el estudio del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, mediante la observación de una esfera que se mueve sobre un plano inclinado. La tercera guía facilita el estudio cinemático de la caída libre. Por último en la cuarta y quinta guía, de caída libre y péndulo simple respectivamente, se propone un análisis desde el punto de vista de la energía mecánica. Además, para cada guía de actividades se elaboraron las respectivas guías con indicaciones al docente, las que además se complementan con un tutorial desarrollados en formato de vídeo, para la óptima realización e implementación de las actividades en el aula.

Para finalizar, la validación de la propuesta didáctica se desarrolló en tres aspectos: primero, se realizaron la experiencia y se verificó la calidad de las mediciones y de los datos obtenidos al usar el dispositivo móvil como instrumento. Posteriormente, se realizó una validación por opinión expertos en la que participaron ocho profesores de Física en ejercicio, quienes respondieron una encuesta en la cual indicaron su apreciación respecto a ocho indicadores planteados. La validación contempló también la implementación en el aula una de las guías de actividades elaboradas.

AGRADECIMIENTOS

Termina una larga etapa e inicia una nueva y emocionante aventura en la sendero de la educación. No es fácil estando a miles de kilómetros de tu familia y de tus seres queridos, salir adelante y llegar a esta instancia. Solo me queda agradecer a todos los que pusieron su confianza en mí y me ayudaron a recorrer este largo camino.

A mis padres y hermano que desde nuestro hogar en la lejana Patagonia siempre me dieron su apoyo y esa confianza innata por mí. El inicio de este proceso fue difícil, con sus altos y bajos, pero lo logramos familia.

A mi pareja, Carolina, sin ti no lo habría logrado o quizás me hubiese tomado mucho más tiempo terminar esto, eres mi cable a tierra, esa pisca de racionalidad que necesito día a día. Quién iba a pensar que encontraríamos el amor en este lugar, y que finalizaríamos esta etapa juntos. Te amo, y esto es solo el comienzo de algo mucho mejor.

A mi segunda familia, mis suegros y cuñados, realmente encontré a mis segundos padres y hermanos, gracias de verdad por abrir las puertas de su hogar a este extraño, su cariño, preocupación y amistad me ayudaron de sobremanera a contrarrestar los efectos de estar lejos de mi familia y la soledad, los quiero a montones.

Finalmente agradecerle a mis amigos más cercanos, Camilo, Sergio, Sebastián, Cristofher y Melissa. Sus llamadas para saber de mí, esas juntas (pocas, pero especiales), el apoyo incondicional, no solo de ustedes sino también de sus familias, de verdad muchas gracias.

Carlos Bahamonde Contreras.

Para comenzar, quiero agradecer a Dios por su amor y misericordia, gracias por darme la oportunidad de poder llegar a este momento que tanto hemos soñado con mi familia. Nunca pensé que llegaría hasta aquí ¡Gracias Señor!

Mi familia ha sido fundamental durante mis veinticuatro años. Gracias a mi papito José y mi mami Edulia, por estar conmigo siempre, por aconsejarme e instarme a seguir adelante. Gracias por educarme, por entregarme valores, formarme, guiarme y regalónearme tanto. Gracias por ir a dejarme todas las mañana al paradero de la micro, por las comidas y oncesitas ricas, gracias por hacerme reír todos los días. Ahora me pregunto “¿De cuánto estaríamos hablando?” Creo que si les diera toda la riqueza del mundo, no podría pagar todo lo que han hecho por mí y mis hermanos, valoro cada minuto que han dedicado a nosotros, me siento realmente afortunada de tenerlos con vida y estoy segura que mis dos hermanos también ¡Los amo demasiado!

Quiero agradecer a mi hermanita pequeña, mi Virginia, por estar conmigo siempre, por hacerme reír, por contenerme, abrazarme, hacerme cariño y tener paciencia cuando andaba insoportable. Gracias por ser mi hermana, mi amiga y mi yunta. Eres la más linda, inteligente, creativa y chistosa del mundo entero ¡Te amo mi bonita!

A mi hermanito Ariel, a pesar que perdimos tantos años, ahora los estamos recuperando y me siento feliz de ser tu hermanita. Gracias por tus concejos y largas conversaciones que hemos tenido. Gracias por darme la oportunidad de ser tía ¡A los tres los quiero más que mucho!

A mi amiguito Ale por estar conmigo todos los días, a pesar de los ochocientos kilómetros que nos separan, has estado presente con tus llamadas y mensajes. Gracias por acompañarme, hacerme reír, escucharme y tener paciencia. Usted sabe que en este tiempo se ha convertido en una persona muy especial e importante para mí.

Quiero hacer una mención especial a mi tío amado, mi tío Chomy, que ya no está conmigo y que a pesar que ya han pasado algunos meses de su partida, está presente en mi vida todos los días ¡Lo quiero muchos lacos lacos!

A la profe Leonor por guiarnos y enseñarnos para que este proyecto se lleve a cabo. Gracias por su paciencia y por todos los minutos dedicados a nuestra tesis.

Para finalizar, quiero agradecer a cada una de las personas que estuvieron conmigo en este largo proceso y permitieron de una u otra manera que esto fuese posible: Nanita, tíos, tías, tía Ufita, primos, primas, Livan, Fanny, mis amigos, mi Dali, señora Aurora, Andrés y su familia, vecinas, compañeros de universidad, profesores y mis alumnos.

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece” Filipenses 4:13

Lissethe Ferreira Sepúlveda.

Con este trabajo culmina una etapa que considero muy importante para mi vida, es por esto que quiero agradecer a quienes me acompañaron durante este proceso. Primero que todo quiero agradecer a Diosito por cada una de las experiencias vividas, cada una de ellas me permitió crecer como persona.

Asimismo quiero agradecer a mi mamita Patricia por estar siempre disponible para escucharme, apoyarme y aconsejarme, eres la mejor mamá y amiga que Diosito pudo escoger para mí. A mi papá Richard por todo el esfuerzo y sacrificio que has realizado durante años para permitirnos a mis hermanos y a mí ser las personas que somos, te amo papá. A mi hermano Ignacio, gracias por ser mi compañero de vida, gracias por simplemente estar. A mi Martín, gracias por tu inocencia, por hacerme reír con sus locuras, por hacer que mis días sean más felices. Quiero que sepan que todo lo que he logrado es por y para ustedes ¡Los amo más que todo en este mundo!

También quiero agradecer a mi Carlitos, gracias por la paciencia y ayuda, me hace muy feliz que hayamos llegado a esta instancia juntos. Y a nuestra profesora guía, Leonor Huerta, por su disponibilidad y ayuda, sin usted esto no hubiese sido posible.

Además quiero hacer una mención a mi abuelito, quiero que sepa que siempre me acuerdo de usted, la verdad es que no esperaba su partida, y menos de la forma que fue, lo quiero y extraño mucho, un besito al cielo, espero que este muy orgulloso de su nieta.

Finalmente me queda agradecer a mis amigos Camilo, Bastian y Rosa, gracias por cada una de sus palabras de apoyo ¡los quiero muchísimo!

Carolina Herrera Valenzuela.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	iii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN A LA PROPUESTA	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3 OBJETIVOS	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	5
2.1 METODOLOGÍAS ACTIVAS EN EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA	5
2.1.1 ENSEÑANZA DE LA CIENCIA BASADA EN INDAGACIÓN (ECBI)	6
2.1.2 CLASES DEMOSTRATIVAS INTERACTIVAS (CDI)	8
2.1.3 SISTEMA 4MAT	11
2.2 TECNOLOGÍA EN EL AULA	14
2.2.1 EL USO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA.	15
2.2.2 TELÉFONOS INTELIGENTES (SMARTPHONES)	16
2.2.3 USO DE VÍDEOS	17
2.2.4 PROCESAMIENTO DE DATOS	17
2.2.5 USO DE APPS EN DISPOSITIVOS MÓVILES PARA ACTIVIDADES DE FÍSICA.....	18
2.3 REPORTE DE IMPLEMENTACIONES DEL USO DE DISPOSITIVOS MÓVILES CON FINES PEDAGÓGICOS EN EL AULA.....	19
2.3.1 USO DEL ACELERÓMETRO	19
2.3.2 USO DEL PROXÍMETRO	20
2.3.3 USO DEL SENSOR CCD O CMOS	20
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DIDÁCTICA	22
3.1 INTRODUCCIÓN	22
3.2 ESTRUCTURA DE LAS ACTIVIDADES.....	22
3.2.1 SECUENCIA DIDÁCTICA.....	22
3.2.2 DISEÑO DE LA GUÍA DE ACTIVIDADES (Nº 1) PARA EL ESTUDIO DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU)	27
3.2.3 DISEÑO DE LA GUÍA DE ACTIVIDADES (Nº 2) PARA EL ESTUDIO DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO (MRUA).....	29

3.2.4 DISEÑO DE LA GUÍA DE ACTIVIDADES (Nº 3) PARA EL ESTUDIO CINEMÁTICO DE LA CAÍDA LIBRE	30
3.2.5 DISEÑO DE LA GUÍA DE ACTIVIDADES (Nº 4) PARA EL ESTUDIO DE LA ENERGÍA MECÁNICA EN UN MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE.	32
3.2.6 DISEÑO DE LA GUÍA DE ACTIVIDADES (Nº 5) PARA EL ESTUDIO DE LA ENERGÍA MECÁNICA EN EL MOVIMIENTO DE UN PÉNDULO SIMPLE	34
3.3 GUÍAS DE ACTIVIDADES	36
3.3.1 GUÍA DE ACTIVIDADES Nº 1: MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU).....	37
3.3.2 GUÍA DE ACTIVIDADES Nº 2: MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO (MRUA).....	41
3.3.3 GUÍA DE ACTIVIDADES Nº 3: LA CINEMÁTICA DE LA CAÍDA LIBRE	46
3.3.4 GUÍA DE ACTIVIDADES Nº 4: LA ENERGÍA EN EL MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE	52
3.3.5 GUÍA DE ACTIVIDADES Nº 5: LA ENERGÍA EN LA OSCILACIÓN DE UN PÉNDULO.	58
CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.....	64
4.1 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LOS DATOS Y RESULTADOS	64
4.1.1 ESTUDIO DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU).....	64
4.1.2 ESTUDIO DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO (MRUA).....	67
4.1.3 ESTUDIO CINEMÁTICO DE LA CAÍDA LIBRE	69
4.1.4 ESTUDIO DE LA ENERGÍA MECÁNICA EN UN MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE	75
4.1.5 ESTUDIO DE LA ENERGÍA MECÁNICA EN EL MOVIMIENTO DE UN PÉNDULO SIMPLE	80
4.2 VALIDACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTOS.....	82
4.2.1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE VALIDACIÓN	83
4.3 IMPLEMENTACIÓN EN EL AULA.....	84
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES.....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
ANEXOS	96
ANEXO 1:	97
GUÍA Nº 1 CON INDICACIONES AL DOCENTE (MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME)	97
ANEXO 2:	102

GUÍA N° 2 CON INDICACIONES AL DOCENTE (MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO)	102
ANEXO 3:	107
GUÍA N° 3 CON INDICACIONES AL DOCENTE (CINEMÁTICA DE LA CAÍDA LIBRE).....	107
ANEXO 4:	113
GUÍA N° 4 CON INDICACIONES AL DOCENTE (ENERGÍA EN EL MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE)	113
ANEXO 5:	119
GUÍA N° 5 CON INDICACIONES AL DOCENTE (ENERGÍA MECÁNICA EN EL MOVIMIENTO DEL PÉNDULO)	119
ANEXO 6:	125
ENCUESTA DE VALIDACIÓN.....	125
ANEXO 7:	128
INFORMACIÓN DE EXPERTOS QUE PARTICIPARON EN LA VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA	128
ANEXO 8:	130
RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE VALIDACIÓN PARA CADA ACTIVIDAD.	130
ANEXO 9:	136
ANTECEDENTES DEL CURRÍCULUM NACIONAL	136
ANEXO 10:	142
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE ASOCIADOS A LAS HABILIDADES Y ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PARA 2° AÑO DE ENSEÑANZA MEDIA	142
ANEXO 11:	144
LAS HABILIDADES TIC PARA EL APRENDIZAJE	144
ANEXO 12:	147
ESTÁNDARES ORIENTADORES PARA PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA	147

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1: Ciclo PODS para el Aprendizaje Activo de la Física	5
Figura 2 Ciclo de aprendizaje sistema 4MAT	13
Figura 3: Montaje experimental actividad N°1	65
Figura 4: Montaje experimental para la actividad N°2	67
Figura 5: Relación 1:3:5:7	69
Figura 6: Montaje experimental para la actividad N°3	70
Figura 7: Cuadro correspondiente a cuando la esfera es soltada y cuando choca o está más próxima al suelo.	71
Figura 8: Gráfico Altura vs. Tiempo.....	73
Figura 9: Gráfico Altura vs Tiempo ²	74
Figura 10: Montaje experimental para la actividad N°4	75
Figura 11: Gráfica del porcentaje de aprobación para cada guía.	84
Figura 12: Diagrama de un péndulo simple.....	85
Figura 13: Montaje experimental guía de actividades N°4	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Objetivos de Aprendizaje, Habilidades Científicas, Metodología seleccionada, contenido abordados y conceptos asociados para cada guía de actividades de la secuencia didáctica	25
Tabla 2 Instantes de tiempo en los que la esfera inicia y finaliza el recorrido de cada intervalo de distancia de 15(cm)	65
Tabla 3 Tiempo que demora la esfera en recorrer cada intervalos de distancia de 15(cm).	66
Tabla 4 Instantes de tiempo según la posición de la esfera	68
Tabla 5 Tiempo que demora la esfera en recorrer cada intervalo de distancia.	68
Tabla 6 Tiempo de caída de la esfera para diferentes alturas.....	72
Tabla 7 Datos rectificadas	73
Tabla 8 Semiperiodo de un péndulo simple	80
Tabla 9 Promedio de los puntajes obtenidos en encuesta para cada guía.....	83
Tabla 10 Porcentaje de aprobación para cada guía.....	83
Tabla 11 Información de los profesores participantes en la validación de la propuesta didáctica	128
Tabla 12 Resultados de la validación por opinión de expertos para la actividad N°1 .	131
Tabla 13 Resultados de la validación por opinión de expertos para la actividad N°2 .	132
Tabla 14 Resultados de la validación por opinión de expertos para la actividad N°3 .	133
Tabla 15 Resultados de la validación por opinión de expertos para la actividad N°4 .	134
Tabla 16 Resultados de la validación por opinión de expertos para la actividad N°5 .	135
Tabla 17 Objetivos de Aprendizaje Seleccionados del eje Física para 2° año Medio (Bases Curriculares 2013: 7° básico a 2° medio, 2013)	137
Tabla 18 Habilidades Científicas seleccionadas para nuestra propuesta	138
Tabla 19 Dimensiones y subdimensiones de Matriz HTPA.....	145

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN A LA PROPUESTA

1.1 INTRODUCCIÓN

La importancia de enseñar física hoy en día a través de actividades prácticas es innegable, el desarrollo de actividades dirigidas por el profesor, colocando al alumno en un rol participativo, sin deshacer el placer de descubrir por sí mismo lo que los grandes científicos han logrado con tanto trabajo, además de la proactividad y gran motivación de los alumnos, y el aprendizaje de procesos válidos contra rígidas rutinas que rápidamente quedan en el olvido, son algunas de las ventajas de la aplicación de estas prácticas. La implementación de actividades experimentales en el aula concede la oportunidad a los estudiantes de recrear significativamente el conocimiento científico, a través de la integración de saberes, el fortalecimiento y desarrollo de competencias, que facultan a los alumnos el poder solucionar problemas o situaciones de su diario vivir (Peña, 2012), pero la ausencia de laboratorios o de equipamiento, ya sea por problemas de infraestructura o falta de presupuesto en colegios y liceos de nuestro país, se transforman en los principales limitantes para el desarrollo de actividades experimentales. La siguiente propuesta didáctica busca mermar estas limitantes introduciendo la utilización de dispositivos móviles como principal instrumento de obtención de datos, llevando el laboratorio al aula.

La utilización de dispositivos móviles permite abaratar el alto costo de instrumentos especializados de medición, sensores incorporados en estos dispositivos como cámaras fotográficas y de video, acelerómetros, proximetro, entre otros; proporcionan herramientas de precisión a la hora de obtener datos en actividades diseñadas para ser implementadas en cursos de enseñanza media, donde la masiva inserción de lo que algunos llaman elementos distractivos, por ejemplo: iPods, tablets, teléfonos inteligentes (smartphones), etc., estos últimos tan reprimidos dentro del aula, pueden ser un gran aporte -con sus potencialidades- para favorecer nuevas formas de aprendizaje (Arias, 2011).

Conceptos como trayectoria, desplazamiento, velocidad y aceleración, son la base para el entendimiento de movimientos propios de la cinemática, por otro lado el concepto de energía permite expresar las leyes que los rigen y, por lo tanto hacer predicciones sobre ellos. El entendimiento y aprendizaje de estos contenidos son imprescindibles al inicio de la enseñanza media para el posterior estudio de las temáticas de cursos superiores. Es por esto que la siguiente propuesta didáctica desarrolla cinco actividades ordenadas secuencialmente incluyendo

fenómenos como el Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU), el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA), la Caída Libre y el movimiento del Péndulo Simple.

Finalmente la inserción de actividades prácticas en el aula permiten una participación activa de los estudiantes, las cuales favorecen el uso de Metodologías Activas en la Enseñanza de la Física, como los son la Enseñanza de las Ciencias Basadas en la Indagación (ECBI), las Clases Demostrativas Interactivas (CDI) y la Metodología 4MAT, en el diseño de las actividades de esta propuesta didáctica.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Nuestra propuesta didáctica se diseñó a partir de la necesidad de ofrecer experiencias prácticas de laboratorio promoviendo el uso de dispositivos móviles como principal instrumento de obtención de datos y el uso del computador para procesamiento de éstos. Esto es considerando los resultados del CENSO TIC que se llevó a cabo el año 2012 (Enlaces, 2013), que señalan que un 85 por ciento de los alumnos encuestados en Chile tienen acceso a computadores en el hogar y el 54 por ciento de los alumnos posee teléfono celular inteligente, mientras que sólo un 38,9 por ciento de los establecimientos de Chile cuentan con laboratorio de Ciencias (Banco Interamericano de Desarrollo, 2011)

Es evidente que el uso de la tecnología en el aula ha incrementado en las últimas décadas, provocando cambios significativos en las formas de enseñar y de aprender en todos los contextos y niveles educativos (Enlaces, 2008). Es por esto que el sector educativo se ha convertido en un campo fértil y favorable para explorar el potencial de aplicación de los dispositivos portátiles como apoyo al aprendizaje, es decir, existe un interés por parte de investigadores, educadores y profesionales para aprovechar los dispositivos portátiles como herramienta pedagógica.

Uno de los aportes que se quiere hacer es crear una secuencia didáctica, para los tópicos de cinemática, mecánica y energía de segundo año de enseñanza media para las nuevas bases curriculares, las que se implementarán el año 2018. Estos tópicos fueron escogidos debido a que el uso del dispositivo móvil es de suma importancia para llevar a cabo estas experiencias y los sensores que vienen incorporados en ellos permiten utilizarlos en estos contenidos. Con respecto a las guías para el docente, se diseñaron con el objetivo de guiar al profesor durante la clase, de modo que se pueda llevar a cabo la actividad, permitiendo así que los estudiantes puedan cumplir con los objetivos propuestos, desarrollen habilidades científicas y la guía para el estudiante que

se propone se desarrolle en el tiempo estimado, considerando que en segundo año medio, la clase de física es de dos horas pedagógicas (noventa minutos) a la semana. Además, se elaboraron seis tutoriales para orientar al profesor en cada experiencia, donde se explica en forma detallada cómo obtener y procesar datos en cada actividad, estos fueron diseñados debido a que según estudios realizados sobre el uso de tutorías mencionan que una de las metodologías de aprendizaje activo de la física más flexible es el uso de ellos, ya que puede ser utilizada tanto para la introducción de conceptos o en algunos casos como práctico de laboratorio, así como una actividad de aprendizaje (Benegas, 2007).

Además se vio la necesidad de innovar, diseñando cada actividad en base a metodologías para el aprendizaje activo de la física como Enseñanza Basada en la indagación (ECBI), Clases Demostrativas Interactivas (CDI) y sistema 4MAT, estas metodologías fueron escogidas ya que han sido ampliamente probadas en los últimos años, con resultados positivos de acuerdo a los reportes de investigaciones. Los resultados de estas investigaciones, han permitido comprender que el estudiante debe construir su propio proceso de aprendizaje, partiendo de un estado inicial de conocimientos proveniente de sus experiencias de vida, el cual debe ser modificado por la instrucción para llegar al estado final deseado de comprensión de la disciplina (Benegas, 2007), facilitando la indagación y realización de proyectos, laboratorios y discusión de casos prácticos (Oliver-Hoyo, Alconchel y Pinto, 2012).

1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una secuencia didáctica sobre contenidos de cinemática, dinámica y energía en un entorno enriquecido tecnológicamente, que involucre la utilización de dispositivos móviles, como principal instrumento de obtención de datos, utilizando metodologías activas como las Clases Demostrativas Interactivas (CDI), la Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), y el sistema 4MAT.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar actividades experimentales que faciliten el estudio del movimiento rectilíneo uniforme, el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, caída libre y péndulo para segundo año de enseñanza media, que incorporen uso de sensores de dispositivos móviles como principal instrumento de medición y obtención de datos.
- Elaborar guías con indicaciones para el docente.
- Elaborar tutoriales que permitan desarrollar habilidades de procesamiento de video y datos usando software especializados.
- Validar las guías de actividades elaboradas.

En el Capítulo 2 del presente trabajo revisaremos antecedentes del Marco Teórico como por ejemplo las Metodologías Activas en el aprendizaje de la Física, las Tecnologías en el Aula y Reportes de Implementaciones del uso de Dispositivos Móviles con fines pedagógicos en el aula. En el Capítulo 3 presentaremos los productos elaborados en nuestra Propuesta Didáctica. Esta propuesta está compuesta por cinco guías de actividades diseñadas con diferentes Metodologías Activas (ECBI, CDI y 4MAT), sus respectivas guías con indicaciones al docente, y los tutoriales en formato video desarrollados para complementar las indicaciones al docente y facilitar la implementación de las actividades propuestas. En el Capítulo 4 se mostrará la validación de los elementos diseñados para la propuesta, validación realizada en base a la opinión de un conjunto de expertos, profesores de física en ejercicio (mediante una encuesta de validación), la que entregará una serie de indicadores que permitirán evaluar diversos aspectos presentes en las guías de actividades y guías con indicaciones al docente. Cada experto da a conocer su apreciación de acuerdo a una escala tipo Likert, con cinco categorías de valoración. Finalmente en el Capítulo 5 se presentarán las conclusiones de nuestro trabajo.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 METODOLOGÍAS ACTIVAS EN EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA

En los últimos treinta años diversas investigaciones han mostrado que el Aprendizaje Activo de es una metodología efectiva ya que promueve el uso de estrategias de enseñanza, donde el profesor elabora los materiales de estudio para los contenidos de física, los que permiten al alumno: involucrarse en la actividad guiada, exponer ideas, decidir qué estudiar y dónde buscarlo (realizando investigaciones para resolver sus dudas), a diferencia de la enseñanza tradicional en la que el alumno no interviene y su creatividad no es estimulada (Ramírez, López y Ramírez, 2013). El aprendizaje activo es una metodología que facilita el aprendizaje cooperativo, la indagación y realización de proyectos, laboratorios y discusión de casos prácticos (Oliver-Hoyo et al., 2012).

Dentro de las metodologías activas en el aprendizaje de la física, se encuentra la Enseñanza de la Ciencia Basada en Indagación, Clases Demostrativas Interactivas (CDI) y 4MAT. Estas metodologías se fundamentan en el ciclo de aprendizaje denominado Ciclo PODS por las siglas: Predecir, Observar, Discutir, Sintetizar, como se muestra en la Figura 1(Ramírez et al., 2013).

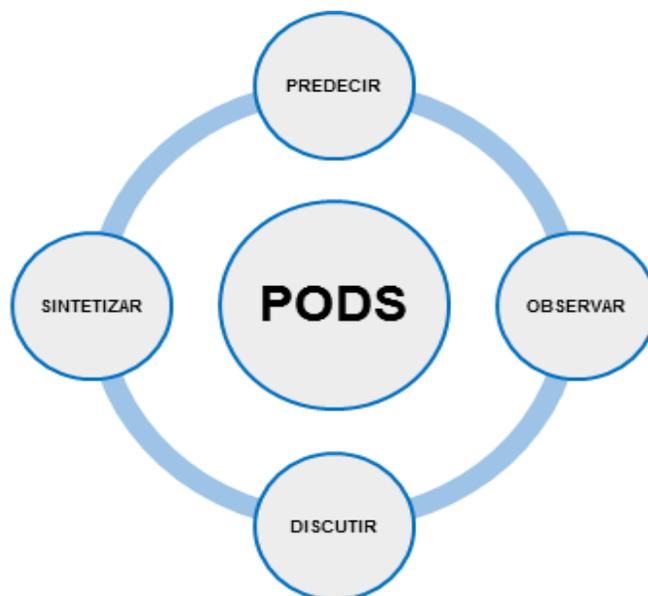


Figura 1: Ciclo PODS para el Aprendizaje Activo de la Física

2.1.1 ENSEÑANZA DE LA CIENCIA BASADA EN INDAGACIÓN (ECBI)

En el año 1910 John Dewey fue el primero en proponer la indagación para la enseñanza de las ciencias, indicando que la indagación facilitaba que el docente pudiera aprovechar el método científico con sus seis pasos, permitiendo además que el estudiante participara de manera activa en su proceso de aprendizaje (Uzcátegui y Betancourt, 2013).

Más tarde en el año 1966 nace en Estados Unidos los Estándares Nacionales de la Educación en Ciencias (NSES), que propone la indagación en la enseñanza de las ciencias, pues considera que *permitirá a los estudiantes hacer observaciones; plantearse preguntas; examinar diferentes fuentes de información; planificar la investigación; revisar o experimentar; utilizar instrumentos de recolección, análisis e interpretación de datos, proponer respuestas, explicar y comunicar los resultados* (como se cita en Uzcátegui y Betancourt, 2013, p. 113).

Sin embargo no es hasta el año 1996, en Francia, que se presenta por primera vez una propuesta didáctica basada en indagación por iniciativa de Georges Charpak, Pierre Lena, Yves Quéré y la Academia de Ciencias Francesa esta propuesta lleva por nombre “La main à la pâte” (manos a la obra), y tiene como objetivo lograr la alfabetización, el aprendizaje científico y propiciar una educación ciudadana (Uzcátegui y Betancourt, 2013).

La indagación como metodología de aprendizaje permite que los estudiantes entiendan la ciencia “no como un conjunto de conocimientos abstractos sino como el propósito humano de adquirir conocimiento y destrezas mentales importantes en la vida cotidiana” (Ried P., s.f).

Una definición de ECBI (como se cita en Harlen, 2013, p. 13) es:

ECBI significa que los estudiantes desarrollan progresivamente ideas científicas claves mientras aprenden a investigar y construyen su conocimiento y comprensión del mundo que los rodea. Ellos utilizan habilidades empleadas por los científicos tales como hacer preguntas, recoger datos, razonar y revisar evidencia a la luz de lo que ya se conoce, extraer conclusiones y discutir los resultados. Este proceso de aprendizaje está apoyado por una pedagogía basada en la indagación, donde la pedagogía se entiende no sólo como el acto de enseñar, sino también como las justificaciones que lo sustentan.

Moënné, Filsecher, Flores, Runge y Verdi (2008, p. 13) definen las cuatro etapas que incluye la metodología ECBI:

- Focalización: Se plantea una pregunta, un problema a investigar. En esta primera etapa los niños y jóvenes exploran y explicitan sus ideas respecto a la temática, problema o pregunta a investigar, a través de una lluvia de ideas.
- Exploración: Antes de realizar experiencias concretas los estudiantes deben elaborar sus predicciones ante la situación o problema a investigar.
- Reflexión: Luego de realizada la experiencia, se confrontan las predicciones realizadas con los resultados obtenidos. Aquí los estudiantes discuten los resultados obtenidos, confrontan sus predicciones con los resultados y generan conclusiones respecto de lo estudiado, las que se registran en el cuaderno de ciencias.
- Aplicación, transferencia: El objetivo de este punto es poner al alumno ante nuevas situaciones que ayuden a afirmar el aprendizaje y asociarlo al acontecer cotidiano. Esta etapa permite al docente comprobar si los estudiantes han internalizado de manera efectiva ese aprendizaje.

La metodología ECBI incorpora todas las etapas que involucra el ciclo PODS (predecir, observar, discutir y sintetizar) en la etapa de focalización en relación a la pregunta o problema a investigar los estudiantes hacen predicciones (Predecir) en base a sus experiencias previas. Luego en la etapa de exploración los estudiantes realizan observaciones (Observar) y obtienen resultados de la experiencia realizada. A continuación en la etapa de reflexión, luego de haber realizado la experiencia, los jóvenes discuten (Discutir) los resultados obtenidos y los confrontan con las predicciones dadas a conocer en la etapa de focalización para luego generar conclusiones en relación al tema estudiado. Finalmente en la etapa de aplicación se realiza una síntesis (Sintetizar) de las conclusiones obtenidas, lo que facilita a los estudiantes asociar el aprendizaje adquirido con situaciones de la vida cotidiana.

Numerosas son las iniciativas que se han desarrollado en torno a la enseñanza de las ciencias basada en indagación, las Academias de Ciencias de Estados Unidos y de Francia poseen un liderazgo a través de los programas “Science for All Children” y “La Main à la Pâte” (LAMAP) respectivamente. Otros países como Brasil, China, Suecia, Namibia, México y Chile también están trabajando en el desarrollo de programas relacionado a este movimiento internacional, el que tiene como propósito un acceso más equitativo al conocimiento (Moëne et. al., 2008)

Moëne, et al. (2008, p. 12) afirma que este movimiento se basa en algunos principios básicos como:

- Comprender la ciencia es más que conocer hechos.
- Los alumnos construyen nuevo conocimiento sobre lo que ya saben y piensan.
- Los alumnos formulan nuevo conocimiento modificando y redefiniendo sus concepciones y agregando nuevos conceptos a lo que ya saben.
- El aprendizaje de las ciencias requiere de un ambiente social en el cual se favorezca la interacción.
- El aprendizaje efectivo requiere que quienes aprenden tomen control de su propio aprendizaje.
- La habilidad para aplicar conocimiento a una situación nueva está relacionada con la forma en que se aprende.

En Chile en el año 2003, la Academia de la Ciencia junto con el Ministerio de Educación, llevaron a cabo un primer proyecto piloto denominado Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación. Moëne et al., (2008) relata que en el proyecto participaron:

Cerca de 1000 alumnos de 6 escuelas y 12 profesores directamente involucrados, 6 monitores y 40 profesores y directivos involucrados en desarrollo profesional. Este proyecto se amplió al año siguiente a 5000 alumnos de 24 escuelas de las comunas de Cerro Navia, Lo Prado y Pudahuel, 72 profesores directamente involucrados, 18 monitores y 160 profesores y directivos involucrados en desarrollo profesional.

En la actualidad el grupo ECBI Chile ha desarrollado trece proyectos, en el que está involucrados 39 escuelas, 209 profesores y 2623 alumnos

2.1.2 CLASES DEMOSTRATIVAS INTERACTIVAS (CDI)

A inicios de la década de los 90 David Sokoloff, actualmente Profesor Emérito del Departamento de Física de la Universidad de Oregon, Estados Unidos; y Ronald Thornton, hoy en día Profesor tanto en Física como Educación en Tufts University, Estados Unidos, comenzaron a trabajar en la creación de ambientes de Aprendizaje Activo que logren un mejor aprendizaje tanto en grupos pequeños como grandes (Sokoloff & Thornton, 2004). El resultado de este trabajo nació el método de enseñanza y aprendizaje llamado por ellos "Clases Demostrativas e Interactivas" (CDI).

En términos generales esta metodología consiste en una secuencia en donde los alumnos participan activamente iniciando la actividad con una etapa de predicción escrita luego de la observación de un experimento físico real, posteriormente discuten sobre estas predicciones en grupos pequeños con sus compañeros cercanos, luego proceden a la observación del fenómeno físico en tiempo real, seguida de una obtención de datos y análisis de estos, y la comparación entre predicción y resultados. A continuación los alumnos analizan los resultados obtenidos y finalizan la actividad con una discusión junto con su profesor sobre otras situaciones físicas cotidianas sobre las que se puedan aplicar las ideas y conceptos estudiados.

Respecto al ciclo PODS y sus etapas, la Metodología CDI considera cada una de ellas en su secuencia, al inicio cuando el profesor exhibe el experimento, pide a sus estudiantes que hagan predicciones (Predecir) acerca de sus conocimientos previos en la “hoja de predicciones”, posteriormente, se les solicita a los estudiantes que defiendan su postura respecto a sus predicciones con sus compañeros y discutan sobre el fenómeno observado. Luego, los estudiantes deben observar (Observar) lo que realmente sucede en el experimento, así tienen la oportunidad de contrastar y discutir (Discutir) sus predicciones, lo que permite que los estudiantes generen una transformación de su conocimiento. Después en base a los resultados se realiza una descripción y análisis de estos, para luego pasar a una sintetización (Sintetizar) del fenómeno y contenido estudiado por parte del profesor. Finalmente los alumnos y su profesor buscan situaciones de su vida cotidiana en las que apliquen y puedan explicar en base a lo aprendido. En conclusión esta estrategia consiste en introducir una actividad cuidadosamente diseñada en tiempo real, que fomenta el Aprendizaje Activo, pero bajo el formato de una clase tradicional la cual es guiada en su totalidad por el profesor.

Para su desarrollo Sokoloff y Thornton recomiendan una secuencia de ocho pasos (Ramírez y Chávez, 2012, p. 143):

1. El docente describe el experimento, si fuera necesario, lo realiza sin proyectar el resultado del experimento.
2. Los estudiantes deben anotar su predicción individual en la Hoja de Predicciones, la cual será recogida al final de la clase, y donde el estudiante debe poner su nombre. Se debe asegurar a los estudiantes que estas predicciones no serán evaluadas, aunque una parte de la nota final del curso puede ser asignada por la simple asistencia a las Clases Interactivas Demostrativas.
3. Los estudiantes discuten sus predicciones en un pequeño grupo de discusión con los 2 o 3 compañeros más cercanos.

4. El docente obtiene las predicciones más comunes de toda la clase.
5. Los estudiantes registran la predicción final en la Hoja de Predicciones.
6. El docente realiza la demostración mostrando claramente los resultados.
7. Se pide a algunos estudiantes que describan los resultados, los discutan en el contexto de la demostración, anoten estos resultados en la Hoja de Resultados, la cual se llevan para estudiar.
8. Los estudiantes (o el docente) discuten situaciones físicas análogas con diferentes características superficiales (diferentes situaciones físicas) pero que responden al mismo concepto(s) físico.

La utilización de esta metodología en el aula sugiere que para lograr buenos resultados es importante considerar que (como se cita en López y Mora, 2010, p. 29):

- El profesor debe planificar el tiempo para la discusión (paso 3) y lograr los objetivos en el tiempo apropiado.
- Para el paso 4 se sugiere que el profesor implemente herramientas que le permitan mostrar en forma llamativa las aportaciones voluntarias de los estudiantes a toda la clase. Las predicciones erróneas no deben ser corregidas en este momento. El profesor puede referir respuestas de clases anteriores si ningún estudiante se ofrece voluntariamente o si las respuestas no varían.
- El objetivo de los dos últimos pasos es que el profesor guía a los estudiantes a la respuesta correcta. Este tipo de clase no una conferencia sino una discusión dirigida donde los datos experimentales y los resultados de la experiencia son la base para la validación los conceptos.

López y Mora (2010) afirman que:

El desarrollo de esta estrategia se ha basado en los resultados de investigaciones realizadas sobre la enseñanza de la física. Los resultados de estos trabajos muestran una clara evidencia de una mejora en el aprendizaje y la retención de los conceptos fundamentales por parte de los estudiantes que reciben instrucción con CDI comparados con estudiantes que reciben clases magistrales de enseñanza tradicional (p.24).

2.1.3 SISTEMA 4MAT

El sistema 4MAT fue desarrollado por Bernice McCarthy en 1987, donde retoma la teoría de los estilos de aprendizaje de Kolb, agregando los estudios sobre las formas de percibir y procesar la información en función de la hemisfericidad cerebral del individuo.

El Sistema 4MAT, más que el estilo de aprendizaje particular del individuo, lo fundamental es la implementación de un ciclo de aprendizaje (Ramírez y Chávez, 2010), se combinan las preferencias de los estudiantes para aprender. Esta combinación de preferencias da como resultado cuatro cuadrantes, cada uno de estos se convierte en un Estilo de Aprendizaje. Cada cuadrante delinea un conjunto de tendencias y preferencias que diferentes personas exhibirán en sus intentos de aprender y enseñar (Ramírez y Chávez, 2012). Cada cuadrante está definido por la forma en que los estudiantes aprenden (Artamónova, Mosquera, Ramírez y Mosquera, 2014). Estos son:

- Cuadrante I, tipo I: Imaginativos
- Cuadrante 2, tipo II: Analíticos
- Cuadrante 3, tipo III: Sentido Común
- Cuadrante 4, tipo IV: Dinámicos

McCarthy afirma que el proceso continuo del sistema 4MAT se mueve desde la reflexión a la acción, la combinación de estas dos posibles elecciones en el individuo forma las diferencias individuales, a las cuales llama, Estilo 1, Estilo 2, Estilo 3 y Estilo 4. Según el Sistema 4MAT, los estilos de aprendizaje precedentes describen comportamientos generales. Esto significa que un estudiante no puede ser identificado con un único estilo, así la forma en que los estudiantes aprenden un concepto determinado depende del estilo de su preferencia. Los cuales son descritos a continuación (como cita en Ramírez, 2010, p.30):

- Estilo 1. Obtienen de la enseñanza un valor personal. Disfrutan las discusiones en pequeños grupos que nutren la conversación.
- Estilo 2. Guardan la verdad. Requieren exactitud y orden. Se sienten cómodos con las reglas y construyen la realidad a partir de estas. Son exigentes en la forma de expresión; metódicos y precisos.
- Estilo 3. Se lanzan a la acción; pretenden que lo aprendido les sea útil y aplicable. No aceptan que les proporcionen las respuestas antes de explorar todas las posibles soluciones.

- Estilo 4. Descubren las cosas por sí mismos. Tienen una fuerte necesidad de experimentar libertad en su aprendizaje, y tienden a transformar cualquier cosa.

El Sistema 4MAT, más que el sistema por sí mismo, lo que importa es la implementación de un ciclo de aprendizaje que contenga los 8 pasos. McCarthy sugiere ocho pasos para la implementación de ciclos de aprendizaje (como cita Ramírez y Chávez, 2012, p. 5). Estos son:

- Paso Uno: En el primer cuadrante nos esforzamos por revelar el significado detrás del aprendizaje. Se debe abordar mutuamente entre instructor y estudiantes la pregunta ¿Por qué? El modo derecho del cuadrante se compromete a crear una experiencia concreta relacionada al concepto. Introducir una experiencia con sentido para que los estudiantes sean capaces de ver las conexiones con su propia experiencia.
- Paso Dos: El modo izquierdo refleja aspectos de la experiencia en la calidad del análisis. Ahora los estudiantes examinan la experiencia. El método es el debate, que es el método en el primer cuadrante, pero el enfoque ha cambiado.
- Paso Tres: El modo derecho del cuadrante dos intenta profundizar en la reflexión, con el objetivo de ordenar y formalizar el concepto. Se debe de buscar otro medio, otra forma de ver algo que involucre los sentidos y al mismo tiempo ofrezca la oportunidad de más reflexión. Debe de crear una actividad que impulse a reflexionar sobre la experiencia y el análisis para cerrar el cuadrante uno y ayude a formular una profundización en la comprensión del concepto, que es el propósito del cuadrante dos.
- Paso Cuatro El modo izquierdo del cuadrante dos tiene a los estudiantes en el centro de la información conceptual. Es en este paso que la formalidad del concepto organiza la experiencia validada. Aquí es donde el alumno dispondrá de la información relacionada con el concepto a fin de comprenderlo en las maneras convencionales. No estamos interesados en memorizar, la antítesis del pensamiento. Estamos subrayando que la información está relacionada con el núcleo del concepto.
- Paso Cinco: En el modo izquierdo del enfoque, el estudiante reacciona a lo proporcionado en los pasos anteriores. Hacen hojas de trabajo, libros de texto, etc. Estos materiales se utilizan para reforzar el concepto y las habilidades enseñadas en el cuadrante dos.
- Paso Seis El paso seis es el pensamiento activo. Se trata de aprender haciendo, y su esencia es la solución de problemas.

- Paso Siete: Este es el paso donde a los estudiantes se les pide analizar lo que han planeado como prueba de su aprendizaje. Aquí los estudiantes están obligados a organizar y sintetizar lo que han aprendido en alguna forma personal. Esta es el gran final del modo izquierdo en este viaje de concepto de unidad. Cuando este paso cierra, deben tener un sentido acumulativo de la exploración a través de todos los pasos anteriores.
- Paso Ocho: El último paso de la unidad, los estudiantes comparten lo que han aprendido con los demás. Se les alienta a asumir la responsabilidad de hacer su propio sentido de lo que han aprendido para su aplicación en la vida. La culminación de este paso es extender el sentido de haber aprendido el concepto para su aplicación en la vida.

La Figura 2, muestra el ciclo de aprendizaje del sistema 4MAT, que tiene como finalidad que las personas puedan aprender de manera óptima, por ello, es necesario que atraviesen los cuatro cuadrantes con sus dos modos (izquierdo/derecho), iniciando con el cuadrante uno y siguiendo estos ocho pasos secuenciales, cualquier contenido o proceso puede ser enseñado:



Figura 2 Ciclo de aprendizaje sistema 4MAT

El sistema 4MAT se relaciona con el ciclo PODS: La primera parte (paso 1 y 2), los estudiantes realizan sus predicciones (Predecir) observan un suceso planteado (Observar), discuten (Discutir) y dan a conocer sus ideas y reflexiones a sus pares (Sintetizar). En la segunda parte (paso 3 y 4), los estudiantes analizan en profundidad y luego sintetizan, para que posteriormente puedan formalizar el concepto (Discutir y Sintetizar). En la tercera parte (paso 5 y 6), el estudiante debe aplicar el conocimiento adquirido y llevan a cabo la experiencia propuesta, en esta sección observan, predicen, discuten y sintetizan (PODS). En la cuarta parte (paso 7 y 8), sintetizan de manera personal lo que han aprendido, discuten y exponen sus reflexiones a sus pares (Sintetizar).

2.2 TECNOLOGÍA EN EL AULA

El uso de tecnología en el aula no ha pasado desapercibido durante las últimas décadas, los primeros indicios de investigaciones sobre los medios, antecedente a la Tecnología de la Información y Comunicación (TIC), se encuentran en torno al 1918, pero es considerada la década de los cincuenta como un punto clave en el posterior desarrollo de la tecnología educativa siendo la utilización de los medios audiovisuales con una finalidad formativa, los que constituyen el primer campo específico de la Tecnología Educativa. A partir la década de los setenta, el desarrollo de la informática educativa consolida la utilización de ordenadores con fines educativos, concentrándose en aplicaciones como la Enseñanza Asistida por Ordenadores (EAO). Durante la década de los ochenta la integración de estas tecnologías en las escuelas comienza a ser un tema muy estudiado, pues es a finales de los años noventa que hubo énfasis en la necesidad de estudiar al docente en el contexto de la organización social de la escuela. Así, en los últimos años la integración de las TIC en la educación se ha convertido en el centro de atención en el ámbito educativo, desapareciendo poco a poco la indefinición conceptual de Tecnología educativa (Vidal, 2006).

TIC es un término que se utiliza actualmente para hacer referencia a las herramientas, soportes y canales para el tratamiento y acceso a la información. Es por ello que se considera que las TICs están inmersas en nuestra cotidianidad, el avance que ha tenido en los últimos años ha impactado la educación, la incorporación de las TIC ha provocado cambios significativos en las formas de enseñar y de aprender en todos los contextos y niveles educativos (Enlaces, 2008). Las TIC están transformando los escenarios educativos tradicionales, al mismo tiempo están haciendo aparecer otros nuevos. Esto es debido a factores como la importancia del aprendizaje en los seres humanos, aparición de nuevas necesidades formativas, la ubicuidad de las TIC, necesidad de adquirir competencias estrechamente vinculadas a nuevos espacios personales e institucionales,

los cuales están fuertemente relacionados con la transformación progresiva de los espacios educativos y otras instituciones no estrictamente educativas, como la familia o el lugar de trabajo, lo que ven incrementada de forma considerable su potencialidad como escenarios de educación y formación (Coll, 2004).

Como consecuencia de este constante avance, esta nueva sociedad necesita de estudiantes que aprendan a construir tempranamente las estructuras mentales que condicionarán su aprender a aprender. En este contexto, el educador debe poseer una cultura informática, cultura que implica conocer las TIC y poseer las habilidades para manejarlas, entender sus extensiones y restricciones, comprender su impacto en la sociedad y cultura. Una vez que posea esta cultura, el facilitador está en condiciones de utilizar las TIC para apoyar el aprender de sus educandos, apropiándose de ellas con autonomía y creatividad, lo que permitirá realizar decisiones innovadoras con la tecnología (Riveros y Mendoza, 2005).

Chile no está exento de estos continuos avances, el Ministerio de Educación, a través del Centro de Educación y Tecnología, Enlaces, ha elaborado estrategias que apuntan a trabajar cada uno de los aspectos que van desde la instalación de una infraestructura tecnológica en las escuelas, pasando por el desarrollo de contenidos y nuevos modelos pedagógicos, hasta llegar al desarrollo de competencias de los profesores. Dado este escenario, desde hace un tiempo en Chile se vienen dando una serie de innovaciones en el uso de TIC para aprender, que han sido adoptadas por comunidades educativas (Enlaces, 2008).

2.2.1 EL USO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA.

La utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el sistema escolar, especialmente en ciencias, es una herramienta y un recurso didáctico importante tanto en clases teóricas como en actividades prácticas y/o experimentales, ya que permite que los estudiantes participen activamente en su proceso de aprendizaje (Agüera y de la Haba, 2009).

La integración de las TIC en la enseñanza de la ciencia es una ayuda para desarrollar tanto las habilidades científicas como las tecnológicas de los estudiantes, las cuales podemos considerar como una mejora en los procesos de enseñanza sólo si se toman como oportunidades para encontrar nuevas ideas, para lo cual es imprescindible que el docente las asuma como una herramienta más de su trabajo y no como un anexo del mundo actual (Castiblanco y Vizcaíno, 2008).

En el caso de Chile, el MINEDUC ha definido una serie de habilidades TIC para el aprendizaje de los alumnos (HTPA). En el Anexo 11 se puede leer un detalle con estas HTPA.

2.2.2 TELÉFONOS INTELIGENTES (SMARTPHONES)

Según datos de la Asociación de Telefonía Móvil (ATELMO) en la actualidad existen más de 24 millones de teléfonos celulares en nuestro país, en otras palabras hay más de un teléfono celular por habitante, en donde la mayor concentración de usuarios se encuentra en el grupo etario entre 15 a 24 años, además la International Data Corporation (IDC) indican que en el primer trimestre de 2015 las ventas de teléfonos inteligentes no ha sufrido una variación considerable respecto del año 2014, esto se debe a que el mercado está llegando a tasas de penetración del 100%, dicho de otro modo el recambio de un teléfono no inteligente a uno inteligente cesó, lo que conlleva a una estabilidad en el mercado.

En el contexto educativo la encuesta Radiografía a Chile Digital 2.0, realizada por la consultora Divergente en 2010, reveló que el uso y tenencia de teléfonos celulares en estudiantes de establecimientos educacionales municipales, particulares subvencionados y particulares, supera el 55% para la primera dependencia y el 75% para las dos últimas. Waldegg (2002) afirma que el aprendizaje está centrado en el estudiante que aprende cuando se encuentra en entornos enriquecidos tecnológicamente, los que le permiten construir una comprensión del mundo a partir de los objetos que manipula y sobre los cuales reflexiona. Las relaciones requeridas para construir esta comprensión son fuentes de conocimiento, en la medida en la que se les da un sentido a los objetos y al mundo que les rodea.

En la actualidad se ha observado un creciente uso de teléfonos inteligentes, pues su uso está presente en prácticamente todas las áreas del quehacer humano (Organista, McAnally y Lavinge, 2013). Algunos de los factores que conlleva este incremento es la disminución en el costo de los equipos, el aumento de sus capacidades tecnológicas, gran capacidad de procesamiento, tamaño, su carácter personal, y en especial, la conectividad, la que le permite al usuario acceder en cualquier momento y lugar a sitios de información y redes sociales (como se cita en Organista, McAnally y Lavinge, 2013, p. 8).

Es por estas características que la implementación de dispositivos portátiles en el sector educativo se ha convertido en un campo fértil y favorable, con un gran potencial para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, es decir, existe un interés por parte de investigadores, educadores y profesionales para aprovechar los dispositivos portátiles tipo Smartphone como herramienta pedagógica. El Smartphone, visto como evolución de los teléfonos celulares, soporta aplicaciones

convergentes que lo convierten en un elemento versátil con potencial de contribución a las distintas modalidades educativas (presencial, en línea, a distancia, entre otras).

2.2.3 USO DE VÍDEOS

Las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación hacen posible que los estudiantes aprendan sobre la ciencia y sobre el mundo natural con múltiples medios y en múltiples entornos de aprendizaje (Valdés y Triciob, 2007). Mediante el uso de cámaras digitales integradas en los smartphones, cuya resolución de la imagen varía entre cinco y veinte megapíxeles, el alumno puede explorar el mundo que le rodea, analizar tiempos y espacios o crear múltiples contenidos. El alumno deja de ser un sujeto pasivo para convertirse en un agente activo que busca, organiza y crea información. Mediante este recurso se amplían las posibilidades comunicativas y creativas del alumnado.

El uso de vídeos es una herramienta audiovisual útil para captar el interés y compromiso de los estudiantes, la cual es utilizada para potenciar los procesos de enseñanza aprendizaje, siendo un instrumento de medición y desarrollo de tecnologías modernas que permiten aumentar a un bajo costo el número de experiencias de laboratorio que se pueden utilizar con los alumnos (Vera, Rivera y Fuentes, 2013). En los últimos años se han llevado a cabo diversas investigaciones al respecto, en el apartado 2.3 se muestran reportes de implementaciones del uso de dispositivos móviles con fines pedagógicos en el aula.

2.2.4 PROCESAMIENTO DE DATOS

En el caso de procesamiento de videos se utilizó el programa VirtualDub, que es un software gratuito y portable (no necesita instalación) que puede ser ejecutado en cualquier computador que posea el sistema operativo Microsoft Windows, tanto en la plataforma de 32 y 64 bits, y en sus diferentes versiones. Con una interfaz simple y amigable, especial para aquellos que por primera vez utilizan un software de procesamiento de video.

VirtualDub dispone de funciones avanzadas de edición de video, y herramientas con diferentes técnicas de procesamiento como: sincronizar una pista de audio con un video, comprimirlos, la visualización de videos por fotogramas, entre otras. VirtualDub trabaja con archivos de video en formato *Audio Video Interleave* (AVI).

La página web oficial de este programa es www.virtualdub.org, en ella es posible descargar el software.

Por otra parte para el procesamiento de datos se utilizó Excel, que es un programa informático desarrollado y distribuido por Microsoft Office System, este software permite realizar un seguimiento de datos, crear modelos para analizarlos, realizar cálculos con dichos datos, relacionar los datos de diversas maneras y presentarlos en variados de gráficos.

Excel es un programa comercial, es decir, se debe pagar una licencia para poder instalarlo, una de las opciones para adquirir Excel es: Office 365, que es una versión por suscripción de Microsoft Office, que incluye programas como Word, Excel, PowerPoint para PC Mac, Android, iPad y iPhone, esta se puede descargar desde www.support.office.com

En internet es posible encontrar diversos tutoriales que enseñan cómo realizar tareas específicas en este software, por ejemplo en el siguiente enlace www.youtube.com/watch?v=Mfpb1BT_10 podemos encontrar el tutorial que nos enseña a construir diferentes gráficas.

2.2.5 USO DE APPS EN DISPOSITIVOS MÓVILES PARA ACTIVIDADES DE FÍSICA

Las aplicaciones (apps) para dispositivos móviles son el principal motor de funcionamiento de estos, con toda tipo de utilidades y muchas de ellas gratuitas. Acceso a las redes sociales, videos en línea, música, controlar la salud, mapas de ciudades, son solo algunos ejemplos de la amplia gama de aplicaciones a las que podemos acceder por medio de un dispositivo móvil.

En relación a apps pueden ser utilizadas en el aula podemos encontrar una gran variedad, como Dropbox y Google Drive, ambos servicios de nube que permiten visualizar y compartir documentos en línea; suites ofimáticas con editores de texto, hojas de cálculo y visualizadores de presentaciones, como los son Office Suite para Android y el grupo de programas de Apple (Notes, Numbers y Keynote) para dispositivos móviles con sistema operativo iOS, entre otras.

Además de las características básicas de un dispositivo móvil, en específico un Smartphone, como realizar llamadas, mensajes de texto, etc., estos dispositivos cuentan con una variedad de sensores que brindan una mayor utilidad de estos, como los son el acelerómetro, que permite rotar la pantalla del dispositivo, cámaras traseras y frontales que permiten tomar fotos y grabar videos de gran calidad, el proximetro que apaga la pantalla del dispositivo cuando lo acercamos a nuestro oído para realizar una llamada, además de micrófonos, GPS, magnetómetro, termómetro y más. Aplicaciones como Physics ToolBox Suite para sistemas Android y Sparkvue para sistemas iOS, permiten acceder a estos sensores y mostrar magnitudes físicas que miden estos sensores, como aceleración de gravedad, temperatura, posición, presión, etc.

2.3 REPORTES DE IMPLEMENTACIONES DEL USO DE DISPOSITIVOS MÓVILES CON FINES PEDAGÓGICOS EN EL AULA

En este apartado se reportan algunos trabajos realizados con respecto a la enseñanza de la física utilizando dispositivos móviles como principal instrumento de medición.

2.3.1 USO DEL ACELERÓMETRO

Entre varios de los trabajos de Khun y Vogt, se encuentra el de la utilización de distintos sensores de un smartphone como herramientas para determinar la aceleración de gravedad en clases de física, publicado en 2013. Unos de los métodos descritos consiste en la instalación de la aplicación SPARKvue, aplicación gratuita y disponible para dispositivos con sistema operativo iOS, la cual muestra en tiempo real la aceleración de gravedad que registra el acelerómetro del dispositivo. La experiencia consiste en soltar el dispositivo en caída libre, desde una altura controlada, sobre una almohada en el suelo. Antes de dejarlo caer debe ser activada la opción de registro de datos en tiempo real de la aplicación SPARKvue, luego los datos obtenidos son exportados a una hoja de cálculo para ser representados en una gráfica aceleración vs tiempo, la cual muestra un primer intervalo de tiempo en donde la aceleración es constante (cuando el dispositivo se encuentra suspendido en el aire) para luego pasar a una zona donde el acelerómetro del dispositivo no registra ninguna aceleración, para luego pasar a una etapa final que registra nuevamente la misma aceleración mostrada al inicio. El tiempo de caída del dispositivo corresponde al intervalo de tiempo sin registro de aceleración.

El tiempo de caída obtenido fue de 0,56 s para una altura de 1.575 m, si utilizamos estos datos en la ecuación itinerario con velocidad inicial cero obtenemos:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow g = \frac{2h}{t^2}$$

Reemplazando los datos: $g = 10 \pm 0,2 \left(\frac{m}{s^2}\right)$

Si comparamos este valor obtenido con el valor teórico de la aceleración de gravedad ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$) y el grado de incertidumbre que posee, el nivel de precisión de esta experiencia puede considerarse aceptable para niveles de enseñanza media.

2.3.2 USO DEL PROXÍMETRO

Martínez (2015) presentó su trabajo que valida y prueba la precisión del sensor de un Teléfono Celular Inteligente (TCI) para la determinar la aceleración de la gravedad (g) en el laboratorio de física, comparándolo con el valor calculado a partir de las oscilaciones de un péndulo simple. Los resultados de este estudio arrojaron que el valor obtenido de la aceleración de gravedad utilizando el acelerómetro del TCI de Samsung Modelo K330 3- axis del tipo 1, versión 1 de STM microtechnology, fue $g = (9,757 \pm 0,003) \text{ m/s}^2$, concluyendo que es un sensor válido y de precisión para medir la aceleración de la gravedad en el laboratorio de Física. Además, por su funcionalidad y portabilidad, puede ser utilizado en algunas experiencias dentro del aula de clase de Física. Mientras que, al realizar la experiencia del péndulo en el que se capturaron los tiempos de oscilación del péndulo utilizando el sensor de proximidad que tiene el TCI, utilizando una aplicación llamada Physics Toolbox Suite de Vieyra Software en su versión 1.2.5, la cual registra el tiempo en que un objeto está cerca del TCI, obteniendo un valor de la aceleración de gravedad $g = (9,8 \pm 0,1) \text{ (m/s}^2\text{)}$.

2.3.3 USO DEL SENSOR CCD O CMOS

Calderón, Núñez y Gil (2008) en su trabajo dan a conocer un ejemplo de cómo una cámara digital de un dispositivo móvil (sensor CCD o CMOS) puede convertirse en un instrumento de laboratorio útil y de bajo costo, usándola como instrumento de medición en el estudio del movimiento de cuerpos en dos dimensiones.

Su propuesta consistió en estudiar el movimiento parabólico de un objeto (esfera) utilizando la cámara digital en modo video, es decir, grabar el movimiento en dos dimensiones de una esfera. Con el video adquirido fue posible reconstruir la cinemática de la esfera, ya que el video posee una serie de imágenes, las que son tomadas en una secuencia de tiempo conocida, por ejemplo 30 cuadros por segundo (fps), mientras que la posición del objeto es posible determinarla utilizando programas como Photoedit (®Microsoft) o Corel Draw (®Corel). Por lo tanto si en la imagen se introduce un objeto de dimensión conocida, es posible convertir las coordenadas en píxel a coordenadas convencionales, de este modo observando el video cuadro a cuadro, es posible conocer la posición del objeto en cada instante de tiempo.

Su trabajo consistió en dos partes, la primera donde los efectos de roce con el aire se consideran despreciables y la segunda cuando se consideran relevantes, sin embargo sólo nos referiremos a la primera parte, pues está destinada a estudiantes del nivel medio, mientras que la segunda a nivel universitario.

Los resultados obtenidos en la primera parte dan a conocer que el movimiento de la esfera puede ser descrito apropiadamente por un modelo que considera el roce con el aire despreciable, además muestra que la componente horizontal de la velocidad se mantiene prácticamente constante en todo el movimiento y por último de la gráfica "Velocidad en función del tiempo" la pendiente de la recta que ajusta los datos experimentales, permitió obtener una aceleración consistente con el valor de $g [(-10,1 \pm 0,2) (m/s^2)]$.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DIDÁCTICA

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan las cinco guías de actividades diseñadas para la propuesta didáctica junto a su correspondiente guía con indicaciones al docente. Además se describen los tutoriales (realizados en formato de video) diseñados para complementar las indicaciones al docente.

Las actividades de esta secuencia didáctica se caracterizan por integrar el uso de dispositivos móviles (teléfono inteligente o tablet) como principal instrumento de obtención de datos, además de la utilización de software de procesamiento de vídeo y software de tabulación de datos. En la elaboración de las guías de actividades se utilizaron diferentes Metodologías Activas como: ECBI, CDI y 4MAT, con el objetivo de que los estudiantes tengan una participación activa en el desarrollo de estas experiencias, lo que facilitará la comprensión de los contenidos abordados. Con respecto a las guías con indicaciones al docente, fueron diseñadas con el objetivo de orientar al docente y facilitar la implementación de cada experiencia en el aula. Por último, para esta secuencia didáctica se elaboraron seis tutoriales, los que complementan las guías con indicaciones al docente, pues tienen como objetivo familiarizar al profesor con cada experiencia y su respectivo procedimiento, y además entregar orientaciones sobre los softwares necesarios para llevarlas a cabo.

3.2 ESTRUCTURA DE LAS ACTIVIDADES

3.2.1 SECUENCIA DIDÁCTICA

Una secuencia didáctica es una sucesión de actividades planificadas en cierto orden las que serán desarrolladas en un periodo de tiempo, cuya finalidad es enseñar un contenido educativo y guiar el proceso de enseñanza de los estudiantes. Se concibe secuencia didáctica como “conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que, con la mediación de un docente, buscan el logro de determinadas metas educativas, considerando una serie de recursos” (como cita en Tobón, Pimienta y García, 2010).

Sobre los objetivos de la secuencia:

En nuestra propuesta se elabora una secuencia didáctica cuyo objetivo es facilitar el estudio para los tópicos de cinemática, dinámica y energía para segundo año de enseñanza media, las cuales promueven la integración de las TIC y el desarrollo de habilidades científicas.

Las guías propuestas fueron diseñadas para ser llevadas a cabo en un cierto orden, avanzando en términos de complejidad y Objetivos de Aprendizajes (OA) establecidos por el Ministerio de Educación. La primera guía propuesta es la de movimiento rectilíneo uniforme, donde se necesita un plano horizontal para realizar la experiencia, continuando con la guía de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, donde se utiliza un plano inclinado, posteriormente se debe desarrollar la guía de caída libre analizada desde la cinemática, finalizando con la guía de caída libre y péndulo donde se propone un análisis desde la energía mecánica.

En relación a los contenidos que los alumnos aprenden en cada una de las cinco actividades, fueron ordenados secuencialmente de tal manera que los conceptos desarrollados en una experiencia sirvan de apoyo para la el nuevo contenido que se estudiará en la actividad siguiente.

Las primeras tres actividades están asociadas al primer Objetivo de Aprendizaje seleccionado, específicamente el OA 9, el cual dice:

Analizar, sobre la base de la experimentación, el movimiento rectilíneo uniforme y acelerado de un objeto respecto de un sistema de referencia espacio-temporal, considerando variables como la posición, la velocidad y la aceleración en situaciones cotidianas.

Estas tres actividad plantean el estudio de tres movimientos con distinta aceleración, el primero de ellos consiste en el desplazamiento de una esfera a lo largo de un riel con rapidez constante y por lo tanto con aceleración nula. Luego la segunda actividad coloca la esfera sobre un plano inclinado por lo que su movimiento ya no posee rapidez constante si no que varía por acción de una aceleración. Finalmente la tercera actividad consiste en la misma esfera pero describiendo un movimiento de caída libre bajo la acción de la aceleración de gravedad.

La primera actividad (Actividad 1) de la secuencia consiste en el estudio del Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) de una esfera a lo largo de un riel sin inclinación, donde los alumnos aprenden a identificar variables como tiempo, distancia o camino recorrido y rapidez, que representan los conceptos más básicos de la cinemática. El aprendizaje de estos conceptos permite avanzar en la introducción de conceptos más elaborados como la aceleración.

La Actividad 2 justamente trata sobre el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA), con la misma esfera desplazándose por un riel inclinado bajo la acción de la componente vertical de la aceleración de gravedad, cabe destacar que el montaje para esta actividad es el mismo del anterior, pero cambia su configuración pasando de un plano horizontal a uno inclinado, cambiando la cinemática del movimiento de la esfera, introduciendo el concepto de aceleración y así lograr que los alumnos identifiquen cuál o cuáles son las dependencias de esta variable.

En la Actividad 3 se estudia un MRUA muy específico: la Caída Libre, en la cual la esfera cae verticalmente bajo la acción de la aceleración de gravedad. En este caso el montaje experimental es incluso más sencillo que en de las dos actividades anteriores, ya que ahora no es necesaria la utilización de un riel, porque el movimiento de la esfera es totalmente vertical, (como si el riel estuviera inclinado en 90°). Por otra parte la aceleración presente en el movimiento de Caída Libre, a diferencia de la Actividad 2, ya no es una componente de la aceleración de gravedad, sino que es la aceleración de gravedad en sí misma.

En relación a las últimas dos actividades, estas desarrollan el segundo Objetivo de Aprendizaje seleccionado, correspondiente al OA 10 el cual dice:

Describir el movimiento de un objeto, usando la ley de conservación de la energía mecánica y los conceptos de trabajo y potencia mecánica

En estas actividades se analizan desde el punto de vista de la energía mecánica el movimiento de caída libre de un objeto y la oscilación de un péndulo simple. En la Actividad 4, los alumnos estudiarán conceptos como energía mecánica, energía cinética y energía potencial gravitacional, la conservación de la energía mecánica en un sistema aislado, y la transformación entre energía potencial gravitatoria y energía cinética durante el descenso de la esfera y su posterior ascenso luego de chocar contra el suelo. Todos estos contenidos son necesarios para desarrollar la Actividad 5, sobre Movimiento Oscilatorio de un Péndulo Simple, en la cual se estudia la transformación de la energía mecánica.

En la Tabla 1 se presentan los Objetivos de Aprendizaje, Habilidades Científicas y Metodología seleccionados para cada actividad, así como los contenidos correspondientes a cada experiencia y el (los) concepto (s) asociado (s) a estas.

Tabla 1

Objetivos de Aprendizaje, Habilidades Científicas, Metodología seleccionada, contenido abordados y conceptos asociados para cada guía de actividades de la secuencia didáctica

Objetivos de Aprendizaje (OA) – 2° año medio						Habilidades Científicas (HC)											
<p>OA 9: Analizar, sobre la base de la experimentación, el movimiento rectilíneo uniforme y acelerado de un objeto respecto de un sistema de referencia espacio-temporal, considerando variables como la posición, la velocidad y la aceleración en situaciones cotidianas.</p> <p>OA 11: Describir el movimiento de un objeto, usando la ley de conservación de la energía mecánica y los conceptos de trabajo y potencia mecánica.</p>						1. Analizar		10. Interpretar									
						2. Argumentar		11. Investigar									
<p>Actividad 1</p> <p>Metodología: ECBI</p> <p>OA</p>						3. Comparar		12. Medir									
						4. Comunicar		13. Observar									
						5. Concluir		14. Predecir									
						6. Desarrollar y usar modelos		15. Procesar evidencias									
						7. Evaluar		16. Registrar evidencias									
						8. Formular hipótesis		17. Usar instrumentos									
						9. Identificar variables		18. Usar TIC									
						<p>Actividad 2</p> <p>Metodología: CDI</p> <p>OA</p>						<p>Actividad 3</p> <p>Metodología: CDI</p> <p>OA</p>		<p>Actividad 4</p> <p>Metodología: 4MAT</p> <p>OA</p>		<p>Actividad 5</p> <p>Metodología: 4MAT</p> <p>OA</p>	
						HC		HC		HC		HC		HC			
9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18	9	1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18	9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17 y 18	11	1-2-4-5-6- 8-9-10-11- 12-13-15- 16-17-18	11	1-2-4-5-6- 8-9-10-11- 12-13-15- 16-17-18								

Contenidos	Contenidos	Contenidos	Contenidos	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> Movimiento Rectilíneo Uniforme 	<ul style="list-style-type: none"> Movimiento Rectilíneo Uniforme Acelerado 	<ul style="list-style-type: none"> Caída Libre 	<ul style="list-style-type: none"> Caída Libre 	<ul style="list-style-type: none"> Movimiento Oscilatorio
Conceptos	Conceptos	Conceptos	Conceptos	Conceptos
<ul style="list-style-type: none"> Distancia Tiempo Rapidez 	<ul style="list-style-type: none"> Distancia Tiempo Rapidez Aceleración 	<ul style="list-style-type: none"> Distancia Tiempo Rapidez Aceleración Aceleración de Gravedad 	<ul style="list-style-type: none"> Distancia Tiempo Rapidez Aceleración Aceleración de Gravedad Energía Mecánica Energía Cinética Energía Potencial Gravitatoria 	<ul style="list-style-type: none"> Distancia Tiempo (Periodo) Rapidez Aceleración de gravedad Oscilación

Sobre las metodologías utilizadas en la secuencia:

En la elaboración de las guías de actividades se usaron diferentes metodologías activas, en el caso de la guía actividades N°1 se decidió usar la metodología ECBI, ya que el alumno no requiere tener desarrolladas cierta habilidades científicas superiores, pues la experimentación, la obtención y análisis de datos son tareas sencillas, lo que permite que el alumno tenga mucho espacio para la exploración.

En tanto para las guías de actividades N°2 y N°3 se prefirió utilizar la metodología CDI, pues a diferencia de la guía N°1, la experimentación y la obtención de datos, son tareas que necesitan de habilidades más complejas que deben ser desarrolladas previamente, por lo tanto para evitar invertir tiempo en desarrollar esas habilidades en los alumnos, es el profesor quien realiza las actividades que requieran dichas habilidades, de esta forma nos centramos en que el alumno desarrolle la capacidad de identificar variables, elaborar predicciones y hacer análisis de los resultados.

Por último en las guías de actividades N°4 y N°5, se escogió la metodología 4MAT, puesto que la experimentación, obtención de datos y las operaciones matemáticas para analizarlos son tareas simples, por lo que también se pudo haber elegido EBCI, sin embargo preferimos 4MAT, ya que las actividades propuestas pueden ser abordada de una manera más lúdica que hace posible favorecer a los cuatro estilos de aprendizaje, lo que permite además entusiasmar al alumno en una actividad científica.

3.2.2 DISEÑO DE LA GUÍA DE ACTIVIDADES (Nº 1) PARA EL ESTUDIO DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU)

OBJETIVOS:

La guía de Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) tiene como objetivos:

- Describir el movimiento rectilíneo uniforme.
- Relacionar el movimiento rectilíneo uniforme con situaciones de la vida cotidiana.

RECURSOS:

Para llevar a cabo las actividades de esta guía se necesitarán los siguientes materiales e instrumentos:

- Riel
- Cinta métrica
- Cinta adhesiva doble contacto
- Esfera pequeña, “bolita ojo de gato”
- Dispositivo móvil con cámara digital integrada.
- Software VirtualDub
- Computador

ETAPAS:

Esta guía fue diseñada en base a las etapas de la metodología “Enseñanza de las Ciencias Basada en Indagación” (ECBI), pues esta metodología permite que los alumnos mediante la indagación sean capaces de reflexionar, y obtener sus propias conclusiones, permitiendo además que realicen un contraste de los conocimientos que poseen antes de realizar la experiencia (ideas previas) con los conocimiento adquiridos y/o fortalecidos luego de haberla realizado.

Su estructura está compuesta por cuatro etapas:

(1) Focalización consta de un breve texto introductorio, en el que se da a conocer la definición que dio Galileo Galilei para el movimiento rectilíneo uniforme y dos preguntas, las que tienen como objetivo que el estudiante realice predicciones y reflexiones en relación a sus experiencias previas.

(2) Exploración, aquí el estudiante deberá realizar una actividad experimental guiada, en la que deberá observar y grabar una esfera que se mueve con rapidez constante a lo largo de un riel que no posee inclinación, con la finalidad que el alumno mediante la exploración pueda responder las dos preguntas presentes en esta etapa.

(3) Reflexión, esta etapa busca que los alumnos realicen un contraste respecto a los conocimiento que poseían antes y después de haber realizado la exploración, esta etapa además permite los alumno comuniquen y discutan sus respuestas para luego llegar a un consenso en relación a sus conclusiones.

(4) Aplicación, esta etapa permite realizar una síntesis de lo estudiado, donde además los estudiantes deberán relacionar el contenido abordado con situaciones de la vida cotidiana.

Las etapas presentes en esta guía se relacionan directamente con el Ciclo POPS, pues en la etapa (1) los estudiantes en base a sus ideas previas deben realizar una predicción para poder dar respuesta a las dos preguntas planteadas, en la etapa (2) los alumnos deben observar lo sucedido al realizar la experiencia, ya que de este modo será posible que respondan las preguntas presentes en esta etapa, en el caso de la etapa (3) los alumnos en base a lo observado

en la etapa anterior pueden realizar un contraste respecto a sus ideas previas, lo que les permite discutir y obtener conclusiones como grupo y como curso, ya que en esta etapa se les solicita escoger un representante por grupo para que dé a conocer sus conclusiones frente al curso, finalmente en la etapa (4) se realiza una síntesis respecto al contenido estudiado.

3.2.3 DISEÑO DE LA GUÍA DE ACTIVIDADES (Nº 2) PARA EL ESTUDIO DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO (MRUA)

OBJETIVO:

La guía de actividades para el estudio del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA), posee como objetivo:

- Obtener experimentalmente la relación matemática, 1:3:5:7, encontrada por Galileo Galilei.

RECURSOS:

Para realizar las actividades de esta guía se necesitaran los siguientes materiales e instrumentos.

- Riel
- Cinta métrica
- Cinta adhesiva doble contacto
- Esfera pequeña, “bolita ojo de gato”
- Dispositivo móvil con cámara digital integrada.
- Software VirtualDub
- Computador

ETAPAS:

Esta fue diseñada en base a la metodología “Clase Demostrativa Interactiva (CDI), ya que este tipo de metodología pone énfasis en que los alumnos a partir de sus observaciones sean capaces de hacer predicciones en relación a las observaciones realizadas.

En relación a su estructura esta se constituye de cuatro etapas:

(1) Introducción, en esta etapa se muestra una breve reseña histórica sobre cómo Galileo Galilei planteó su experimento y obtuvo la relación 1:3:5:7, sin embargo no se da a conocer dicha relación, ya que se espera que los estudiantes la obtengan experimentalmente en el transcurso de la actividad.

(2) Predicciones, esta etapa se inicia con la exposición de uno de los videos, en el que una esfera cae por un plano inclinado, con la finalidad de que los alumnos en base a su observación realicen predicciones para las cuatro preguntas planteadas en esta etapa.

(3) Registro de Datos y Resultados, en esta etapa se muestra un video, pero a diferencia de la etapa anterior, en esta se obtienen datos del él, utilizando un software de procesamiento de video (VirtualDub), lo que permite que el estudiante pueda responder las preguntas 5 y 6, enseguida se muestra un segundo video, pero esta vez el plano por donde cae la esfera posee una inclinación mayor, esto hace posible que los estudiantes respondan las siguientes cinco preguntas planteadas, las que permiten realizar un contraste entre las predicciones y los resultados obtenidos.

(4) Conclusiones, en esta etapa se dan a conocer las conclusiones, y además se realiza una síntesis del contenido estudiado.

Las etapas (2), (3) y (4) de esta guía se relacionan con el ciclo PODS, ya que en el caso de la etapa (2) se realizan predicciones en relación a las observaciones realizadas a partir de un video mostrado por el profesor, en la etapa (3) los estudiantes realizan la observación de dos videos, de los que además obtienen datos de distancia y tiempo, lo que les permite discutir las respuestas a las preguntas planteadas, finalmente en la etapa (4) el profesor con ayuda de sus alumnos sintetiza y concluye respecto a contenido estudiado.

3.2.4 DISEÑO DE LA GUÍA DE ACTIVIDADES (Nº 3) PARA EL ESTUDIO CINEMÁTICO DE LA CAÍDA LIBRE

OBJETIVO:

La guía de actividades para el estudio de la Caída Libre tiene como objetivos:

- Obtener la ecuación itinerario de caída libre a partir de una situación experimental.
- Describir el movimiento de caída libre en función de su ecuación itinerario.
- Determinar experimentalmente el valor de la aceleración de gravedad.

RECURSOS:

Para realizar las actividades de esta guía se necesitaran los siguientes materiales e instrumentos:

- Cinta métrica
- Cinta adhesiva doble contacto
- Esfera pequeña, “bolita ojo de gato”
- Dispositivo móvil con cámara digital integrada.
- Software VirtualDub
- Software Microsoft Excel
- Computador

ETAPAS:

Esta guía fue diseñada y construida en base a la metodología “Clase Demostrativa Interactiva”, ya que este tipo de metodología da preponderancia a las predicciones que realizan los alumnos en relación a sus observaciones.

Con respecto a su estructura está conformada por cuatro etapas:

(1) Introducción, el objetivo de esta etapa es contextualizar a los estudiantes respecto al tema a abordar, Caída Libre, para esto se da a conocer una de las historias más famosas sobre Galileo Galilei, la que cuenta el experimento en el que dejó caer dos objetos al mismo tiempo desde lo alto de la Torre Pisa, donde además el profesor debe replica el experimento, dejando caer dos bolas de papel de tamaño similar, pero masas diferentes desde una misma altura, con el objetivo de familiarizar aún más a los estudiantes con el tema a estudiar.

(2) Predicciones, esta etapa está constituida por cuatro preguntas las que poseen como finalidad que los estudiantes realicen predicciones en base a un suceso observado, en este caso la caída libre de una esfera desde una altura cualquiera.

(3) Registro de Datos y Resultados, en esta etapa el profesor muestra ocho videos, en los que la esfera se deja caer de ocho alturas distintas. Utilizando el procesador de video VirtualDub se obtienen los tiempos de caída para cada una de ellas, con estos datos y las observaciones realizadas los alumnos podrán dar respuesta a las siete preguntas presentes en esta etapa, estas observaciones además les permitirán discutir en grupo sus respuestas con el objetivo de obtener conclusiones respecto al tema en estudio.

(4) Aplicación, en esta etapa el profesor en base a los resultados obtenidos y las conclusiones de sus estudiantes, sintetiza y formaliza el contenido, lo que facilita que los estudiantes relacionen el tema estudiado con situaciones de la vida cotidiana

Esta guía se relaciona con el ciclo PODS en las etapas (2), (3) y (4), puesto que en la etapa (2) los estudiantes hacen predicciones a partir de la observación realizada, una esfera que cae libremente; luego en la etapa (3) los estudiantes observan ocho videos (donde la esfera cae de ocho alturas diferentes), de los que posteriormente obtiene el tiempo de caída de la esfera para cada altura, esto permite que los estudiantes discutan y respondan las ocho preguntas planteadas, por último en la etapa (4) en base a las respuestas de sus estudiantes sintetiza y concluye el contenido en estudio.

3.2.5 DISEÑO DE LA GUÍA DE ACTIVIDADES (Nº 4) PARA EL ESTUDIO DE LA ENERGÍA MECÁNICA EN UN MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE.

OBJETIVO:

La guía de actividades para el estudio de caída libre analizado desde la Energía Mecánica, posee como objetivo:

- Identificar los tipos de energía presentes en caída libre de un cuerpo.
- Entender las transformaciones de la energía mecánica mediante la observación de un cuerpo en caída libre que choca contra el suelo.

RECURSOS:

Se necesitarán los siguientes materiales e instrumentos:

- Cinta métrica
- Cinta adhesiva doble contacto
- Esfera pequeña, canica de vidrio
- Dispositivo móvil con cámara digital integrada.
- Software VirtualDub
- Software Microsoft Excel
- Computador

ETAPAS:

La guía fue diseñada y elaborada en base al sistema 4MAT, ya que las actividades propuestas pueden ser abordada de una manera lúdica, favoreciendo a los cuatro estilos de aprendizaje, lo que permite además entusiasmar al alumno en una actividad científica.

Con respecto a su estructura está conformada por cuatro etapas:

(1) Primera parte, en esta etapa se les solicita a los estudiantes que suelten una esfera desde un metro de altura aproximadamente (en caída libre), observando cuando choca contra el suelo y rebota. Para responder la pregunta 1 de la guía, deben realizar sus predicciones y analizar porqué luego del primer rebote la esfera no llega a la misma altura desde la cual fue soltada.

Para responder la pregunta 2, deben analizar la situación planteada desde el punto de vista de la energía, identificando qué tipo energía que posee la esfera antes de caer, durante la caída y al llegar al suelo. Para finalizar, los estudiantes deben dar a conocer sus respuestas a sus compañeros, para que posteriormente el profesor realice un breve cierre a esta etapa.

(2) En la segunda parte, se consideran el análisis realizado en la pregunta 1 y 2 de la guía, retomando estas ideas, se debe profundizar el análisis desde el punto de vista de la conservación de energía, a partir de esto, el profesor enseña los conceptos claves para comprender el fenómeno que se quiere estudiar. Finalmente, los estudiantes responden la pregunta 3 y 4 de la guía de actividades.

(3) Tercera parte, en esta etapa el estudiante debe aplicar el conocimiento adquirido y llevan a cabo la experiencia propuesta, donde deberán soltar la esfera de un altura aproximada de 50 (cm). Luego, utilizando el software VirtualDub pueden obtener el intervalo de tiempo que demora la esfera en llegar al suelo, el tiempo que demora en alcanzar la altura máxima y la altura que alcanza luego del primer rebote. Con los datos obtenidos, se pueden responder todas las preguntas de esta etapa, desde la Pregunta 9 a la 17 de la guía de actividades.

(4) Cuarta parte, en esta sección sintetizan lo que han aprendido, creando un mapa conceptual. Finalmente, un representante del grupo expone las ideas a sus compañeros de clase.

Las etapas presentes en esta guía de actividades se relacionan con el ciclo PODS: En la primera parte los estudiantes realizan sus predicciones (Predecir) a partir de la observación (Observar) de la caída libre de la canica, luego de esto discuten (Discutir) y dan a conocer sus ideas y reflexiones a sus pares (Sintetizar). En la segunda parte, analizan en profundidad la situación planteada y luego sintetizan, para que posteriormente puedan formalizar el concepto (Observar, Discutir y Sintetizar). En la tercera parte, el estudiante debe aplicar el conocimiento adquirido en la segunda sección, para posteriormente llevar a cabo la experiencia propuesta, en esta sección observan, predicen, discuten y sintetizan (PODS). En la cuarta parte, deben construir un mapa conceptual de lo que han aprendido durante la clase (Sintetizar).

3.2.6 DISEÑO DE LA GUÍA DE ACTIVIDADES (Nº 5) PARA EL ESTUDIO DE LA ENERGÍA MECÁNICA EN EL MOVIMIENTO DE UN PÉNDULO SIMPLE

OBJETIVO:

La guía de actividades para el estudio de la Energía Mecánica en el movimiento de un péndulo, posee como objetivo:

- Analizar el movimiento de un péndulo
- Determinar el valor de la aceleración de gravedad.
- Identificar los tipos de energía presentes en un péndulo en movimiento.
- Caracterizar las transformaciones de la energía mecánica en un péndulo oscilando.

RECURSOS: Se necesitarán los siguientes materiales e instrumentos:

- Un péndulo
- Una regla
- Un smartphone
- La aplicación “Physics Toolbox Sensor Suite” instalada en el teléfono celular.

ETAPAS:

La guía de actividades fue diseñada y elaborada en base al sistema 4MAT, puesto que la experimentación, obtención, procesamiento de datos y cálculos matemáticos no tienen mayor dificultad, lo que permite que el estudiante pueda llevar a cabo la experiencia propuesta, favoreciendo a los cuatro estilos de aprendizajes de los alumnos.

Con respecto a su estructura, está conformada por cuatro etapas:

(1) Primera parte, esta etapa comienza con una breve anécdota de Galileo Galilei, que explica que el tiempo de oscilación del péndulo simple depende del largo del hilo. Luego de esto, se plantea la pregunta ¿Qué es lo que mueve al péndulo simple? los estudiantes observan un péndulo en movimiento, realizan sus predicciones y dan a conocer sus ideas y reflexiones.

(2) Segunda parte, en esta etapa los estudiantes analizan y estudian la oscilación del péndulo. A partir de esto, el profesor debe enseñar las variables que están involucradas en el movimiento del péndulo y las energías involucradas en su movimiento, de este modo el estudiante podrá responder cada pregunta en esta sección.

(3) Tercera parte, en esta etapa el estudiante debe aplicar el conocimiento adquirido y llevar a cabo la experiencia propuesta, deben capturar los tiempos de la oscilación del péndulo utilizando el sensor de proximidad del smartphone, para así poder determinar el valor de la aceleración de gravedad, para posteriormente calcular la energía potencial y energía cinética, al considerar que hay conservación de energía en la oscilación del péndulo.

(4) Cuarta parte, en esta etapa los alumnos deben responder la pregunta 14, que tiene como objetivo que los estudiantes puedan sintetizar de manera personal lo que han aprendido durante este proceso. Finalmente se plantean dos preguntas de aplicación, donde los estudiantes deberán realizar una breve investigación para poder responderlas.

Las etapas presentes en esta guía de actividades se relacionan con el ciclo PODS: En la primera parte los estudiantes realizan sus predicciones (Predecir) a partir de la observación (Observar) de la oscilación del péndulo simple, luego de esto discuten (Discutir) y dan a conocer sus ideas y reflexiones a sus pares (Sintetizar). En la segunda parte, los estudiantes analizan el movimiento del péndulo desde el punto de vista de la energía mecánica, para que posteriormente puedan formalizar el concepto (Observar, Discutir y Sintetizar). En la tercera parte, realizan la experiencia propuesta, en esta etapa los estudiantes observan, predicen, discuten y sintetizan (PODS). En la cuarta parte, se plantea la pregunta 14, donde deben sintetizar lo que han aprendido, discuten y exponen sus reflexiones a sus pares (Discutir y Sintetizar).

3.3 GUÍAS DE ACTIVIDADES

A continuación se presentan las cinco guías de actividades diseñadas para la secuencia didáctica.

En la elaboración de esta secuencia didáctica cada guía de actividades se diseñó utilizando una metodología activa. La Guía N° 1 “Movimiento Rectilíneo Uniforme” utiliza ECBI. La Guía N° 2 “Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado” utiliza CDI. La Guía N° 3 “La cinemática de la caída libre” utiliza CDI, mientras que la Guía N° 4 “La energía en el movimiento de la caída libre” y la Guía N° 5 “La energía en la oscilación de un péndulo” utilizan 4MAT.

En relación a las guías con indicaciones al docente, fueron diseñadas para orientar al docente en la implementación de cada una de las guías de actividades. Estas guías pueden ser revisadas en el Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3, Anexo 4 y Anexo 5.

En las guías con indicaciones al docente se hace referencia a una serie de tutoriales elaborados justamente con la finalidad de complementar las indicaciones necesarias para poder implementar adecuadamente las actividades en el aula. Estos tutoriales se encuentran referenciados en cada guía (por medio de un link a un canal de YouTube).

3.3.1 GUÍA DE ACTIVIDADES Nº 1: MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU)

Integrantes:

Curso:

Fecha:

Objetivos:

- Describir el movimiento rectilíneo uniforme.
- Relacionar el movimiento rectilíneo con situaciones de la vida cotidiana.



Etapas de Focalización:

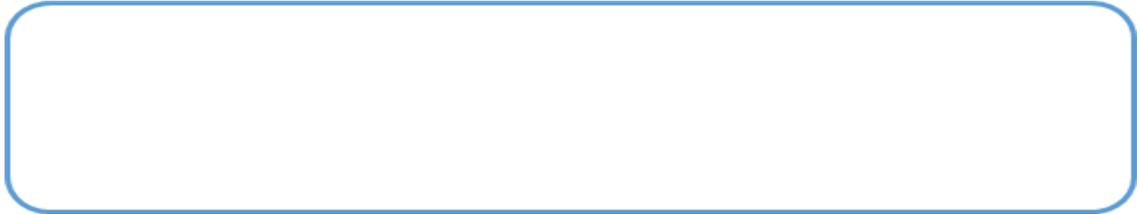
El movimiento rectilíneo uniforme fue definido por primera vez por Galileo Galilei en los siguientes términos:

"Por movimiento igual o uniforme entiendo aquél en el que los espacios recorridos por un móvil en tiempos iguales, tómanse como se tomen, resultan iguales entre sí"

Respondan las siguientes preguntas, luego de discutir las en grupo. Las respuestas deben incluir sus argumentos.

1. Si un objeto (como una bolita, por ejemplo) baja sobre un plano inclinado: ¿su movimiento será rectilíneo uniforme? ¿Por qué?

2. ¿Qué condiciones se deben cumplir para que el movimiento de la esfera, sea rectilíneo uniforme? ¿Por qué?



Etapas de Exploración:

3. Para realizar esta experiencia te recomendamos usar los siguientes materiales e instrumentos.

- Riel
- Cinta métrica
- Cinta adhesiva doble contacto
- Esfera pequeña, “bolita ojo de gato”
- Teléfono celular con cámara digital integrada.
- Software VirtualDub
- Computador

4. Una vez reunidos los materiales e instrumentos te sugerimos fijar la cinta métrica al riel, de tal modo que el inicio de la cinta coincida con uno de los extremos del riel. Coloca la esfera sobre el riel y dale un pequeño impulso, tal que permita que la esfera recorra el riel por completo con velocidad “constante”. Te sugerimos grabar simultáneamente la trayectoria de la esfera con la cámara digital de tu teléfono celular y procurar que la cámara siga en todo momento la trayectoria de la esfera.

Sigue las indicaciones de tu profesor(a) para usar el software VirtualDub y obtener los tiempos que tardó la esfera en recorrer tramos consecutivos de 15(cm) de largo [cuando la esfera pasó por las posiciones: 15 (cm), 30 (cm), 45 (cm), 60 (cm) y 75 (cm)].

De acuerdo a tus mediciones:

5. ¿Cuánto tiempo demoró la esfera en recorrer el primer tramo de 15(cm)?



6. ¿Cuánto tiempo demoró la esfera en recorrer los siguientes tramos de 15(cm)?



Etapas de Reflexión:

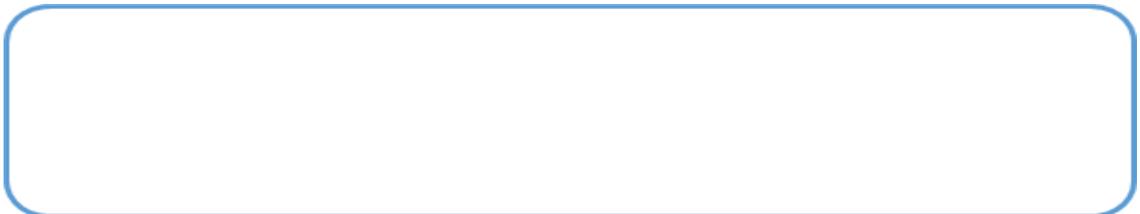
7. ¿Cómo interpretarías tus resultados?



8. De acuerdo a la definición elaborada por Galileo Galilei ¿el movimiento de la esfera en tu experimento, corresponde a un movimiento rectilíneo uniforme? Justifica tu respuesta.



9. Respecto a las preguntas 7 y 8, elaboren una respuesta como grupo y anoten sus conclusiones en el siguiente recuadro. Escojan un representante de grupo para que las dé a conocer frente al curso.



Etapas de Aplicación:

10. Siguiendo las instrucciones de tu profesor, calcula la rapidez de la esfera en tu experimento:

A large, empty rounded rectangular box with a blue border, intended for the student to write their calculation for the speed of the sphere.

11. De acuerdo a lo que has aprendido en esta experiencia, ¿En qué situaciones de la vida cotidiana es posible observar el movimiento rectilíneo uniforme?

A large, empty rounded rectangular box with a blue border, intended for the student to describe situations in daily life where uniform rectilinear motion is observed.

3.3.2 GUÍA DE ACTIVIDADES Nº 2: MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO (MRUA)

Integrantes:

Curso:

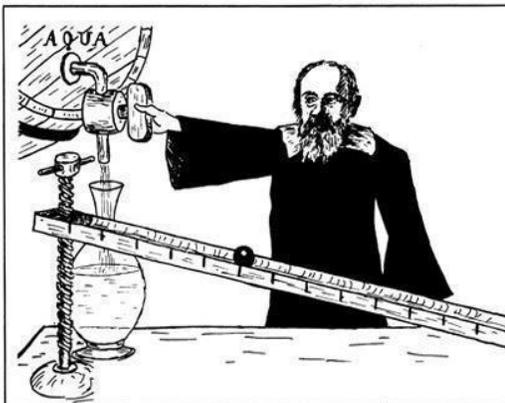
Fecha:

Objetivo:

- Obtener experimentalmente la relación matemática encontrada por Galileo Galilei para el MRUA.

I. Introducción.

El movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, se define como un movimiento que posee una trayectoria en línea recta, con aceleración constante y distinta de cero.



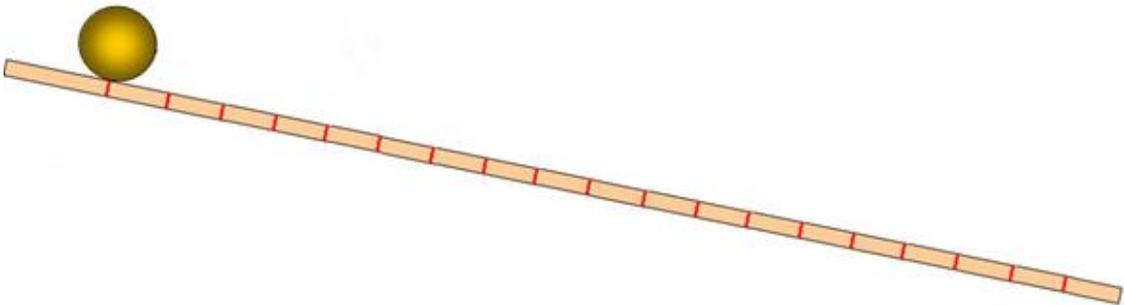
Galileo quería conocer las leyes matemáticas que rigen este movimiento acelerado, para esto él decidió utilizar una esfera pequeña que rodase por un plano inclinado. La dificultad principal para realizar el experimento en aquella época era la medida del tiempo empleado por la esfera para recorrer distancias diferentes.

Galileo resolvió el problema utilizando un reloj de agua, en el cual se mide el tiempo por la cantidad de líquido que pasa a través de una pequeña abertura en el fondo de una gran vasija. Marcando las posiciones de la esfera a intervalos iguales de tiempo, a partir del origen, halló que las distancias recorridas durante esos intervalos de tiempo estaban en una cierta proporción. Cuando el plano estaba más inclinado, las correspondientes distancias eran más largas, pero sus relaciones eran siempre las mismas.

II. Predicciones

1. Observa el experimento que realizará tu profesor(a) y responde las siguientes preguntas de manera individual.
2. Si la inclinación del plano aumenta ¿La esfera demorará más o menos tiempo en bajar por el riel? Justifica tu respuesta.

3. El siguiente esquema representa la distancia recorrida por la esfera al bajar por el riel (plano inclinado). Marca con un lápiz rojo sobre este esquema la posición de la esfera cuando han transcurrido $t = 1(s)$, $t = 2(s)$, $t = 3(s)$, $t = 4(s)$ y $t = 5(s)$ desde que fuera soltada desde la posición indicada en la imagen, estando inicialmente en reposo.



4. Registra tu predicción final: Si la esfera baja por el riel durante 1(s), y en ese tiempo recorre una distancia “D” entonces ¿cuántas distancias “D” habrá recorrido la esfera cuando hayan transcurrido 2(s) y 3(s)?

III. Registro de datos y Resultados

5. Observa con atención el experimento que realizará tu profesor(a), y escribe los datos obtenidos durante la experiencia en la siguiente tabla (Tabla A):

Tabla A	
Distancia (cm)	Tiempo (s)
5	
20	
45	
80	

6. Siguiendo las instrucciones de tu profesor, considera $D = 5(\text{cm})$, y obtén en función de “D” los valores correspondientes a los siguientes bloques de desplazamientos consecutivos de la esfera sobre el riel, y sus correspondientes intervalos de tiempo:

Tabla B	
Δx (cm)	Δt (s)
D	
3D	
5D	
7D	

7. De acuerdo a los resultados en la Tabla B: ¿se puede establecer alguna relación entre intervalos de tiempo y las distancias recorridas por la esfera? ¿Cómo se relacionan tus resultados con las predicciones que realizaste en las preguntas 3 y 4?

8. Siguiendo las instrucciones de tu profesor, determina cuánto tiempo demoró la esfera en recorrer 10 bloques de distancia:

9. Junto a tu profesor repite el procedimiento de la pregunta anterior para determinar cuánto tiempo demora la misma esfera en recorrer 10 bloques de distancia al bajar por un el riel con mayor inclinación:

A large, empty rounded rectangular box with a blue border, intended for the student's answer to question 9.

10. ¿Cómo se comparan estos tiempos con la predicción que hiciste en la pregunta 2?

A large, empty rounded rectangular box with a blue border, intended for the student's answer to question 10.

3.3.3 GUÍA DE ACTIVIDADES N° 3: LA CINEMÁTICA DE LA CAÍDA LIBRE

Integrantes:

Curso:

Fecha:

Objetivos:

- Obtener la ecuación itinerario de caída libre a partir de una situación experimental.
- Describir el movimiento de caída libre, en función de su ecuación itinerario.
- Determinar experimentalmente el valor de la aceleración de gravedad.

I. Introducción

Galileo Galilei y la Caída Libre

El científico renacentista Galileo Galilei realizó grandes avances en astronomía, física e ingeniería con sus observaciones y experimentos, las que lo hicieron muy popular entre sus contemporáneos.

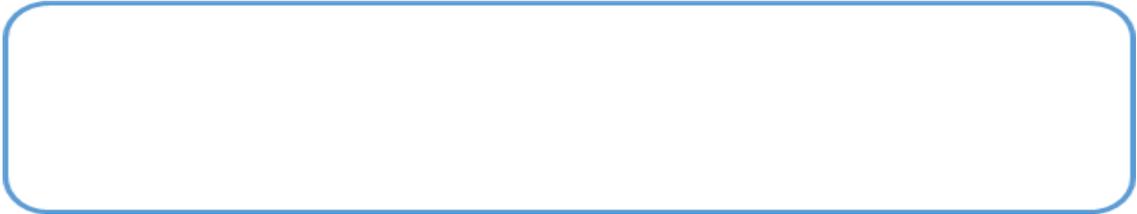
Una de las historias más famosas sobre Galileo cuenta que realizó un experimento en el que dejó caer dos objetos, al mismo tiempo, desde lo alto de la Torre Pisa para mostrar el fenómeno de Caída Libre.



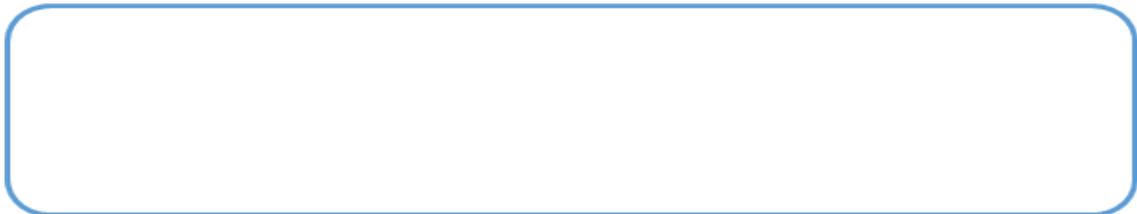
II. Predicciones

Observa el experimento que realizará tu profesor(a), en el cual dejará caer una pequeña esfera desde una cierta altura, y a continuación responde las siguientes preguntas de manera individual:

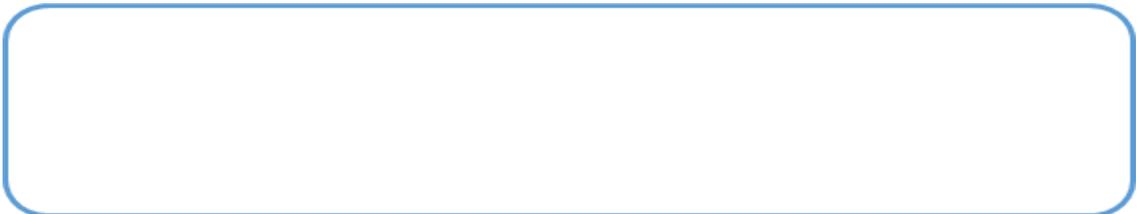
1. Si tu profesor dejará caer la esfera desde una altura mayor, ¿qué piensas que ocurrirá con el tiempo que la esfera demora en caer? Explica.



2. Ahora, si tu profesor soltara la esfera desde una altura menor, a la mostrada inicialmente, ¿qué crees que sucederá con el tiempo de caída de la esfera? ¿Por qué?



3. Si dejáramos caer la esfera cada vez desde mayor altura: ¿qué ocurrirá con la velocidad con la que llega al suelo: se mantendrá, aumentará o disminuirá? Fundamenta tu respuesta.



4. Supongamos que se deja caer la esfera desde una altura h y que demora **1 segundo** en llegar al suelo ¿Cuánto crees que demorará en caer desde el doble de altura (desde **2h**)?



4. Registro de Datos y Resultados

5. Observa con atención el experimento de caída libre que realizará tu profesor(a), y escribe los datos obtenidos durante la experiencia en la siguiente tabla:

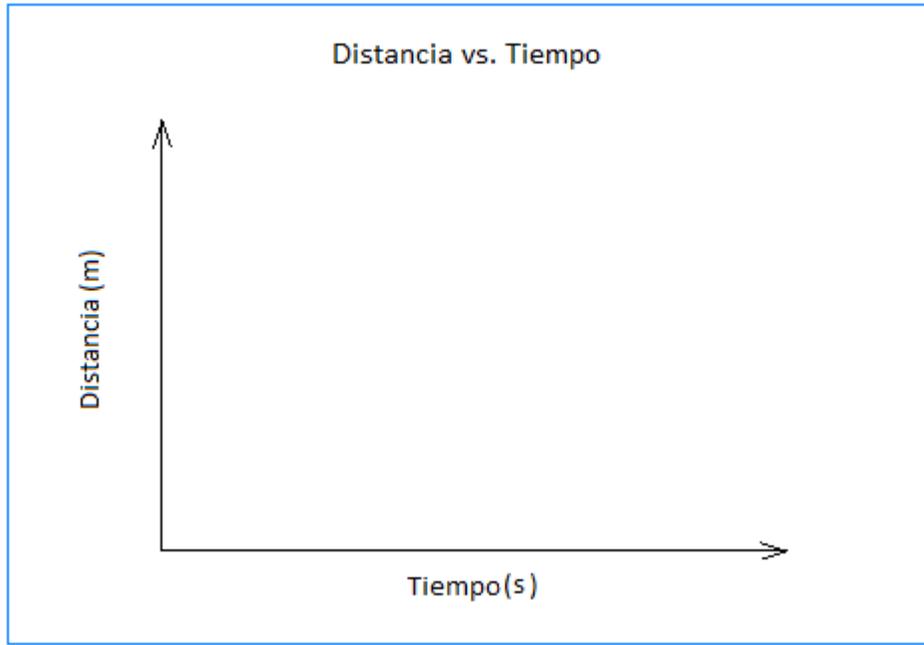
Tabla 1

Altura (m)	t_i (s)	t_f (s)

6. Siguiendo las instrucciones de tu profesor(a), obtén el tiempo que demora la esfera en caer desde cada altura y regístralos en la siguiente tabla:

t_c (s)	Altura (m)

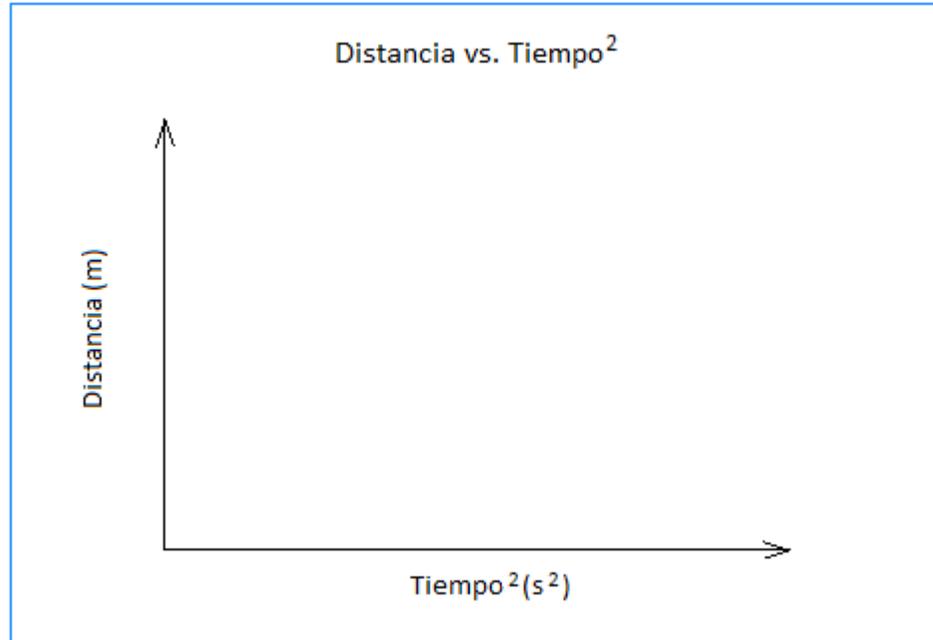
7. En el siguiente esquema dibuja la forma de la curva experimental del gráfico realizado por tu profesor:



8. Completa la siguiente tabla con los valores para rectificar el gráfico anterior:

t_c (s)	t_c^2 (s ²)	h (m)

9. En el siguiente esquema dibuja un esquema del gráfico rectificado construido por tu profesor:



10. En el siguiente recuadro escribe la ecuación de la recta obtenida en el gráfico rectificado:

11. Indica cuál fue la posición inicial de la esfera según los resultados obtenidos:

12. Indica cuál fue la rapidez inicial de la esfera según los resultados obtenidos:

13. Indica con qué aceleración cayó la esfera según lo indica la ecuación:

IV. Aplicación

14. Investiga si la aceleración de gravedad posee la misma magnitud en cualquier posición de la Tierra y escribe tu respuesta en el siguiente recuadro.

15. Busca en internet que representa la unidad de medida “Gal” y en honor a quién se denomina de ese modo.

3.3.4 GUÍA DE ACTIVIDADES Nº 4: LA ENERGÍA EN EL MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE

Integrantes:

Curso:

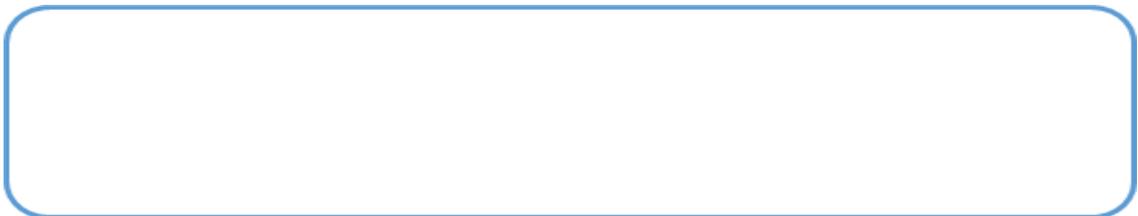
Fecha:

Objetivos:

- Identificar los tipos de energía presentes en caída libre de un cuerpo.
- Entender las transformaciones de la energía mecánica mediante la observación de un cuerpo en caída libre que choca contra el suelo.

PRIMERA PARTE:

1.- Realiza el siguiente experimento: suelta una esfera desde un metro de altura (en caída libre), y observa con atención cómo choca contra el suelo y rebota. ¿Por qué la esfera, después de chocar contra el suelo, no llega a la misma altura desde la cual la soltaste?



2.- Siguiendo las indicaciones de tu profesor, dibuja en el recuadro un esquema sobre las energías presentes en la situación de caída libre (qué tipo de energía posee la esfera antes de caer, durante su caída y al llegar al suelo):

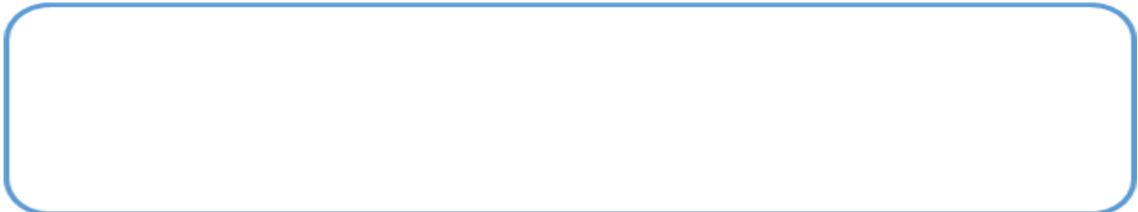


SEGUNDA PARTE:

3.- En la situación de caída libre, ¿en qué momentos podemos considerar que la energía total mecánica se conserva? ¿Y bajo qué condiciones no se conserva?:



4.- Escribe las expresiones matemáticas que representan a cada una de las energías presentes en la situación de caída libre:



TERCERA PARTE:

5.- A continuación realizaremos una experiencia donde se analizará la energía en la caída libre de una canica.

Para realizar esta experiencia necesitará los siguientes materiales e instrumentos:

- Cinta métrica
- Cinta adhesiva doble contacto
- Esfera pequeña, canica de vidrio
- Teléfono inteligente con cámara digital integrada
- Cable Micro USB
- Computador
- Software VirtualDub

6.- Utilizando la cinta doble contacto fija la huincha métrica de forma vertical a una pared, procurando que el cero de la huincha coincida en el inicio de la pared (que quede a nivel del suelo).

7.- Deja caer la esfera desde una altura de 50[cm].

8.- Simultáneamente otro integrante del grupo graba, con la cámara del teléfono celular, la caída de la esfera y su posterior rebote. Se recomienda estar a una distancia que permita grabar la posición desde donde se suelta la esfera, y que permita observar cuando ésta golpea la superficie (el suelo) y la altura que alcanza después del rebote.

9.- Siguiendo las instrucciones de tu profesor, utiliza el software VirtualDub para determinar el intervalo de tiempo que demora la esfera en llegar al suelo:



10.- Determina también, qué altura máxima alcanza la esfera luego de chocar con la superficie:



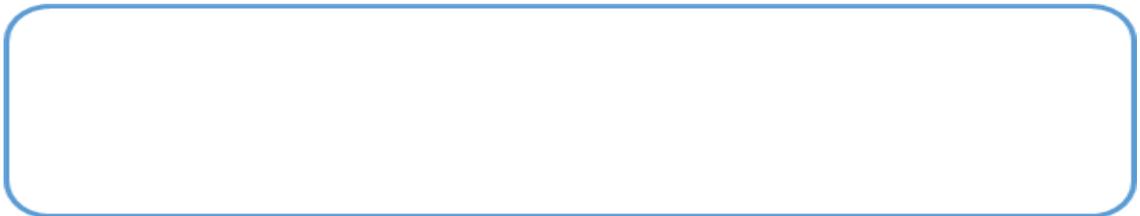
11.- Por último, obtén el tiempo que demora la esfera en alcanzar la altura máxima después del choque:



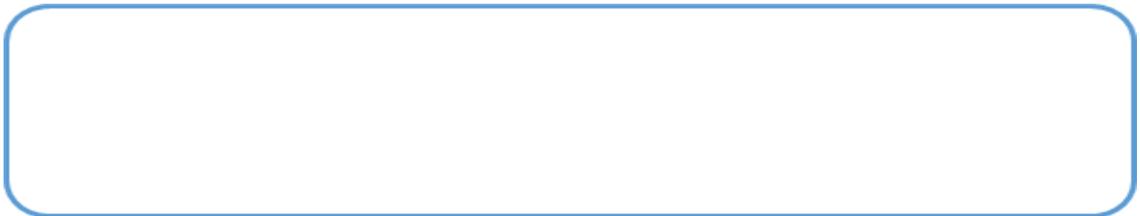
12.- Con los datos que obtuviste, calcula la energía total mecánica de la canica justo antes de que fuera soltada:



13.- Sabiendo cuánto demoró en caer, determina la rapidez de la canica justo antes de chocar contra el suelo:



14.- Usando el valor de la rapidez con que la canica alcanza el suelo, calcula su energía cinética en ese punto:



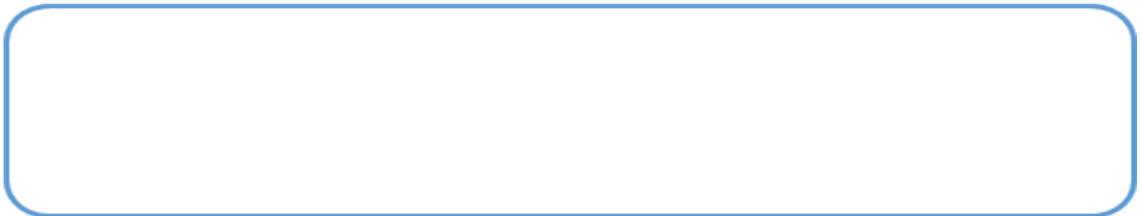
15.- Compara los valores que obtuviste de la energía total mecánica de la canica justo antes de ser soltada y justo antes de chocar contra el suelo: ¿hay conservación de la energía?



16.- Considerando el valor de la altura que alcanza la canica después de rebotar, determina su energía total mecánica en ese punto:

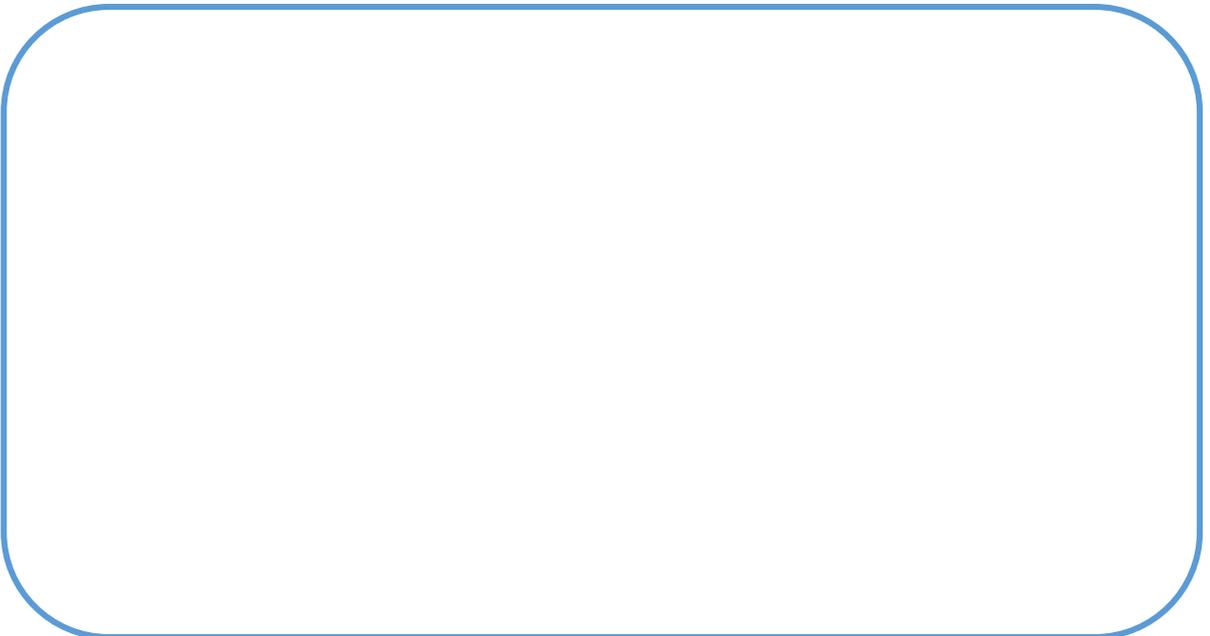


17.- Analiza tus resultados: ¿se conserva la energía de la canica después del rebote contra el suelo?



CUARTA PARTE

18.- Junto a tus compañeros de grupo, elabora un mapa conceptual sobre los tipos de energías presentes en la situación de caída libre y posterior choque contra el suelo, y las condiciones para que la energía se conserve o se disipe:



19.- Chile es un país con una intensa actividad sísmica, por lo que sus normas para construcciones son de alto estándar. Averigua en qué consisten los disipadores sísmicos de algunos edificios modernos.



20.- Por otra parte, vemos cada semana como se producen numerosos choques en calles y carreteras. Busca información sobre cómo un automóvil disipa su energía cinética, y cómo, en caso de choque, disipa la energía debida al impacto.



3.3.5 GUÍA DE ACTIVIDADES N° 5: LA ENERGÍA EN LA OSCILACIÓN DE UN PÉNDULO.

Integrantes:

Curso:

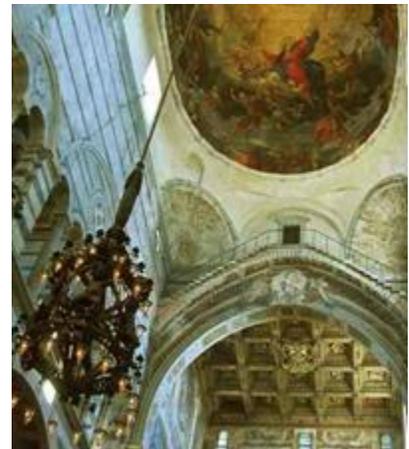
Fecha:

Objetivos:

- Analizar el movimiento de un péndulo
- Determinar el valor de la aceleración de gravedad.
- Identificar los tipos de energía presentes en un péndulo en movimiento
- Entender las transformaciones de la energía mecánica mediante la observación de péndulo oscilando.

PRIMERA PARTE.

Galileo, de la Medicina a la Física. El gran físico y astrónomo italiano Galileo Galilei, a los 17 años el joven Galileo fue encaminado por su padre hacia el estudio de la medicina, por tratarse de una profesión lucrativa. Se cuenta que una vez, mientras que observaba despreocupadamente las oscilaciones de un candelabro en la catedral de Pisa, se interesó en medir el tiempo de cada oscilación comparándolo con el número de latidos de su pulso (en esa época todavía no se inventaba los relojes ni cronómetros). Pudo comprobar, sorprendido, que aun cuando las oscilaciones fueran de mayor o menor amplitud, el tiempo de cada oscilación era siempre el mismo. El tiempo en completar una oscilación se denomina “periodo”. Galileo encontró además que el periodo de la oscilación sólo cambiaba si se modificaba el largo de la cuerda.



1.- Realiza el siguiente experimento: Construye un péndulo simple con un hilo y una golilla, hazlo oscilar siguiendo las indicaciones de tu profesor(a) y observa con atención su movimiento ¿Qué es lo que mueve al péndulo?



2.- Revisemos ahora el movimiento del péndulo desde el punto de vista de la energía: identifica los tipos de energía involucradas en el movimiento de un péndulo simple, y descríbelas en el recuadro:

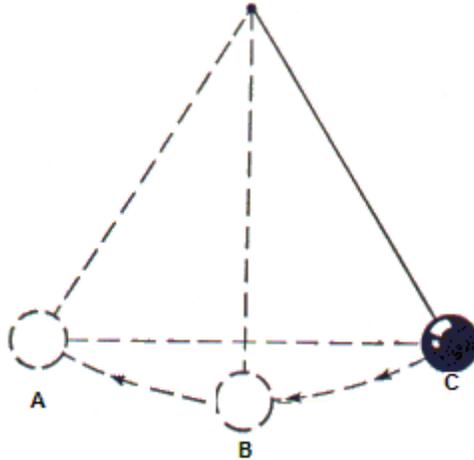


SEGUNDA PARTE

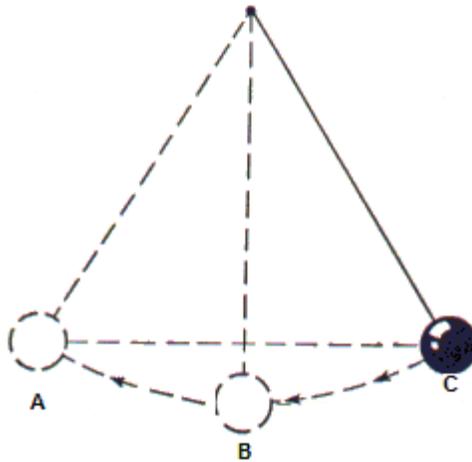
3.-Dibuja un diagrama del péndulo y escribe las variables presentes en su movimiento.



4.- En la siguiente figura, indica en qué momento la energía potencial es cero ($E_{P \text{ MÍNIMA}}$) y posteriormente cuando ésta es máxima ($E_{P \text{ MÁXIMA}}$)



5.- En la siguiente figura indica en qué momento la energía cinética es cero ($E_{C \text{ MÍNIMA}}$) y posteriormente cuando ésta es máxima ($E_{C \text{ MÁXIMA}}$)

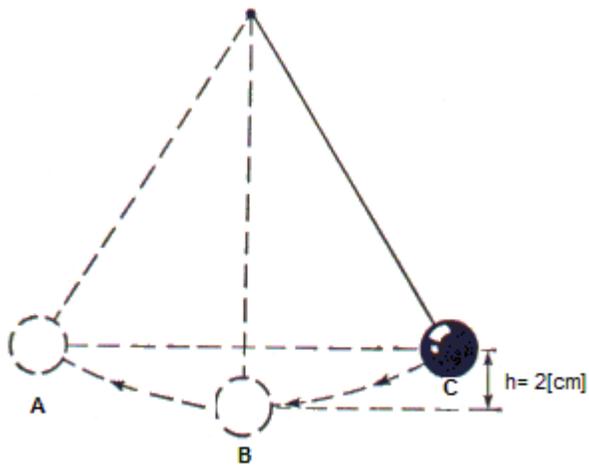


6.- Escribe las expresiones matemáticas que representan a cada una de las energías presentes en la oscilación de un péndulo:

TERCERA PARTE:

7.- Para realizar esta experiencia necesitarás un péndulo, un smartphone y la aplicación “Physics ToolBox Suite” instalada en tu teléfono celular.

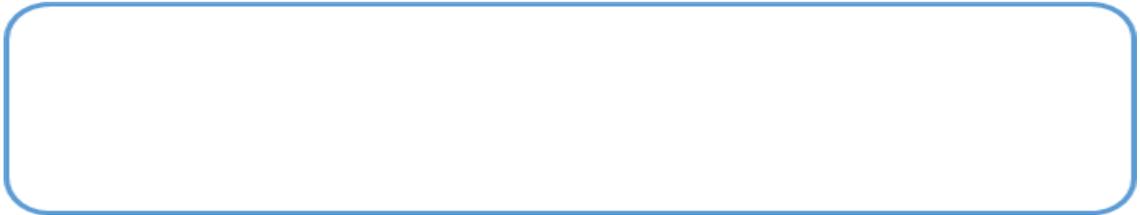
8.- Siguiendo las instrucciones de tu profesor, haz oscilar el péndulo soltándolo desde una altura de dos centímetros por sobre la posición de equilibrio, como se ve en la figura:



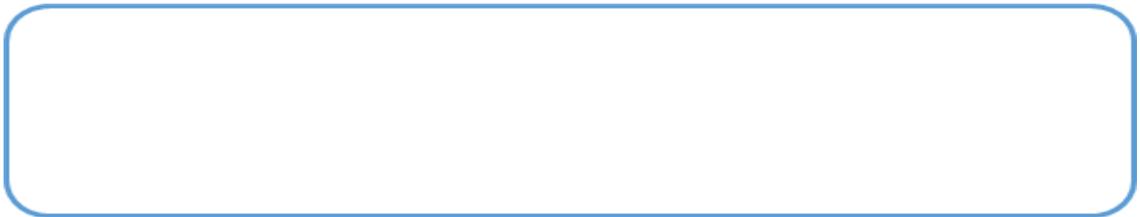
9.- Captura los tiempos de oscilación utilizando la aplicación “Physics ToolBox Suite”. Anota los datos obtenidos en la siguiente tabla:

t(s)									
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

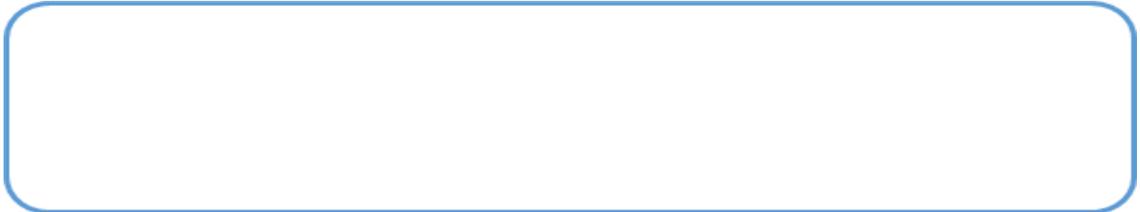
10.- Con los datos que obtuviste, determina el valor del periodo del péndulo:



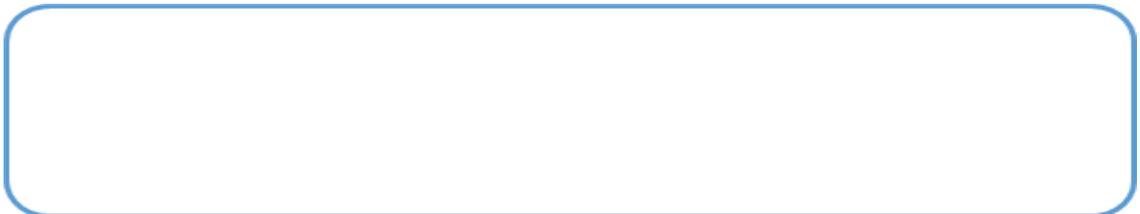
11.- Siguiendo las instrucciones de tu profesor(a) calcula el valor de la aceleración de gravedad g utilizando el valor del periodo del péndulo que obtuviste en el paso anterior:



12.- Utilizando la regla, mide el largo del péndulo.



13.- Sabiendo la altura desde la cual soltaste el péndulo, determina su energía en ese punto:
¿qué tipo de energía es?



14.- Usando el valor de la energía obtenida, calcula la rapidez máxima que alcanzará el péndulo mientras oscila:

CUARTA PARTE:

15.- Si en el movimiento del péndulo simple se conservara la energía, ¿qué pasaría con su oscilación? ¿Por qué los péndulos finalmente se detienen?

16.- Busca información sobre la invención de los relojes de péndulo: ¿quiénes fueron los primeros en construirlos?

17.- El péndulo de Foucault es un diseño que permitió demostrar que la Tierra efectivamente gira sobre sí misma (y por lo tanto define su eje de rotación). Busca en YouTube videos de museos en los cuales tienen un péndulo de Foucault y observa su movimiento. Explica cómo el movimiento del péndulo permite demostrar la rotación de la Tierra sobre su eje.

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Una propuesta o instrumento diseñado debe tener una validez, en términos generales, se refiere al “grado en que un instrumento mide aquello que realmente pretende medir o sirve para el propósito para el que ha sido construido” (como cita en Martín, 2004, p. 27).

La validación de la propuesta didáctica se desarrolló en tres aspectos: primero, se realizó una implementación sin alumnos, en la cual se realizaron las experiencias y se verificó la calidad de las mediciones y los datos que se podían obtener al usar dispositivos móviles como instrumento. Luego, se realizó una validación por opinión expertos en la que participaron ocho profesores de física en ejercicio, los cuales debieron responder una encuesta e indicar su apreciación respecto a los ocho indicadores planteados. Además, se contempló la implementación en el aula una de las guías de actividades elaboradas.

A continuación se muestra el análisis de la calidad de los datos y resultados obtenidos para cada una de las experiencias propuestas. Además, los resultados obtenidos luego de realizar la aplicación de la encuesta de validación y una descripción de la implementación en el aula de una de las guías de actividades elaboradas.

4.1 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LOS DATOS Y RESULTADOS

A continuación se mostraran los datos y resultados obtenidos luego de realizar cada una de las experiencias descritas en el Capítulo 3, explicando brevemente el montaje experimental de cada actividad, los datos obtenidos, su análisis y resultados.

4.1.1 ESTUDIO DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU)

Esta actividad consiste en registrar el movimiento de una esfera a lo largo de un riel, la que recibe un impulso que le permite desplazarse por el riel con un movimiento rectilíneo uniforme. En el riel se realizaron marcas equidistantes, en este caso 3 (cm), para luego obtener los intervalos de tiempo (utilizando VirtualDub) que demora la esfera en recorrer distancias iguales, y así corroborar que el movimiento descrito por esta corresponde a un movimiento rectilíneo uniforme.



Figura 3: Montaje experimental actividad N°1

Utilizando el software VirtualDub se obtienen los instantes de tiempo en los que la esfera inicia (t_i) y finaliza (t_f) el recorrido de cada intervalo de distancia [0 - 15 (cm), 15 - 30 (cm), 30 - 45 (cm), 45 - 60 (cm) y 60 - 75 (cm)], cabe mencionar que el instante de tiempo en el que la esfera finaliza un tramo de distancia, corresponde al instante en el que inicia el siguiente, como muestra la Tabla 2

Tabla 2

Instantes de tiempo en los que la esfera inicia y finaliza el recorrido de cada intervalo de distancia de 15(cm)

Distancia (cm)	t_i (s)	t_f (s)
0 – 15	2,301	2,568
15 – 30	2,568	2,868
30 – 45	2,868	3,169
45 – 60	3,169	3,469
60 – 75	3,469	3,802

A continuación se calcula el tiempo que demora la esfera en recorrer cada intervalo de distancia, este se obtiene de la diferencia entre t_f y t_i de cada tramo.

Por ejemplo para el tramo 0 - 15 (cm):

$$dt = 2,568 - 2,301 = 0,267 \text{ (s)}$$

Por lo que la esfera demora 0,267 (s) en recorrerlo, para calcular el tiempo que demora en recorrer los siguientes tramos, se realiza el mismo procedimiento.

En la Tabla 3 se muestran los instantes de tiempo en los que la esfera inicia (t_i) y finaliza (t_f) el recorrido de cada intervalos de distancia, y el tiempo que demoró (dt) la esfera en recorrerlo

Tabla 3
Tiempo que demora la esfera en recorrer cada intervalos de distancia de 15(cm).

Distancia (cm)	t_i (s)	t_f (s)	$dt = (t_f - t_i)$ (s)
0 – 15	2,301	2,568	0,267
15 – 30	2,568	2,868	0,300
30 – 45	2,868	3,169	0,301
45 – 60	3,169	3,469	0,300
60 – 75	3,469	3,802	0,333

Si observamos la última columna de la Tabla 3, los intervalos de tiempo (dt) obtenidos no son exactamente iguales, sin embargo muestran una notoria similitud, esto se debe a errores sistemáticos en la medición, por ejemplo, la cantidad de fotogramas por segundo de la cámara del dispositivo móvil no es suficiente, por lo que no logra un total registro del instante en el que la esfera inicia o finaliza un tramo de distancia.

Finalmente la similitud de estos datos nos permite concluir que el desplazamiento de la esfera a lo largo del riel corresponde a un movimiento rectilíneo uniforme.

4.1.2 ESTUDIO DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO (MRUA)

Esta actividad consiste en grabar el desplazamiento de una esfera a lo largo de un riel inclinado con la cámara de un dispositivo móvil. El riel fue dividido en segmentos de igual medida (5 cm) y la esfera inicia su movimiento desde el reposo, acelerándose por la acción de la aceleración de gravedad. El objetivo es determinar el tiempo que le toma a la esfera recorrer un primer intervalo de distancia (D), para luego encontrar el tiempo para los siguientes intervalos de distancia múltiplos del primero, específicamente 3, 5 y 7 veces este intervalo, para luego hacer un análisis de los datos obtenidos.



Figura 4: Montaje experimental para la actividad N°2

Utilizando el software VirtualDub se deben obtener los instantes de tiempo en los que la esfera ha recorrido los intervalos de distancia preestablecidos, para este caso el intervalo de distancia inicial (D) corresponde a 5 (cm), por lo que los siguientes intervalos ($3D$, $5D$ y $7D$) corresponden a los instantes en los que la esfera está posicionada a 20, 45 y 80 (cm) del punto de partida. La siguiente Tabla 4 muestra los instantes de tiempo para las posiciones de 0, 5, 20, 45 y 80 (cm) de la esfera en el riel.

Tabla 4
Instantes de tiempo según la posición de la esfera

Posición (cm)	Tiempo (s)
0	4,203
5	5,170
20	6,671
45	8,305
80	9,939

Ahora para obtener el tiempo que le toma a la esfera recorrer cada intervalo de distancia procedemos a restar cada instante de tiempo con aquel que le precede, permitiendo de esta manera completar la Tabla 5.

Tabla 5
Tiempo que demora la esfera en recorrer cada intervalo de distancia.

Distancia (cm)	Δt (s)
D = 5	0,967
3D = 15	1,501
5D = 25	1,634
7D = 35	1,634

La relación 1:3:5:7 de Galileo Galilei establece que un objeto que se desplaza por un plano inclinado recorre distancias en esta razón en intervalos de tiempos iguales como muestra la figura 5.

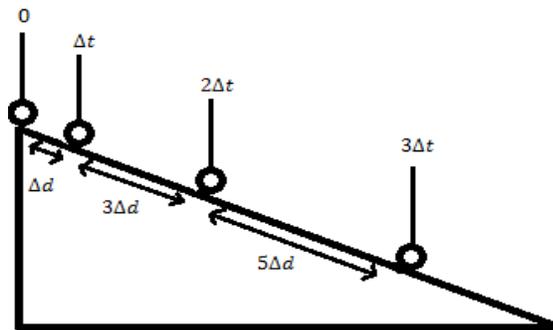


Figura 5: Relación 1:3:5:7

Si observamos los datos de la Tabla 5 el primer intervalo de tiempo no es el mismo que los tres siguientes, que si se asemejan lo suficiente (los dos últimos son iguales) considerando el error de medición que genera la cantidad de cuadros por segundo que posee la cámara de nuestro dispositivo móvil (30fps) y la calidad de imagen del video obtenido. Esta diferencia puede ser explicada por la poca inclinación del plano que conlleva una aceleración menor sobre la esfera, que para los primeros intervalos de distancia sufre una mayor influencia de la fuerza de roce por su velocidad menor, generando las diferencias con los siguientes intervalos de distancia que son cubiertos por una esfera a mayor velocidad y por lo tanto la esfera sufre una menor acción del roce con la superficie.

Por otra parte utilizando los datos de la Tabla 5 podemos calcular la rapidez media para cada intervalo, obteniendo una rapidez de 0,05 m/s para el intervalo D, 0,09 m/s para 3D, 0,15 m/s para 5D y 0,21 m/s para el intervalo 7D, demostrando un aumento de la rapidez de la esfera a lo largo del riel por la acción de la aceleración de gravedad.

En términos generales podemos concluir que los resultados obtenidos tanto para los intervalos de tiempo obtenidos y la rapidez media para cada intervalo de distancia pueden ser considerados aceptables para las condiciones en las que se desarrolló esta experiencia.

4.1.3 ESTUDIO CINEMÁTICO DE LA CAÍDA LIBRE

La siguiente experiencia consiste en grabar la caída de una esfera con la cámara de un dispositivo móvil, para 8 alturas distintas, iniciando desde los 150 (cm) y disminuyendo cada 20 (cm) hasta alcanzar una altura de 10 (cm). Luego utilizando la herramienta de visualización de fotogramas de VirtualDub, se obtienen los tiempos de caída para cada altura [150 (cm), 130(cm), 110 (cm),

90 (cm), 70 (cm), 50 (cm) y 30 (cm)], para posteriormente hacer un análisis cinemático del movimiento de la esfera, en específico obtener la aceleración de gravedad a la que está sometida.

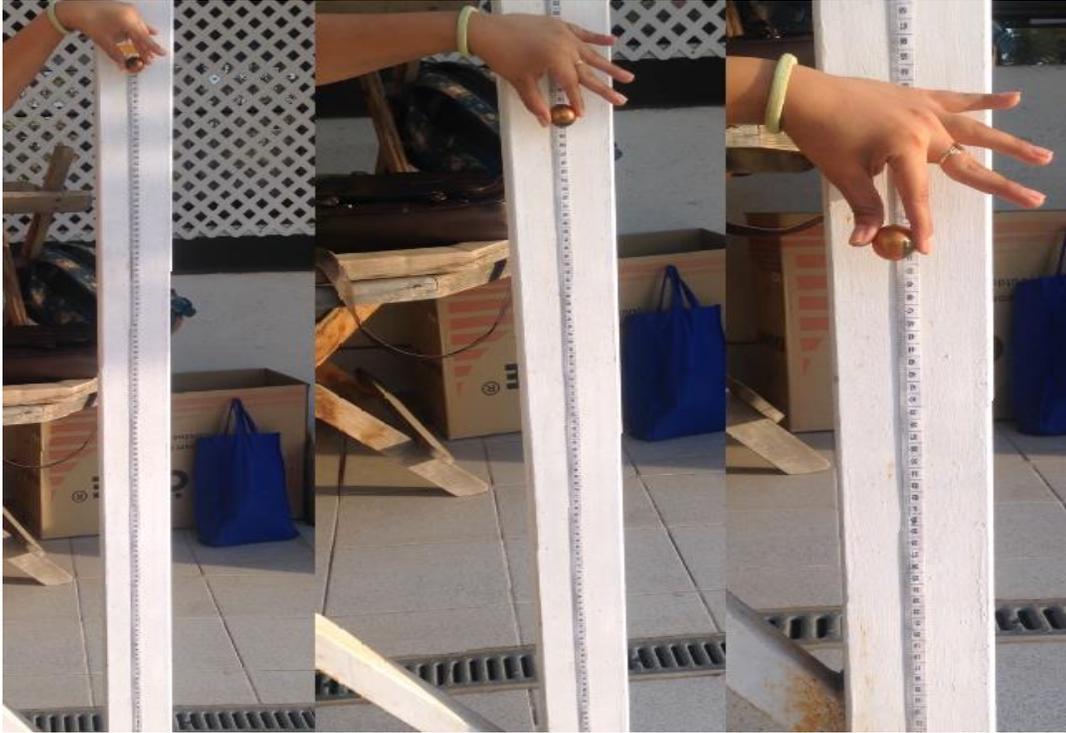


Figura 6: Montaje experimental para la actividad N°3

Utilizando el software VirtualDub se encuentran los cuadros en donde la esfera es soltada y cuando esta choca o se encuentra más próxima del suelo, como se muestra en la figura 9, el instante de tiempo de cada cuadro corresponde al tiempo inicial (t_i) y tiempo final (t_f) respectivamente, a continuación calculamos el tiempo que demora la esfera en caer cada altura (h), esto se obtiene de la diferencia entre (t_f) y (t_i).



Figura 7: Cuadro correspondiente a cuando la esfera es soltada y cuando choca o está más próxima al suelo.

La Tabla 6 muestra los instantes de tiempo de cada fotograma en los que la esfera fue soltada (t_i) y su posterior choque contra el suelo (t_f) para cada altura (h), además del tiempo de caída ($t_c = t_f - t_i$) para cada una de ellas.

Tabla 6
Tiempo de caída de la esfera para diferentes alturas

t_i (s)	t_f (s)	t_c (s)	h (m)
0,000	0,000	0,000	0,0
1,866	2,000	0,134	0,1
1,400	1,634	0,234	0,3
2,000	2,333	0,333	0,5
2,900	3,267	0,367	0,7
1,566	2,000	0,434	0,9
2,133	2,600	0,467	1,1
2,567	3,067	0,5	1,3
1,333	1,900	0,567	1,5

El tiempo de caída t_c para cada altura se obtuvo de la diferencia entre t_f y t_i por ejemplo para la altura de 0,1 (m):

$$t_c = 2,000 - 1,866 = 0,134 \text{ (s)}$$

Por lo tanto la esfera demora 0,134 (s) desde una altura de 0,1 (m).

A continuación usado el software Microsoft Excel y los datos de la Tabla 6 se construyó una gráfica Distancia vs. Tiempo, como se muestra la Figura 8.

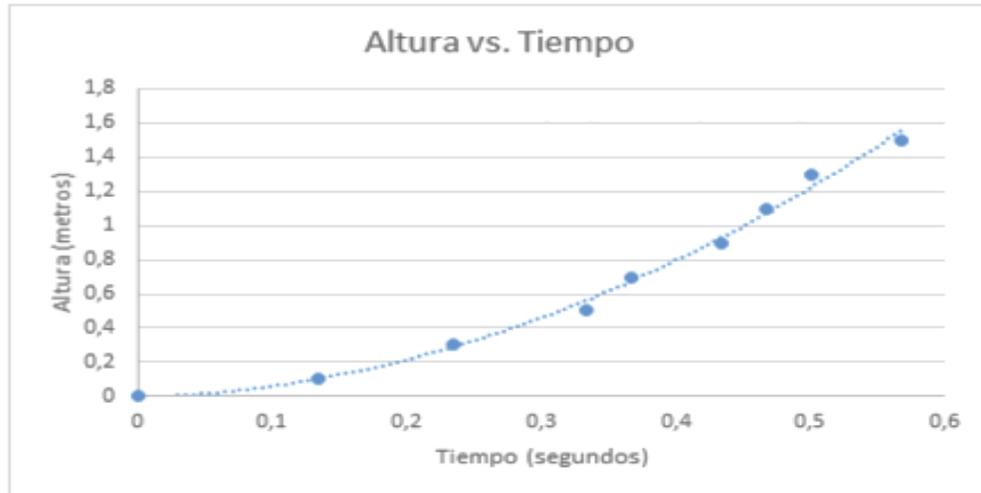


Figura 8: Gráfico Altura vs. Tiempo

La curva experimental que se observa en el gráfico corresponde a una función cuadrática, por lo que procederemos a rectificar elevando el tiempo al cuadrado. De esta forma, los datos para el gráfico rectificado serían los siguientes:

Tabla 7
Datos rectificados

t_c (s)	t^2 (s ²)	h(m)
0	0	0
0,134	0,017956	0,1
0,234	0,054756	0,3
0,333	0,110889	0,5
0,367	0,134689	0,7
0,434	0,188356	0,9
0,467	0,218089	1,1
0,5	0,25	1,3
0,567	0,321489	1,5

El gráfico rectificado, la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación obtenido usando Excel, serían:



Figura 9: Gráfico Altura vs Tiempo ²

De la ecuación $y = 4,823x + 0,0165$, el término $0,0165$ corresponde a la posición inicial de la esfera, sin embargo corresponde a un error sistemático de la medición, ya que en este caso su posición inicial es 0 , pues para esta experiencia el origen del eje de referencia se ubica en la misma esfera.

Por otra parte el término $4,823x$ corresponde a la expresión $\frac{1}{2}gt^2$ de la ecuación itinerario, es decir:

$$4,823x = \frac{1}{2}gt^2$$

$$4,823t^2 = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

$$2(4,823) = a$$

$$a = 9,646 \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

Por lo tanto aceleración estimada a la que está sometida la esfera es $9,646 \text{ (m/s}^2\text{)}$.

Al comparar el valor experimental estimado para la aceleración de la esfera con el valor teórico de la aceleración de gravedad [$g = 9,8 \left(\frac{m}{s^2}\right)$], obtenemos una incerteza de 1,6%, valor que consideramos aceptable para las condiciones en que se realizó esta experiencia.

4.1.4 ESTUDIO DE LA ENERGÍA MECÁNICA EN UN MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE

Esta actividad consiste en registrar con la cámara de un dispositivo móvil la caída libre de una esfera desde una altura aproximada de 0,50 (m) y posterior ascenso de la misma después de rebotar contra el suelo. Luego utilizando la herramienta de visión de fotogramas del software VirtualDub, se obtienen los intervalos de tiempo de caída y ascenso de la esfera, para posteriormente hacer un análisis de la energía mecánica de la esfera durante estos dos movimientos.



Figura 10: Montaje experimental para la actividad N°4

Para el primer movimiento (caída libre), compararemos la energía mecánica de la esfera antes de ser soltada y cuando ésta choca contra el suelo, es decir, de la energía potencial gravitatoria (puesto que la esfera antes de ser soltada sólo posee esta energía, pues se encuentra en reposo) con la energía cinética (porque la esfera al chocar con el suelo sólo posee esta energía, ya que se encuentra en una altura igual a 0 (cm)).

Con los datos de la masa de la esfera, altura de donde fue soltada y la aceleración de gravedad que actúa sobre ella (considerando que la aceleración de gravedad $g = 9,8 \text{ (m/s}^2\text{)}$), es posible estimar la Energía Potencial Gravitatoria de la esfera antes de ser soltada.

En este experimento, la esfera posee una masa de 0,0227 (kg) y fue soltada desde una altura de 0,49 (m), por lo que debemos reemplazar estos datos y el de la aceleración de gravedad en la siguiente ecuación:

$E_p = mgh \quad (1)$	donde: E_p : Energía potencial gravitatoria m : masa de la esfera g : aceleración de gravedad h : altura de donde se suelta la esfera
-----------------------	---

Al reemplazar los datos en la ecuación (1), nos queda:

$$E_p = (0,0227)(9,8)(0,49)$$

$$E_p = 0,109 \text{ (J)}$$

Por lo tanto la energía potencial gravitatoria de la esfera antes de ser soltada es 0,109(J)

Ahora para obtener la Energía Cinética de la esfera al chocar con el suelo, es necesario antes calcular la velocidad (v_f) con la que llega a él, con lo datos de tiempo de caída de la esfera, la altura de donde se suelta, la velocidad inicial que posee y la aceleración de gravedad que actúa sobre ella, es posible estimar esta velocidad.

Considerando que:

- el tiempo de caída de la esfera para una altura de 0,49 (m) es 0,3 (s) (tiempo obtenido utilizando el software VirtualDub).
- la velocidad inicial del cuerpo es $v_i = 0 \text{ (m/s)}$.
- la aceleración de gravedad es $g = 9,8 \text{ (m/s}^2\text{)}$.

Si reemplazando los datos en la siguiente ecuación:

$v_f = v_i + gt \quad (2)$	Donde: <i>v_f</i> : velocidad final de la esfera <i>v_i</i> : velocidad inicial de la esfera <i>g</i> : aceleración de gravedad <i>t</i> : tiempo que demora la esfera en caer
----------------------------	--

Nos queda que:

$$v_f = 0 + 9,8(0,3) = 2,94 \left(\frac{m}{s}\right)$$

Por lo tanto la esfera choca con el suelo con una velocidad de 2,94 (m/s)

Con esta estimación, ahora sí podemos obtener la Energía Cinética (K) de la esfera al chocar contra el suelo, para posteriormente compararla con la Energía Potencial Gravitatoria (U) del cuerpo antes de ser soltado.

Para obtener la Energía Cinética de la esfera al chocar con el suelo se debe reemplazar el valor de la velocidad final obtenida en la siguiente ecuación:

$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad (3)$	Donde: <i>E_c</i> : Energía Cinética <i>m</i> : masa de la esfera <i>v²</i> : velocidad de la esfera
-----------------------------------	--

Entonces la energía cinética de la esfera al chocar con el suelo, en término de su masa es:

$$E_c = \frac{1}{2}(0,0227)(2,94)^2 \quad (2)$$

$$E_c = 0,098(J)$$

Al comparar ambas energías, es evidente la diferencia entre ella, diferencia que puede solicitarse a los alumnos que expliquen, citando el Principio de Conservación de la Energía Mecánica

Ahora de la misma manera que para el primer movimiento, podemos estimar la velocidad inicial de la esfera del segundo movimiento (ascenso), en otras palabras, la velocidad después del impacto con el suelo, considerando que la velocidad final del cuerpo al finalizar su ascenso será 0 (m/s) debido a la acción de la aceleración de gravedad (contraria al movimiento).

Al comparar ambas energías, es evidente la diferencia entre ella, diferencia que puede solicitarse a los alumnos que expliquen, citando el Principio de Conservación de la Energía Mecánica

Ahora de la misma manera que para el primer movimiento, podemos estimar la velocidad inicial de la esfera del segundo movimiento (ascenso), en otras palabras, la velocidad después del impacto con el suelo, considerando que la velocidad final del cuerpo al finalizar su ascenso será 0 (m/s) debido a la acción de la aceleración de gravedad (contraria al movimiento).

En este caso el tiempo de ascenso de la esfera fue 0,234 (s) (tiempo determinado utilizando el software VirtualDub).

De la ecuación (2) tenemos:

$$v_f = v_i + gt$$

Despejando la velocidad inicial:

$$v_i = v_f - gt$$

Reemplazando los datos de la aceleración de gravedad y el tiempo de ascenso de la esfera, nos queda:

$$v_i = 0 - 9,8 * 0,234 = 2,293 \frac{m}{s}$$

Luego con la ayuda de VirtualDub puede ser obtenida la altura máxima de la esfera después de rebotar contra el suelo. Con estos dos datos (velocidad inicial y altura que alcanza la esfera luego del choque con el suelo) se puede hacer un nuevo análisis desde el punto de vista de la energía mecánica, comparando la energía cinética al inicio del ascenso y su energía potencial gravitatoria al alcanzar su altura máxima.

Para obtener la energía cinética al inicio del ascenso, debemos reemplazar la velocidad inicial de la esfera (2,293 m/s) en la ecuación (2), quedándonos:

$$E_c = \frac{1}{2}(0,0227)(2,293)^2$$

Entonces la energía cinética de la esfera es:

$$E_c = 0,059 \text{ (J)}$$

Luego, para obtener la energía potencial gravitatoria de la esfera cuando alcanza la altura máxima (0,240 (m)), debemos reemplazar los datos obtenidos en la ecuación (1).

$$E_p = (0,0227)(9,8)(0,240)$$

Obteniendo entonces que la energía potencial gravitatoria de la esfera cuando alcanza la altura máxima es:

$$E_p = 0,053 \text{ (J)}$$

Si calculamos la diferencia entre ambas energías obtenidos podemos notar nuevamente una variación de la energía mecánica de la esfera.

$$\Delta E = E_c - E_p = 0,059 - 0,053 = 0,006 \text{ (J)}$$

Finalmente puede desarrollarse un breve análisis matemático considerando que la energía mecánica de la esfera sí se conserva, consideraremos la velocidad inicial de ascenso de la esfera para estimar experimentalmente la altura máxima que alcanzaría el cuerpo y compararla con la altura realmente alcanzada.

Si consideramos que la energía mecánica de la esfera se conserva, la energía cinética de la esfera al iniciar el ascenso debe ser igual a la energía potencial gravitatoria cuando la esfera alcanza su altura máxima, por lo tanto al igual las ecuaciones (2) y (3), y despejar la altura nos queda:

$$E_c = E_p \rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = mgh \rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$$

Al reemplazar el valor de la velocidad inicial de la esfera (2,293 m/s) y la aceleración de gravedad (9,8 m/s²), tenemos que la altura que alcanza la esfera es:

$$h = \frac{2,293^2}{2(9,8)} = 0,268 \text{ (m)}$$

Sin embargo la altura máxima que realmente alcanza es 0,240 (m), por lo tanto existe una incerteza del 11,6%, lo que significa que la precisión de estos resultados puede ser considerada aceptable para los niveles en los que es aplicada esta experiencia.

4.1.5 ESTUDIO DE LA ENERGÍA MECÁNICA EN EL MOVIMIENTO DE UN PÉNDULO SIMPLE

La siguiente experiencia consiste en capturar los tiempos de oscilación de un péndulo utilizando la aplicación para teléfono celular “Physics Toolbox Suite”, con el valor del periodo del péndulo se puede determinar el valor de la aceleración de gravedad, para posteriormente realizar los cálculos correspondientes de la energía potencial gravitatoria y cinética del péndulo.

Al hacer oscilar el péndulo sobre el sensor de proximidad, la aplicación captura la mitad del período en milisegundos. Los datos obtenidos en segundos son:

Tabla 8
Semiperiodo de un péndulo simple

Milisegundos	Segundos
392	0,392
927	0,927
561	0,561
514	0,514
500	0,500
494	0,494
487	0,487
487	0,487
480	0,480
493	0,493
487	0,487
484	0,484
487	0,487
487	0,487
485	0,485
482	0,482
487	0,487

491	0,491
491	0,491
410	0,410
410	0,410
399	0,399
407	0,407

Para obtener el período del péndulo, se debe calcular el promedio de los datos y posteriormente multiplicarlo por dos. Por lo tanto, el valor del período es:

$$T = 0,986 [s]$$

Para calcular el valor de la aceleración de gravedad, se debe despejar la ecuación (1):

$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$	<p>Donde:</p> <p>T: Período</p> <p>l: Largo del péndulo</p> <p>g: Aceleración de gravedad.</p>
---	--

Quedando que la aceleración de gravedad g se puede calcular a partir de la siguiente ecuación (2):

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \quad (2)$$

Al reemplazar el largo del hilo del péndulo y el período en la ecuación (2), obtenemos que el valor de g es el siguiente:

$$g = \frac{4 * \pi^2 * 0,24}{(0,986)^2}$$

$$g = 9,745 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Teniendo el valor de la aceleración de gravedad, se puede calcular la Energía potencial gravitatoria, considerando que la altura de la que fue soltada es de 0,02 metros y que la masa es de 0,0068 kilogramos. Por lo tanto:

$$E_p = mgh$$

$$E_p = 0,0068 * 9,745 * 0,02$$

$$E_p = 0,0013 [J]$$

Considerando que hay conservación de energía, se puede calcular el valor de la rapidez máxima que alcanza el péndulo mientras oscila:

$$E_p = E_c$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

$$v^2 = \frac{2mgh}{m}$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$v = 0,6322 \left[\frac{m}{s} \right]$$

Para finalizar, se realizó una comparación entre el valor obtenido ($g = 9,745 \left[\frac{m}{s^2} \right]$) y el valor teórico ($g = 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]$), se obtiene que la incerteza es de 0,56% o que se considera aceptable para las condiciones en que se realizó la experiencia.

4.2 VALIDACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTOS

En nuestra propuesta didáctica, las cinco guías actividades presentadas en el capítulo anterior (Capítulo 3) fueron validadas por un grupo de ocho profesores de física en ejercicio, en su calidad de expertos. A los cuales se les solicitó que analicen distintos aspectos presentes en las guías para el estudiante con su respectiva guía para el docente. Para ello, se propuso una encuesta de validación con ocho indicadores, donde cada experto expresó su apreciación de acuerdo a una escala tipo Likert, con 5 categorías de valoración (completamente de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo y completamente en desacuerdo). Los ocho indicadores corresponden a: (1) Las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía, son claros y precisos, (2) las actividades ha realizar en la guía permiten a los estudiantes cumplir con los objetivos que se proponen, (3) las guías efectivamente utilizan dispositivos móviles, como principal instrumento de obtención de datos, (4) las actividades están contextualizadas según los Objetivos de Aprendizaje (OA) del nivel, (5) las actividades propuestas permiten desarrollar Habilidades Científicas en los estudiantes, (6) las actividades propuestas en la guía se pueden

realizar en el transcurso de una clase (2 horas pedagógicas), (7) las actividades propuestas son de fácil implementación en el aula y (8) las explicaciones en la guía con indicaciones al docente son suficientes para que cualquier profesor de física pueda implementar las actividades. La encuesta de validación se encuentra disponible en el Anexo 6.

4.2.1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE VALIDACIÓN

En la validación de la propuesta didáctica participaron ocho profesores de física, los que fueron considerados como de expertos, debido a que poseen un título profesional, tienen entre uno y diez años de experiencia en establecimientos municipales, particular subvencionado y/o particular pagado y han enseñado los tópicos de cinemática, dinámica y/o energía durante los años en ejercicio como docente. El detalle de la información de cada docente que participó en la validación se encuentra en el Anexo 7.

Se obtuvieron quince encuestas en total: tres encuestas para la actividad N°1, cuatro para la actividad N°2, cuatro para la actividad N°3, dos para la actividad N° 4 y dos para la actividad N°5. Luego de revisar la guía, cada experto expresó su apreciación para cada indicador planteado. El detalle de los resultados obtenidos para cada actividad, se encuentran en el Anexo 8. Posteriormente, se calculó el promedio de los puntajes otorgados para cada guía, como se muestra en Tabla 9:

Tabla 9
Promedio de los puntajes obtenidos en encuesta para cada guía.

Actividad N° 1	Actividad N° 2	Actividad N°3	Actividad N°4	Actividad° 5
35,67	37,75	37,25	36	34

Luego, se calculó el porcentaje de aprobación, considerando que el puntaje máximo es 40 puntos, como lo muestra a continuación la Tabla 10:

Tabla 10
Porcentaje de aprobación para cada guía

Porcentaje de aprobación para cada guía (%)				
Actividad N° 1	Actividad N° 2	Actividad N°3	Actividad N°4	Actividad N°5
89	94,37	93,13	90	85

Se graficaron dichos datos, obteniendo la siguiente gráfica (Fig.11):

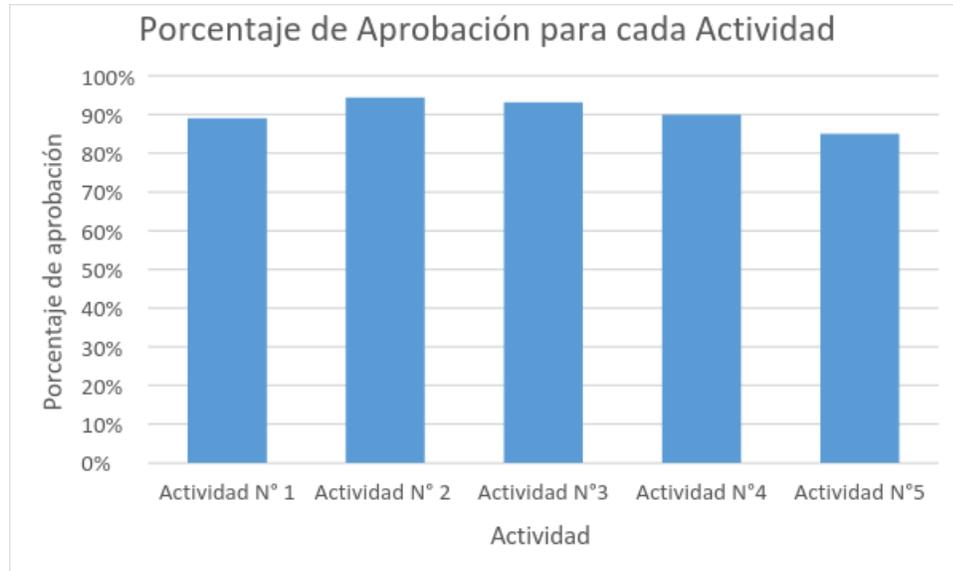


Figura 11: Gráfica del porcentaje de aprobación para cada guía.

Finalmente, la actividad N°2 obtuvo mayor porcentaje de aprobación 94,37%, teniendo un puntaje mayor o igual a 4,5 puntos en los indicadores planteados. Mientras que la actividad N°5 obtuvo un porcentaje de 85%, siendo este el más bajo, debido a que el promedio obtenido en el puntaje total otorgado por ambos profesores fue de 34 puntos. La actividad N°1 obtuvo una aprobación del 89%, la actividad N°3 un 93,13 % y la actividad N°4 una aprobación del 90%.

Realizar la encuesta de validación por opinión de expertos, nos permitió realizar modificaciones tanto a la guía de actividades como a la guía para el docente, mejorando el planteamiento de algunas preguntas de la guía para el estudiante y siendo más detallados a la hora de realizar las indicaciones al profesor. Además, nos permitió replantearnos si realmente la guía de actividades N°5 se podría realizar en dos horas pedagógicas, debido a que los profesores encuestados mencionaron que para realizar la actividad se necesitaría más tiempo, siendo este uno de los motivos por los que realizamos la implementación de esta actividad en el aula.

4.3 IMPLEMENTACIÓN EN EL AULA

En este apartado se presentará la implementación en el aula de una de las actividades diseñadas. En octubre del presente año se llevó a cabo la implementación de la guía N° 5 “La energía en la oscilación de un péndulo” basada en el sistema 4MAT, en el Liceo José Victorino Lastarria

ubicado en la comuna de Providencia de la Región Metropolitana, el que se considera como uno de los liceos emblemáticos, tradicionales y de excelencia de la educación pública en Chile.

En este establecimiento actualmente a los estudiantes se les enseña física como subsector desde séptimo año básico a cuarto medio. La actividad fue implementada en un curso de séptimo año básico, cuyo promedio de edad es de trece años, a los que por horario les corresponden dos horas pedagógicas de física a la semana. Los alumnos tenían noción de conceptos como fuerza, aceleración de gravedad, peso, y además tenían conocimiento de las variables involucradas en el movimiento de un péndulo, sabiendo que el tiempo de una oscilación solo depende del largo del hilo.

Para iniciar la actividad, se les informó en qué consistía la implementación y que serían grabados durante la clase, luego se les solicitó que se ordenaran en grupos de cuatro a cinco integrantes. Se entregó a cada grupo una guía y un péndulo simple construido con una tuerca y un hilo, comentándoles que además necesitarían de un Smartphone para realizar la actividad (provocando entusiasmo en los estudiantes). Debido a que no todos los estudiantes tienen acceso a internet móvil para descargar la aplicación “Physics Toolbox Sensor Suite”, se decidió realizar la experiencia práctica utilizando el cronómetro del celular en lugar del proxímetro.

Tal como lo sugiere McCarthy, el sistema 4MAT está conformada por cuatro partes, las que se deben llevar a cabo en forma ordenada. Se dio inicio comentado en qué consiste un péndulo, para posteriormente plantear la pregunta número uno de la guía, los alumnos comenzaron a responder en voz alta, por lo que se les pidió que en forma grupal respondan la pregunta para luego comentarla con el curso. Luego de afirmar que la oscilación de un péndulo depende de la aceleración de gravedad, debíamos continuar con la pregunta número dos de la guía, pero como ellos aún no tenían noción del concepto de energía cinética y energía potencial, se les pidió que indiquen en qué momento la rapidez y la altura es máxima y mínima, mencionando y dibujando en la pizarra los tres puntos por donde pasa el péndulo al oscilar, como lo muestra la Figura 12:

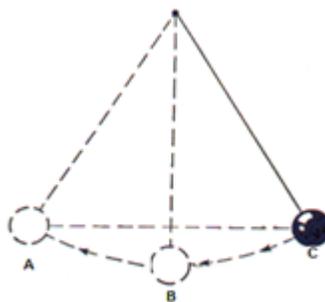


Figura 12: Diagrama de un péndulo simple

Sabiendo esto, se les enseñó el concepto de energía cinética y energía potencial gravitatoria con sus respectivas ecuaciones, pudiendo de este modo, poder responder la pregunta dos, tres y cuatro de la guía. Posteriormente se dio inicio a la actividad práctica, donde los estudiantes debían tomar el tiempo de diez oscilaciones con el cronómetro del celular, para así poder responder la pregunta seis y siete de la guía, con el dato obtenido calcularon la aceleración de gravedad y luego la energía potencial, respondiendo así la pregunta ocho y nueve, quedando ya pocos minutos para salir a recreo, se planteó la pregunta once, preguntándoles ¿Por qué los péndulos finalmente se detienen? algunos estudiantes comentaron sus respuestas, se les pidió que las anoten en su guía y tocaron el timbre para recreo, lo que provocó que no todos los grupos escribieran en sus guías lo que mencionaron en voz alta.

Luego de realizar la implementación, notamos que durante la actividad hubo tiempos perdidos en que los estudiantes se distraían, por lo que nos dimos cuenta que es de importante mantener a los jóvenes involucrados en la actividad en forma activa durante toda la hora de clase. Esto nos permitió darnos cuenta que las etapas de las guías para el docente elaboradas, debían ser modificadas, incorporando los tiempos sugeridos para cada etapa y una descripción detallada de las indicaciones y/o sugerencias para el profesor. Con respecto a la guía para el estudiante, en la primera parte se agregó una anécdota de Galileo Galilei para contextualizar a los estudiantes sobre el estudio de la oscilación del péndulo y las variables involucradas en su movimiento, en la segunda parte de la guía se agregaron dos preguntas donde se plantea que indiquen en qué momento la energía cinética es cero y cuándo es máxima, lo mismo para la energía potencial, incorporando además el diagrama con los puntos por donde pasa el péndulo mientras oscila en ambas preguntas (Figura 12).

Finalmente, la implementación en el aula de la actividad N°5 nos permitió poder modificar las falencias que presentaba la guía para el estudiante con su respectiva guía para el docente, a su vez, verificar que esta actividad se puede llevar a cabo en el tiempo estimado que se propuso (dos horas pedagógicas).

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

En la propuesta didáctica presentada en este trabajo de seminario, cada etapa del diseño permitió una retroalimentación que se tradujo en una mejora constante en el diseño. Esto quedó en evidencia tanto en la selección de las metodologías a usar en cada guía de actividades, como en la elaboración de las guías con indicaciones al docente y los videos tutoriales. De la misma forma, el proceso de validación proporcionó valiosa información respecto a ciertos aspectos a mejorar en el diseño de la propuesta.

La secuencia didáctica diseñada fue validada en tres aspectos, mediante: el análisis de la calidad de los datos obtenidos para cada una de las actividades diseñadas, una encuesta de validación la que considera la opinión de profesores de física en ejercicio y la implementación en el aula de una de las guías de actividad elaboradas.

En relación al análisis de calidad de los datos luego de realizar cada una de las actividades prácticas fue posible concluir que la secuencia didáctica diseñada permite y facilita (mediante la utilización de un dispositivo móvil como principal instrumento de medición) el estudio del movimiento rectilíneo uniforme, movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, caída libre y péndulo simple para segundo año de enseñanza media. Específicamente en el caso de la guía de actividades N°1, permitió y facilitó el estudio del movimiento rectilíneo uniforme, si se observa la Tabla 3, es evidente que los intervalos de tiempo no son exactamente iguales, sin embargo se puede expresar un valor promedio con una cierta incerteza asociada, lo que permite concluir que el movimiento de la esfera a lo largo del riel corresponde a un movimiento rectilíneo uniforme. Dentro de la incerteza asociada a las mediciones contribuyen tanto errores sistemáticos (como por ejemplo el hecho de que el objeto no sea puntual, sino volumétrico), como la sensibilidad de los instrumentos utilizados (la cantidad de fotogramas por segundo de la cámara del dispositivo móvil está limitado a 30fps, por lo que no logra un total registro del instante en el que la esfera inicia o finaliza un tramo de distancia).

En tanto la guía de actividades N°2 favoreció el estudio del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, en la Tabla 5 es posible observar que el tiempo que demora la esfera en recorrer el primer tramo (D), no se asemeja lo suficiente a lo que se demora en recorrer cada uno de los tres tramos siguientes (3D, 5D y 7D), los que sí muestran una evidente similitud. Esta diferencia se puede atribuir a la poca inclinación del plano por el que se mueve la esfera, lo que conlleva una aceleración menor sobre ésta en el inicio de su movimiento, ya que al partir desde el reposo sufre una mayor influencia de la fuerza de roce, en cambio para los tres tramos siguientes las

esfera ya se encuentra en movimiento por lo que la fuerza de roce que actúa sobre la esfera es menor. A pesar de esta diferencia fue posible concluir que la guía de actividades facilitó el estudio del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, pues permitió la comprensión del concepto de aceleración y sus implicancias en la cinemática.

Las guías de actividades N°3 y N°4 permitieron el estudio de la caída libre, en el caso de la guías de actividades N°3 posibilitó el estudio cinemático de la caída libre, posterior a la realización de la experiencia y obtención de datos fue posible estimar la aceleración de gravedad que actúa sobre la esfera, $g = 9,646 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Al comparar el valor teórico ($g = 9,8 \text{ (m/s}^2\text{)}$) con el valor experimental calculado, se obtuvo una incerteza de 1,6%, valor que se considera aceptable para las condiciones en que se realizó esta experiencia. Por otra parte la guía de actividades N°4, favoreció el estudio mecánico de la caída libre. Luego de realizar la experiencia y analizar los datos obtenidos fue posible concluir que energía mecánica del sistema no se conserva, pues la energía potencial gravitatoria antes de soltar la esfera no es igual a la energía cinética cuando la esfera choca contra el suelo. Además se pudo estimar la altura que alcanzó la esfera luego de chocar contra el suelo, 0,268 (m), al comparar este valor con el dato obtenido al utilizar el procesador de video VirtualDub (0,240 (m)) es evidente que los valores no son iguales, sin embargo su incerteza es sólo del 11,6%, por lo que la precisión de lo resultado se consideró aceptable para los niveles en los que es aplicada esta experiencia.

Finalmente la guía de actividades N°5 facilitó el estudio de la energía mecánica en el movimiento del péndulo simple, al analizar los datos obtenidos, luego de realizar la experiencia, se pudo determinar el valor de la aceleración de gravedad, siendo en este caso $g=9,745 \text{ (m/s}^2\text{)}$, si se compara este valor con el teórico ($g=9,8 \text{ (m/s}^2\text{)}$) su incerteza es de 0,56% lo que se considera aceptable para las condiciones de este trabajo). El valor estimado de la aceleración de gravedad a su vez permitió calcular la energía potencial gravitatoria y cinética del péndulo.

Con respecto a la validación por opinión de expertos, donde participaron ocho docentes de física en su calidad de expertos. Se obtuvo un total quince encuestas: tres encuestas para la Actividad N°1, cuatro para la Actividad N°2, cuatro para la Actividad N°3, dos para la Actividad N°4 y dos para la Actividad N°5. Al analizar las encuestas se obtuvo que la guía de actividades N°2 fue la mejor evaluada, con un porcentaje de aprobación de 94,37%. Mientras que la guía actividades N°5 fue la que obtuvo menor aprobación, alcanzando un total de 34 puntos, lo que corresponde a una aprobación de 85%. En tanto las guías de actividades N°1, N°3 y N°4 alcanzaron una aprobación de 89%, 93,13% y 90% respectivamente.

En la cuanto a la implementación de una de las guías de actividades, se decidió implementar la que obtuvo un menor porcentaje de aprobación por la opinión de expertos. Al implementar la guía de actividades N°5, se pudo corroborar que al mencionar en el inicio de la clase que para realizar la experiencia era necesario el uso de un Smartphone, los estudiantes muestran un evidente el interés en participar de la actividad. Por otra parte la implementación de esta guía de actividades evidenció que efectivamente la actividad N°5 se puede llevar a cabo en dos horas pedagógicas.

Según los resultados del estudio realizado el año 2011 por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) solo un 38,9 por ciento de los establecimientos de Chile cuentan con laboratorio de Ciencia, lo que hace evidente que un alto porcentaje de estudiantes en el transcurso de su enseñanza jamás realizaron una experiencia práctica en ciencias (ya sea porque el establecimiento educacional no poseían laboratorios o no contaba con insumos para realizar actividades experimentales) por lo que no tienen noción de lo que es realizar una actividad experimental, por lo anterior consideramos que nuestra propuesta es un verdadero aporte, ya que revierte esta situación permitiendo a los estudiantes realizar experiencias prácticas sin la necesidad de contar con un laboratorio, pues las guías de actividades fueron diseñadas de tal forma que también puedan ser aplicadas en el aula.

Por otra parte esta propuesta exige que el profesor para poder guiar a sus estudiantes en el desarrollo de las actividades prácticas diseñadas debe tener desarrolladas ciertas habilidades, tal como lo expresa el Ministerio de Educación en los estándares orientadores para profesores de enseñanza media (Anexo 12), donde se les pide que hayan desarrollado habilidades que tienen que ver con implementar actividades prácticas, guiar a los estudiantes a través del método, entre otras habilidades.

Es por esto que se puso atención en que la guía para el docente fuera sumamente detallada y que estuviera apoyada por tutoriales, para que de este modo el profesor que esté frente al material o guía de actividades, tenga todo el apoyo para que realice efectivamente una actividad práctica que va ayudar a los estudiantes a que vivan la experiencia de la física experimental, permitiendo que participen en el tratamiento de los datos lo que los hace agentes activos en su proceso de aprendizaje.

Luego de haber realizado la validación correspondiente al análisis de la calidad de los datos, las guías de actividades, además de la implementación de una de las guías de actividades es posible asegurar que la propuesta diseñada permite realizar las actividades prácticas en el aula, por lo

que quedamos con la satisfacción que esta propuesta efectivamente es un aporte, pues colabora en que los estudiantes por medio de actividades prácticas sean agentes activos en su aprendizaje.

Limitaciones del diseño y recomendaciones

La secuencia diseñada tiene como limitación que en algunas de las guías de actividades es el docente quién obtiene y procesa los datos, con el objetivo de permitir que la actividad pueda ser implementada en dos horas pedagógicas, de esta forma se centra en que el alumnos desarrolle otras habilidades, como por ejemplo la que tiene relación con la capacidad de predecir, observar, identificar y relacionar, sin embargo esto conlleva a que el alumno no fortalezca las habilidades que tienen relación con manipular instrumentos y procesar datos.

A pesar que la propuesta diseñada corresponde a una secuencia didáctica, donde se inicia con el estudio de conceptos más simples y se avanza a conceptos más elaborados, el profesor puede decidir implementar cualquiera de las guías de actividades por sí sola, pues no necesita los resultados de las actividades anteriores, es decir, cada guía es autosustentable, ya que no requiere resultados particulares de las otras experiencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, M., (2011), *Radiografía del Chile Digital 2.0 en el Bicentenario*, Santiago, Chile: Editorial Divergente S.A.
- Artamónova, I., Mosquera, J., Ramírez., y M., Mosquera, J. (2014). *Resultados cuantitativos de la aplicación del Sistema 4MAT en Mecánica en la Universidad del Quindío*. *Revista Latinoamericana de Física Educativa*, n° 4, Vol. 8. Recuperado http://www.lajpe.org/dec14/4511_Irina.pdf
- Arribas, M. (2004). *Diseño y validación de cuestionarios*. *Revista En Matronas Profesión*, n° 5, Vol. 17. Recuperado de http://enferpro.com/documentos/validacion_cuestionarios.pdf
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2011). *Infraestructura Escolar y Aprendizajes en la Educación Básica Latinoamericana: Un análisis a partir del SERCE*.
- Biblioteca del Congreso Nacional. (2013). *Guía legal sobre: Ley General de Educación*. Chile. Recuperado de <http://www.bcn.cl/leyfacil/recurso/ley-general-de-educacion>
- Cabero, J., y Llorente, M. (2013). *La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información (TIC)*. *Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*, n°2, Vol. 7. Recuperado de <http://tecnologiaedu.us.es/tecnoedu/images/stories/jca107.pdf>
- Calderón, S., Núñez, P., y Gil, S. (2008). *La cámara digital como instrumento de laboratorio: estudio del tiro oblicuo*. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol. 3, No 1. Recuperado de http://www.lajpe.org/jan09/14_Silvia_Calderon.pdf
- Castiblanco, O., y Vizcaíno, D. (2008). *El uso de las TICs en la enseñanza de la Física*. *Revista Ingenio Libre*, n° n/a, Vol. 6. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/revistaingeniolibre/revista7/articulos/El-uso-de-las-TICs.pdf>
- Enlaces. (2008). *Enseñanza de la ciencia basada en indagación (ECBI) con TIC*. Recuperado de http://www.redenlaces.cl/cedoc_publico/1222875857Indagaci_n_UFRO_.pdf

- Enlaces. (2013). *Matriz de Habilidades TIC para el Aprendizaje*. Recuperado de http://www.enlaces.cl/tp_enlaces/portales/tpe76eb4809f44/uploadImg/File/2015/documentos/HTPA/Matriz-Habilidades-TIC-para-el-Aprendizaje.pdf
- Coll, C. (2004). *Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación*. *Revista Electrónica Sinéctica*, n° n/a, Vol. 25. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99815899016>
- Educarchile. (s.f.). Un nuevo Curriculum para el país. Recuperado de <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=214344>
- Harlen, W. (2013). *Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica*. Trieste, Italia: Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP). Recuperado de http://www.plataforma.uchile.cl/libros/evaluaci%C3%B3n_y_educaci%C3%B3n_en_ciencias_basada_en_la_indagaci%C3%B3n__aspectos_de_la_pol%C3%ADtica_y_la_pr%C3%A1ctica.pdf
- Ley N° 20370. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Chile. 12 de septiembre de 2009. Recuperado de <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1006043>
- López, A., y Mora, C. (2010). *Implementación de Clases Demostrativas Interactivas para la Enseñanza de Caída Libre en el Bachillerato*. México, D.F., México. Recuperado de http://www.cicata.ipn.mx/OfertaEducativa/MFE/Estudiantes/Documents/Lilia_Gardunio_2010_MCFE.pdf
- Martínez, J. (2015). *Obtención del valor de la aceleración de la gravedad en el laboratorio de física. Experiencia comparativa del sensor de un teléfono celular inteligente y el péndulo simple*. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, n° 2, Vol. 12. Recuperado de http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/636/pdf_292

- Ministerio de Educación. (2013). *Bases Curriculares 2013: 7° básico a 2° medio*. Santiago de Chile, Chile. Recuperado de http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013_recurso_17_04.pdf
- Ministerio de Educación. (2012). *Estándares Orientadores para Carreras de Pedagogía en Educación Media*. Santiago de Chile, Chile. Recuperado de <http://www.cpeip.cl/usuarios/cpeip/File/librosestandaresvale/libromediafinal.pdf>
- Ministerio de Educación. (2012). *Folleto Informativo - Bases Curriculares 2012 para Educación Básica*. Chile. Recuperado de <http://portales.mineduc.cl/usuarios/curriculum/File/FolletoInformativoBasesCurriculares2012digital.pdf>
- Ministerio de Educación. (2009). *Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media: Actualización 2009*. Santiago de Chile, Chile. Recuperado de http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013_recurso_13.pdf
- Moëne, G., Filsecher, M., Flores, L., Runge, E., y Verdi, M. (2008). *Enseñanza de Ciencias Basadas en la Indagación (ECBI) con TIC. Temuco, Chile: Instituto de Informática educativa Universidad de la Frontera*. Recuperado de http://www.redenlaces.cl/cedoc_publico/1222875857Indagaci_n_UFRO_.pdf
- Oliver-Hoyo, M., Alconchel, F., y Pinto, G. (2012). *Metodologías activas para el aprendizaje de la Física: un caso de hidrostática para su introducción en la práctica docente*. *Revista española de física, n°1, Vol. 26*. Recuperado de http://www.researchgate.net/publication/258119178_Metodologas_Activas_para_el_Aprendizaje_de_la_Fsica_un_Caso_de_Hidrostitica_para_su_Introduccion_en_la_Prctica_Docente
- Organista, J., McAnally, L., y Lavinge, G. (2013). *El teléfono inteligente (smartphone) como herramienta pedagógica*. Guadalajara, México: Apertura, vol. 5, núm. 1. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68830443002>

- Peña, E. (2012). *Uso de Actividades Experimentales para Recrear Conocimiento Científico Escolar en el Aula de Clase, en la Institución Educativo Mayor de Yumbo (tesis de maestría)*. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Ramírez G., López A., y Ramírez M. (2013). *Clases demostrativas interactivas de magnetismo en el bachillerato del IPN*. *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 7, No 1*. Recuperado de http://www.lajpe.org/march13/5_LAJPE_774_Alfredo_Lopez_preprint_corr_f.pdf
- Ramírez, M. (2010). *Aplicación del sistema 4MAT en la enseñanza de física a nivel universitario*. *Revista mexicana de física, n°1, Vol. 56*. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfe/v56n1/v56n1a5.pdf>
- Ramírez, M., y Chávez, E. (2010). *Análisis de la influencia del estilo de enseñanza del profesor en el aprendizaje de estudiantes de física a nivel universitario*. *Revista Estilos de Aprendizaje, n°6, Vol. 6*. Recuperado de http://www.researchgate.net/publication/268360679_Analisis_de_la_influencia_del_estilo_de_enseanza_del_profesor_en_el_aprendizaje_de_estudiantes_de_fisica_a_nivel_universitario
- Ramírez, M., y Chávez, E. (2012). *Similitudes del sistema 4MAT de estilos de aprendizaje y la metodología de Clases Interactivas Demostrativas en la Enseñanza de la Física*. *Revista Estilos de Aprendizaje, n°9, Vol. 9*. Recuperado de http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_9/articulos/articulo8.pdf
- Ried, P. (s.f.). *Metodología indagatoria para aprender ciencias*. *Educarchile*. Recuperado de <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=186632>
- Riveros, V., y Mendoza, M. (2005). *Bases teóricas para el uso de las TIC*. *Revista Educación Encuentro, n°3, Vol. 12*. Recuperado de http://tic-apure2008.webcindario.com/TIC_VE3.pdf
- Tobón, S., Pimienta, J., y García, J. (2010). *Secuencias Didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. Distrito Federal, México. Pearson-Prentice Hall

Uzcátegui, Y., y Betancourt, C. (2013). *La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media*. Caracas, Venezuela: *Revista de Investigación* N° 78 Vol. 37. Recuperado de <http://www.scielo.org.ve/pdf/ri/v37n78/art06.pdf>

Vidal, M. (2006). *Investigación de las TIC en la educación*. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, n°2, Vol. 5. Recuperado de http://www.unex.es/didactica/RELATEC/sumario_5_2.htm

Vogt, P., & Kuhn, J. (2012). *Analyzing free fall with a smartphone acceleration sensor*. *The Physics Teacher*, Vol. 50. Recuperado de <https://www.aapt.org/Resources/upload/PTE000182.pdf>

Waldegg, G. (2002). *El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. México, D.F., México: *Revista Electrónica de Investigación Educativa* Vol. 4, No. 1. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/redie/article/viewFile/53/97>

ANEXOS

ANEXO 1:

GUÍA Nº 1 CON INDICACIONES AL DOCENTE (MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME)

Objetivos:

- Describir el movimiento rectilíneo uniforme.
- Relacionar el movimiento rectilíneo con situaciones de la vida cotidiana.

OA Asociado: *Analizar, sobre la base de la experimentación, el movimiento rectilíneo uniforme y acelerado de un objeto respecto de un sistema de referencia espacio-temporal, considerando variables como la posición, la velocidad y la aceleración en situaciones cotidianas.*

HC Asociadas: En esta guía se desarrollaran las Habilidades Científicas: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 16, 17 y 18. (En el Anexo 9, es posible encontrar un listado de las Habilidades científicas, con sus respectivas definiciones)

Recursos: Para llevar a cabo las actividades de esta guía se necesitarán los siguientes materiales e instrumentos:

- Guía de actividades N°1
- Riel
- Cinta métrica
- Cinta adhesiva doble contacto
- Esfera pequeña, “bolita ojo de gato”
- Dispositivo móvil con cámara digital integrada.
- Software VirtualDub
- Computador

Descripción:

La guía MRU fue diseñada en base a las etapas de la metodología Enseñanza de las Ciencias Basada en Indagación (ECBI): Focalización, Exploración, Reflexión y Aplicación.

Se decidió utilizar esta metodología, ya que permite a los estudiantes a partir de la indagación, reflexionar y obtener sus propias conclusiones, además facilita que realicen un contraste del conocimiento que tienen antes y después de haber realizado la actividad. Por último permite realizar la experiencia de manera autónoma, pues no requiere poseer habilidades muy desarrolladas, ya que la experimentación, obtención de datos y análisis de los mimos son tareas sencillas.

Se sugiere que antes de la implementación de esta guía, el profesor realice las actividades solicitadas, con el fin de familiarizarse con ella y así responder con facilidad las inquietudes de sus estudiantes.

Por otra parte se recomienda que los materiales e instrumentos necesarios para llevar a cabo esta guía de actividades sean solicitados con al menos una semana de anticipación.

Etapas:

Etapas de Focalización (tiempo estimado: 10 minutos)

Esta primera etapa tiene como objetivo contextualizar al alumno con el tema a estudiar (movimiento rectilíneo uniforme), además permite que exploren sobre sus conocimientos previos y los den a conocer a través de una lluvia de ideas. En esta etapa no existen respuestas incorrectas.

Solicite a los estudiantes reunirse en grupos de tres o cuatro integrantes, una vez conformados los grupos, el profesor deberá leer en voz alta el texto introductorio, el texto da a conocer la definición que dió Galileo Galilei para el Movimiento Rectilíneo Uniforme.

Luego de haber leído la definición, el profesor deberá solicitar a sus estudiantes responder la **Pregunta 1: *Si un objeto (como una bolita, por ejemplo) baja sobre un plano inclinado: ¿su movimiento será rectilíneo uniforme?*** y la **Pregunta 2: *¿Qué condiciones se deben cumplir para que el movimiento de la esfera, sea rectilíneo uniforme?*** de manera individual, estas preguntas buscan que el estudiante razone sobre qué condiciones se deben cumplir para que un movimiento sea rectilíneo uniforme, es decir, los estudiantes deberán analizar **(HC 1 - 10)** y predecir **(HC 14 - 10)** a partir de la definición expuesta al inicio de la clase y de sus experiencias previas.

Con la **Pregunta 1** se pretende que el alumno logre determinar que la esfera al bajar por un plano inclinado no describe un movimiento rectilíneo uniforme, ya que a medida que baja por el plano su velocidad aumenta, es decir se acelera, por lo que no recorre distancias iguales en intervalos tiempos iguales.

La **Pregunta 2**, permite que el alumno a partir de la reflexión realizada en la Pregunta 1, logre visualizar que para que la esfera describa un movimiento rectilíneo uniforme, debe desplazarse con velocidad constante, por lo tanto el plano no debe poseer inclinación, pues de este modo recorrerá distancias iguales en intervalos de tiempo iguales, ya que al poseer inclinación aumenta

su velocidad constantemente, pues la esfera estaría acelerando, por lo que no recorrería distancias iguales en tiempos iguales

Luego de transcurridos 5 minutos se sugiere pedir a algunos alumnos dar a conocer sus respuestas (**HC 4**) y anotarlas en la pizarra. En base a las respuestas obtenidas el profesor deberá formalizar el contenido, es decir deberá dar a conocer las condiciones que se deben cumplir para que el movimiento de un objeto sea rectilíneo uniforme (**HC 5**).

Etapas de Exploración (tiempo estimado: 45 minutos)

En esta etapa el estudiante deberá realizar un trabajo guiado (**HC 11 - 13 - 17**), donde para realizar la actividad de manera exitosa se les recomienda algunos materiales e instrumentos **Paso 3** (riel, cinta métrica, cinta adhesiva doble contacto, esfera pequeña, teléfono inteligente con cámara digital integrada, software VirtualDub, computador) y un procedimiento a seguir **Paso 4**.

Con respecto a los materiales e instrumentos, cuando se habla de riel, nos referimos a una “moldura para cables”, en el caso de no contar con este material se sugiere utilizar un tubo de PVC cortado a la mitad, en relación a la cinta métrica esta puede ser reemplazada por una huincha de “carpintero” ó con ayuda de una regla se puede marcar en el riel las distancias solicitadas.

(*) Se recomienda que antes de realizar la grabación el profesor muestre a sus alumnos cómo debe ser el impulso que se le da a la esfera para que recorra el riel con velocidad constante, es decir, debe evidenciar que el impulso dado debe ser el suficiente para que la esfera recorra el riel por completo. Por otra parte es aconsejable que al momento de realizar la grabación de la experiencia, esta se realice con luz natural (para optimizar la calidad de imagen de los videos que obtendrá) y ubicar el dispositivo móvil a una distancia que permita grabar simultáneamente todo el riel.

Luego de que el profesor da a conocer las recomendaciones (*), debe solicitar a sus alumnos realizar la grabación del desplazamiento de la esfera por el riel, transcurridos cinco minutos aproximadamente, el profesor deberá mostrar y enseñarles a sus alumnos cómo usar el software **VirtualDub (HC 18)** (Puede realizar la descarga de este software en www.virtualdub.org, en tanto el video tutorial sobre cómo utilizarlo puede hallarlo en https://youtu.be/-V_ON0Niool) para obtener los datos solicitados. Enseguida debe pedir a los estudiantes que respondan la **Pregunta 5: ¿Cuánto tiempo demoró la esfera en recorrer el primer tramo de 15(cm)?** y **Pregunta 6: ¿Cuánto tiempo demoró la esfera en recorrer los siguientes tramos de 15(cm)?**, las que permiten determinar el tiempo que demora la esfera en los primeros 15 (cm) (**HC 9 - 10 - 12 - 15**)

16) y comparar los tiempos de los demás tramos (**HC 3 - 10 - 15 - 16**).

(Se propone dar 30 minutos para que los alumnos obtengan los datos solicitados, los registren y respondan las preguntas 5 y 6)

El tiempo que demora la esfera en recorrer cada tramo se obtiene de la diferencia entre el tiempo final (cuando la esfera llega a los 15 (cm)), y el tiempo inicial (cuando la esfera se ubica en la posición cero), cabe mencionar que el instante de tiempo final de cada tramo corresponderá al inicial del tramo que está a continuación, en el siguiente enlace es posible encontrar el tutorial que permite una mejor comprensión de la experiencia: https://youtu.be/qlaB_JP6Z-w.

A partir de los datos obtenidos los alumnos debieran ser capaces de concluir que la esfera demoró el mismo tiempo en cada uno de los tramos, ya que al estar el riel en posición horizontal, la esfera posee una velocidad prácticamente constante durante su desplazamiento.

Es posible que los intervalos de tiempo obtenidos no sean iguales, sin embargo sí serán similares, esto puede deberse a errores sistemáticos, como por ejemplo que la cantidad de fotogramas por segundo (fps) no sean los suficientes, por lo que no alcance a registrar cuando la esfera pase por cada una de las marcas realizadas o solicitadas [15 (cm), 30(cm), 45(cm), 60 (cm) y 75(cm)]

Etapas de Reflexión (tiempo estimado: 20 minutos)

Esta etapa busca que los estudiantes realicen un contraste respecto de sus respuestas iniciales, es decir, confronten sus respuestas iniciales con los resultados obtenidos en la etapa anterior, generando conclusiones en relación al contenido en estudio, Movimiento Rectilíneo Uniforme.

Inmediatamente después de haber respondido las preguntas de la etapa anterior (preguntas 5 y 6), el docente deberá solicitar a sus alumnos que respondan la **Pregunta 7 ¿Cómo interpretarías tus resultados?**, la que tiene como finalidad que los alumnos comparen (**HC 3 - 10**) los tiempos registrados en la etapa anterior y puedan concluir (**HC 5**) que estos son iguales o muy similares, lo que significa que la esfera llevaba una rapidez constante durante su trayectoria por el riel, y la **Pregunta 8: De acuerdo a la definición elaborada por Galileo Galilei ¿el movimiento de la esfera en tu experimento, corresponde a un movimiento rectilíneo uniforme?**, la que busca que los alumnos determinen y concluyan (**HC 5**) que el movimiento de la esfera en la experiencia realizada corresponde a MRU, ya que la esfera se demoró intervalos de tiempos “iguales” en recorrer distancias iguales, por lo tanto la rapidez es constante (**HC 2 - 10**).

(Se recomienda dar 10 minutos para responder las preguntas 7 y 8)

Luego de transcurridos 10 minutos el profesor deberá solicitar a sus alumnos que respondan la **Pregunta 9: Respecto a las preguntas 7 y 8, elaboren una respuesta como grupo y anoten sus conclusiones en el siguiente recuadro. Escojan un representante de grupo para que las dé a conocer frente al curso**, la que tiene como objetivo que los alumnos sean capaces de llegar a un consenso respecto a sus conclusiones, es decir, sean capaces de comunicar y discutir sus respuestas, para luego darlas a conocer y contrastarlas con las que surgieron en la etapa de Focalización (HC 2 - 4 - 5)

(Se sugiere dar 5 minutos para que los alumnos lleguen a un consenso y 10 minutos para que expongan sus respuestas frente a los demás grupos)

Luego de transcurrido los cinco minutos destinados a que los que los integrantes de cada grupo discutan y lleguen a un consenso, el profesor deberá pedir a cada representante que dé a conocer su respuesta frente al curso.

Etapas de Aplicación (Tiempo: 10 minutos)

Esta etapa le permite al docente verificar si sus alumnos han internalizado de manera exitosa el nuevo contenido

La **Pregunta 10: Siguiendo las instrucciones de tu profesor, calcula la rapidez de la esfera en tu experimento** busca dar a conocer si los alumnos han comprendido que en el movimiento rectilíneo uniforme la rapidez permanece constante en toda su trayectoria (HC 6).

En tanto la **Pregunta 10: De acuerdo a lo que has aprendido en esta experiencia, ¿En qué situaciones de la vida cotidiana es posible observar el movimiento rectilíneo uniforme?** tiene como objetivo verificar si los alumnos son capaces de relacionar lo estudiado y aprendido con situaciones de la vida cotidiana (HC 6).

Algunos de los ejemplos que pueden surgir por parte de los alumnos son:

- Cuando un automóvil va en la carretera en línea recta y se mueve con rapidez constante.
- Cuando corremos en una trotadora, la rapidez con la que se mueve la cinta es constante.
- El movimiento de la tela bajo la aguja de la máquina de coser

Se recomienda que para la **Pregunta 11** el profesor solicite a algunos de sus alumnos dar a conocer sus respuestas a los demás integrantes del curso.

ANEXO 2:

GUÍA N° 2 CON INDICACIONES AL DOCENTE (MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO)

Objetivo: Obtener experimentalmente la relación matemática, 1:3:5:7, encontrada por Galileo Galilei.

OA Asociado: *Analizar, sobre la base de la experimentación, el movimiento rectilíneo uniforme y acelerado de un objeto respecto de un sistema de referencia espacio-temporal, considerando variables como la posición, la velocidad y la aceleración en situaciones cotidianas.*

HC Asociadas: En esta guía se desarrollaran las Habilidades Científicas: 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18. (En el Anexo 9, es posible encontrar un listado de las Habilidades científicas, con sus respectivas definiciones)

Recursos: Para realizar las actividades de esta guía se necesitaran los siguientes materiales e instrumentos.

- Guía de actividades N°2
- Riel
- Cinta métrica
- Cinta adhesiva doble contacto
- Esfera pequeña, “bolita ojo de gato”
- Dispositivo móvil con cámara digital integrada.
- Software VirtualDub
- Computador

Descripción:

La metodología utilizada para la construcción de esta guía fue la Clase Demostrativa Interactiva (CDI). El énfasis en las predicciones iniciales de los alumnos y la oportunidad de corroborarlas después de la realización del experimento por parte del profesor, además de la optimización de tiempo que entrega esta herramienta, nos parece una excelente opción para el desarrollo y aprendizaje de este contenido.

El desarrollo de esta actividad requiere el uso de un video con la experiencia a desarrollar, el cual puede encontrar en el siguiente enlace <https://youtu.be/Xy2dTovoTQs>, o si lo desea puede replicar la experiencia y grabar su propio video con su dispositivo móvil, para cualquiera de los dos casos, se recomienda que antes de implementar la actividad usted se familiarice con los

recursos necesarios para el desarrollo de esta (smartphone, software, materiales, etc.), con el propósito de llevar a cabo satisfactoriamente la experiencia.

La experiencia consiste en grabar el movimiento de una esfera que se desplaza a lo largo de un riel que posee inclinación, el que fue marcado en intervalos de distancias equidistantes, de la grabación se debe obtener el tiempo que demora la esfera en recorrer un primer intervalo de distancia (preestablecido), y posteriormente el tiempo para 3, 5 y 7 veces el primer intervalo de distancia, como resultado debería lograrse que el tiempo que le toma a la esfera recorrer estas distancias es igual. En el siguiente enlace puede encontrar un video tutorial explicativo sobre la experiencia: <https://youtu.be/zuswMF8-Zz4>.

Etapas:

Introducción (tiempo estimado: 10 minutos)

El profesor debe solicitar a sus alumnos reunirse en grupos de tres o cuatro integrantes, enseguida debe leer junto a los estudiantes el texto introductorio presente en la guía, el que trata sobre el experimento realizado por Galileo Galilei, el cual consistió en dejar caer una esfera por un plano inclinado. El objetivo de este texto es contextualizar a los alumnos con el fenómeno que se estudiará en el transcurso de la clase.

Etapas de Predicciones (tiempo estimado: 40 minutos)

Esta etapa consta de tres preguntas que buscan que los alumnos realicen sus propias predicciones en base a sus observaciones, en este caso el movimiento de una esfera sobre un plano inclinado.

La **Pregunta 1**, más que una pregunta corresponde a una instrucción donde el profesor debe mostrar a sus alumnos el vídeo de la experiencia -sin realizar la obtención de datos- (el video puede ser encontrado en el siguiente enlace **Relación de Galileo Galilei**, o puede replicarlo realizando la experiencia y grabando el experimento con su propio teléfono celular, es recomendable familiarizarse con el uso de los recursos necesarios para la experiencia -teléfono celular, software, etc.- para lograr un desarrollo óptimo de la actividad.

Luego que los alumnos observen (**HC 13**) este primer vídeo de la experiencia el profesor debe pedirles que den respuesta a las siguientes preguntas:

Pregunta 2: *Si la inclinación del plano aumenta ¿La esfera demorará más o menos tiempo en bajar por el riel? Justifica tu respuesta. (HC 6 - 8 - 14)*

Pregunta 3: *El siguiente esquema representa la distancia recorrida por la esfera al bajar por el riel (plano inclinado). Marca con un lápiz rojo sobre este esquema la posición de la esfera cuando han transcurrido $t = 1(s)$, $t = 2(s)$, $t = 3(s)$, $t = 4(s)$ y $t = 5(s)$ desde que fuera soltada desde el borde superior del riel, en reposo. (HC 8 - 14)*

Pregunta 4: *Registra tu predicción final: Si la esfera baja por el riel durante $1(s)$, y en ese tiempo recorre una distancia “D” entonces ¿cuántas distancias “D” habrá recorrido la esfera cuando hayan transcurrido $2(s)$ y $3(s)$? El tiempo de caída de la esfera a medida que la inclinación del riel aumenta. (HC 8 - 14)*

La intención de la **Pregunta 2** es que los alumnos razonen sobre la variación del tiempo de caída de la esfera por el riel a medida que la inclinación aumenta debido a que la velocidad del cuerpo aumenta. En términos ideales los alumnos deberían asociar el aumento de la velocidad del cuerpo con el incremento de la componente vertical de la aceleración de gravedad.

Por su parte la **Pregunta 3**, permite a partir del razonamiento realizado en la Pregunta 2, que el alumno sea capaz de reflexionar y concluir que debido a que la esfera se está acelerando (por la acción de la aceleración de gravedad), las distancias que recorre a medida que desciende por el riel son cada vez mayores.

Finalmente la **Pregunta 4**, permite que el estudiante sea capaz de reflexionar, en relación al razonamiento realizado en las Preguntas 2 y 3, y de este modo acercarse a la relación encontrada por Galileo la que dice que en el 2^{do} y 3^{er} segundo la esfera debería recorrer 3 y 5 veces la distancia D respectivamente.

Etapa de Registro de Datos y Resultados (tiempo estimado: 40 minutos)

Esta etapa consta de 7 preguntas, que busca que los estudiantes verifiquen sus predicciones a través de la obtención de datos de la experiencia mostrada (**HC 11**) al inicio de la actividad y su posterior análisis para la obtención de la relación 1:3:5:7 de Galileo.

El profesor debe mostrar nuevamente el vídeo del inicio de la actividad (**HC 13 - 18**), y utilizando el software **VirtualDub** debe obtener los instantes de tiempo para los que la esfera recorre un primer intervalo de distancia (preestablecido), por ejemplo 5 (cm), para luego obtener los instantes en los que la esfera se encuentra a 3, 5 y 7 veces el intervalo de distancia preestablecido, por ejemplo, para este caso el primer intervalo corresponde a 5 (cm) por lo que los siguientes serían 20, 45 y 80 (cm)(**HC 12 - 15 - 17**). Estos datos deben ser registrados por los estudiantes en la **Tabla A** de la **Pregunta 5** (**HC 16**).

Luego en base los datos registrados en la **Tabla A**, el profesor debe explicar a sus alumnos cómo completar la **Tabla B** de la **Pregunta 6** (**HC 15**), donde el intervalo de distancia preestablecido, en este caso 5 (cm), pasa a ser la distancia **D**, y los intervalos siguientes (**3D**, **5D** y **7D**) son la resta de las distancias antes encontradas con la distancia que le precede. Luego es necesario obtener el intervalo de tiempo para cada uno de los tramos de distancia establecidos restando los instantes de tiempo obtenidos con el que le precede.

A continuación el profesor debe solicitar a sus alumnos que respondan la **Pregunta 7: De acuerdo a los resultados en la Tabla B: ¿se puede establecer alguna relación entre intervalos de tiempo y las distancias recorridas por la esfera? ¿Cómo se relacionan tus resultados con las predicciones que realizaste en las preguntas 3 y 4?** (**HC 1 - 2 - 3 - 10**).

La **Pregunta 7**, busca que los estudiantes realicen un análisis de los datos registrados en la Tabla B de la Pregunta 6, lo que permite encontrar cierta relación entre las distancias recorridas y los intervalos de tiempo obtenidos, donde estos tiempos deberían ser iguales para cada una de las distancias. Por otra parte también permite que los estudiantes realicen un contraste entre las predicciones realizadas en las **Preguntas 3 y 4**.

Las **Pregunta 8 y 9**, piden a los alumnos determinar cuánto tiempo demoró la esfera en recorrer 10 bloques (**10D**) de distancia, el profesor deberá utilizar nuevamente **VirtualDub** para obtener

lo solicitado y repetir el procedimiento para un segundo video con la misma configuración pero con una mayor inclinación (**HC 12**). Los alumnos deberán registrar sus resultados en los recuadros correspondientes (**HC 16**), para luego dar paso a la **Pregunta 10** que solicita a los alumnos contrastar sus resultados con sus predicciones realizadas en la **Pregunta 2.(HC 3 - 5)**

Como actividad final es necesario que el profesor construya ciertas conclusiones con sus alumnos (**HC 5**), como el hecho de que el movimiento de una esfera en un plano inclinado al ser acelerado conlleva que la rapidez de esta no sea constante como en la Actividad 1, y al no ser constante los intervalos de distancia que recorre no son los mismos para intervalos de tiempo iguales y que se encuentran relacionados bajo la secuencia 1:3:5:7, producto de que el factor tiempo de la ecuación itineraria está elevado al cuadrado. Podría ser provechoso mostrar a los alumnos un ejemplo algebraico de esta relación utilizando la ecuación itineraria, estableciendo un intervalo de tiempo de 1 (s).

Finalmente se recomienda mostrar a los estudiantes situaciones de la vida cotidiana donde se aplique lo estudiado, como una persona sobre un skate deslizándose por la baranda de una escalera y la acción de la aceleración en su actuar.

ANEXO 3:

GUÍA N° 3 CON INDICACIONES AL DOCENTE (CINEMÁTICA DE LA CAÍDA LIBRE)

Objetivos:

- Obtener la ecuación itinerario de caída libre a partir de una situación experimental.
- Describir el movimiento de caída libre, en función de su ecuación itinerario.
- Determinar experimentalmente el valor de la aceleración de gravedad.

OA Asociado: *Analizar, sobre la base de la experimentación, el movimiento rectilíneo uniforme y acelerado de un objeto respecto de un sistema de referencia espacio-temporal, considerando variables como la posición, la velocidad y la aceleración en situaciones cotidianas.*

HC Asociado: En esta guía se desarrollaran las Habilidades Científicas: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18. (En el Anexo 9, es posible encontrar un listado de las Habilidades científicas, con sus respectivas definiciones)

Recursos:

Para realizar las actividades de esta guía se necesitaran los siguientes materiales e instrumentos:

- Guía de actividades N°3
- Cinta métrica
- Cinta adhesiva doble contacto
- Esfera pequeña, “bolita ojo de gato”
- Dispositivo móvil con cámara digital integrada.
- Software VirtualDub
- Software Microsoft Excel
- Computador

Descripción:

La guía de Caída Libre visto desde la Cinemática fue diseñada en base a la Metodología Clase Demostrativa Interactiva (CDI), puesto que pone énfasis en que los alumnos realicen predicciones en relación a sus observaciones. La guía está conformada por cuatro etapas: Introducción, Predicciones, Registro de Datos y Resultados y conclusiones.

El desarrollo de esta actividad requiere el uso de ocho videos, los que puede encontrar en el siguiente enlace: https://youtu.be/Hvpg3NNFjYA?list=PL-L8VpUuNHc_iiJ3klNoacd6XjjR0mcoY, o si lo desea puede obtener sus propios videos replicando la experiencia y grabando con su dispositivo móvil, para cualquiera de los dos casos, se recomienda que antes de implementar la actividad usted se familiarice con los recursos necesario para realizarla, como lo son: el video

tutorial de caída libre (<https://youtu.be/xZINJXTKKPM>), software VirtualDub y software Microsoft Excel, con el propósito de llevar a cabo satisfactoriamente el desarrollo de la guía.

Etapas:

Introducción (tiempo estimado: 15 minutos)

El profesor debe solicitar a sus alumnos reunirse en grupo de tres o cuatro integrantes, luego de esto debe leer junto a los estudiantes el texto introductorio presente en la guía; el que trata de una de las historias más famosas de Galileo Galilei, donde deja caer dos objetos de distinta masa al mismo tiempo, desde lo alto de la Torre Pisa; esta historia tiene como objetivo contextualizar el fenómeno de Caída Libre. A continuación de leer el texto realice algunos comentarios sobre la breve historia presente en este texto. Se sugiere iniciar con la explicación dada por Aristóteles sobre la caída de los cuerpos, la cual asociaba directamente el tiempo de caída con su masa, y cómo Galileo Galilei refuta esta idea con su experimento, el que consta en dejar caer dos cuerpos de manera simultánea (de masas distintas y tamaños similares) desde una misma altura, demorando el mismo tiempo en llegar al suelo.

Además se propone realizar el experimento de Galileo frente a los alumnos, utilizando dos hojas de papel arrugadas del mismo tamaño y masas distintas (colocando dentro de una de ellas alguna masa como una goma, sacapuntas o monedas), dejándolas caer simultáneamente desde una misma altura y comprobar que demoran el mismo tiempo en chocar con el suelo. Finalizado esto, solicite a sus alumnos dar a conocer sus impresiones y opiniones de la experiencia realizada. Deles a conocer que la actividad a desarrollar en la clase consistirá en el estudio de este fenómeno, caída libre.

Etapas de Predicciones (Tiempo: 25 minutos)

Esta etapa consta de cuatro preguntas que buscan que los alumnos realicen sus propias predicciones en base a sus observaciones, en este caso sobre una esfera que cae libremente.

El profesor debe mostrar a los alumnos el primer vídeo de la experiencia (puede ser encontrado en el siguiente enlace <https://youtu.be/Hvpg3NNFjYA>, o puede replicarlo realizando la experiencia y grabando la caída del cuerpo con su propio dispositivo móvil, es recomendable familiarizarse con el uso de los recursos necesarios para la experiencia -teléfono celular, software, etc.- para lograr un desarrollo óptimo de la actividad.

Luego de que los alumnos observan (HC 13) el “primer video” el profesor les debe solicitar que respondan la **Pregunta 1: Si tu profesor dejará caer la esfera desde una altura mayor, ¿Qué**

piensas que ocurrirá con el tiempo que la esfera demora en caer?, **Pregunta 2:** *Ahora, si tu profesor soltara la esfera desde una altura menor, a la mostrada inicialmente, ¿qué crees que sucederá con el tiempo de caída de la esfera?*, **Pregunta 3:** *Si dejáramos caer la esfera cada vez desde mayor altura: ¿qué ocurrirá con la velocidad con la que llega al suelo: se mantendrá, aumentará o disminuirá?* y **Pregunta 4:** *Supongamos que se deja caer la esfera desde una altura h y que demora 1 segundo en llegar al suelo ¿Cuánto crees que demorará en caer desde el doble de altura (desde $2h$)?*

La intención de la **Pregunta 1** es que los alumnos sean capaces de predecir que a medida que la altura de donde se suelta la esfera aumenta, el tiempo de caída de esta también hará, pues debe recorrer una mayor distancia. (HC 1 - 2 - 14)

En tanto la **Pregunta 2** permite a partir del razonamiento realizado en la Pregunta 1, el estudiante sea capaz de reflexionar y concluir que mientras menor es la distancia que debe recorrer la esfera, menor será el tiempo que demora en caer. (HC 1- 2 - 3- 14)

Por otra parte la **Pregunta 3** busca que los alumnos en relación a lo observado en el video, donde la esfera parte del reposo y aumenta su velocidad a medida que cae, puedan predecir que mientras mayor es la altura de donde se deja caer la esfera, mayor será la velocidad con la que llega al suelo, debido a que la esfera es acelerada. (HC 1 - 2 - 14)

Por último la **Pregunta 4** facilita que los alumnos razonen respecto a lo respondido en la Pregunta 3, ya que si su predicción fue que mientras mayor sea la altura de donde se suelta la esfera, mayor será su velocidad al chocar con el suelo, significa que la esfera es acelerada, por lo que la relación “desplazamiento y tiempo” no es lineal, sin embargo en esta respuesta se espera que los alumnos responda lo contrario, pues tienden a pensar que todas las relaciones son lineales. Se espera que el transcurso de la clase esto se pueda corregir. (HC 1 - 2- 14)

(Se sugiere dar 10 minutos para que los alumnos respondan las cuatro preguntas, y 5 minutos para que algunos de los integrantes de cada grupo las compartan al resto del curso)

Etapas de Registro de Datos y Resultados (tiempo estimado: 55 minutos)

Esta etapa se conforma de ocho preguntas, que tienen como objetivo que los alumnos verifiquen sus predicciones y además que determinen el valor experimental de la aceleración de gravedad.

El profesor debe mostrar a los alumnos uno a uno los ocho videos de la esfera cayendo de ocho alturas diferentes (HC 13), y obtener los instantes de tiempo de cuando la esfera es soltada y cuando ésta choca o está más próxima al suelo o (HC 16), utilizando el software **VirtualDub** (HC

16) (puede descargar el software en el siguiente enlace www.virtualdub.org, en tanto el video tutorial de cómo utilizarlo puede encontrarlo en https://youtu.be/-V_ONONiool). El profesor debe solicitar a los alumnos ir registrando estos tiempos en la tabla de la **Pregunta 5** y él lo debe hacer simultáneamente en hoja de cálculo de Microsoft Excel (**HC 16**).

Se recomienda que antes de comenzar a obtener los instantes de tiempo, el profesor y sus alumnos establezcan los criterios correspondientes a cuando se suelta la esfera, por ejemplo, cuando se visualice que los dedos dejaron de presionar la esfera ó cuando los dedos la soltaron completamente.

Además para la obtención de datos se sugiere mostrar el primer video y enseguida obtener el instantes de tiempo de cuando la esfera es soltada y cuando ésta choca o está más próxima al suelo, luego mostrar el segundo video e inmediatamente encontrar estos instantes, y así sucesivamente, con la finalidad de no generar confusiones ni pérdidas de tiempo.

Una vez finalizada la obtención y registro de datos, el profesor debe solicitar a sus alumnos calcular el tiempo que demora la esfera en caer (t_c) desde cada altura (**HC 15**), este se obtiene de la diferencia entre el instante de cuando la esfera choca o está más próxima al suelo (t_f) y el instante de cuando es soltada (t_i).

Los alumnos deberán registrar el tiempo de caída de la esfera en la tabla de la **Pregunta 6 (HC 16)**.

(Se sugiere dar 5 minutos para que los alumnos obtengan el tiempo de caída y los registren en la tabla de la Pregunta 6)

Luego de que los alumnos hayan calculado el tiempo de caída para cada altura el profesor deberá realizar el cálculo usando la planilla Excel, esto permitirá que los alumnos corroboren sus resultados.

Enseguida utilizando Microsoft Excel (**HC 18**), el profesor obtendrá el “gráfico distancia vs tiempo” para los datos registrados en la **Tabla 1** junto a la línea de tendencia que mejor represente la curva graficada (**HC 15**) (para una mejor comprensión visite el siguiente enlace <https://youtu.be/xZINJXTKKPM>)

Luego de obtenido el gráfico pida a los alumnos realizar lo que solicita la **Pregunta 7: *En el siguiente esquema dibuja la forma de la curva experimental que obtuviste en tu gráfico.***

La **Pregunta 7** permite a los alumnos evidenciar que en esta experiencia, caída libre, la relación distancia vs tiempo no es lineal. (HC 10)

Debido a que el gráfico obtenido corresponde a una función cuadrática, el profesor debe rectificar elevando el tiempo al cuadrado. Luego debe solicitar a los alumnos completar la tabla de la **Pregunta 8: *Completa la siguiente tabla con los valores para rectificar el gráfico anterior.*** Inmediatamente con los datos obtenidos, al rectificar, el profesor utilizando Excel debe realizar el gráfico “Distancia vs Tiempo²” y obtener la línea de tendencia que mejor representa la curva graficada junto con su ecuación (HC 15 - 16 -18), y pedir a los alumnos realizar lo solicitado en la **Pregunta 9: *En el siguiente esquema dibuja un esquema del gráfico rectificado construido por tu profesor.*** (HC 1)

A continuación deberá indicarle a los alumnos que respondan de forma grupal la **Pregunta 10: *En el siguiente recuadro registra la mejor ecuación para la curva experimental de la gráfica obtenida por tu profesor,*** la **Pregunta 11: *Indica cuál fue la posición inicial de la esfera según tus resultados,*** **Pregunta 12: *Indica cuál fue la rapidez inicial de la esfera según la ecuación que obtuviste*** y la **Pregunta 13: *Indica con qué aceleración cayó la esfera según lo indica la ecuación.***

Cuya intención de las **Preguntas 11, 12 y 13** es que los alumnos analicen la ecuación encontrada y la relacionen con la ecuación itinerario, donde además deben identificar a qué parte de la ecuación itinerario corresponden cada uno de los factores numéricos presentes, por otra parte el responderlas en conjunto conlleva a que los alumnos discutan para llegar a un consenso. (HC 1 - 4 - 5 - 6 - 9 - 10)

(Se sugiere dar 10 minutos para que los alumnos respondan las Preguntas 10, 11, 12 y 13)

Etapas de Aplicación (tiempo estimado: 5 minutos)

Finalmente el profesor debe solicitar a los alumnos responder la **Pregunta 14: *Investiga si la aceleración de gravedad posee la misma magnitud en cualquier posición de la Tierra y escribe tu respuesta en el siguiente recuadro*** y la **Pregunta 15: *Busca en internet que representa la unidad de medida “Gal” y en honor a quién se denomina de ese modo.***

Las Preguntas 14 y 15 y permite aplicar los nuevos contenidos aprendidos a situaciones cotidianas, además de motivar al estudiante con el contenido estudiado. Otro ejemplo de aplicación puede ser plantear a los estudiantes una situación en la que se vea involucrada la acción de la aceleración de gravedad, como una persona que flota en un ascensor que se mueve en caída libre o por qué los astronautas flotan en las estaciones espaciales.

ANEXO 4:

GUÍA N° 4 CON INDICACIONES AL DOCENTE (ENERGÍA EN EL MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE)

Objetivos:

- Analizar diversas situaciones relacionadas con el concepto de Conservación de Energía.
- Identificar los tipos de energía presentes en caída libre.
- Comprender el concepto de Conservación de Energía.
- Entender las transformaciones de la energía mecánica mediante la observación de un cuerpo en caída libre

OA Asociado: *Describir el movimiento de un objeto, usando la ley de conservación de la energía mecánica y los conceptos de trabajo y potencia mecánica*

HC Asociadas: En esta guía se desarrollaran las Habilidades Científicas: 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17 y 18. (En el Anexo 9, es posible encontrar un listado de las Habilidades científicas, con sus respectivas definiciones)

Recursos:

Se necesitarán los siguientes materiales e instrumentos:

- Guía de actividades N°4
- Cinta métrica
- Cinta adhesiva
- Esfera pequeña, “bolita ojo de gato”
- Dispositivo móvil con cámara digital integrada.
- Cable Micro USB
- Computador con software VirtualDub instalado

Descripción

La guía Energía en el movimiento de caída libre fue diseñada en base al sistema 4MAT, puesto que es una actividad lúdica, lo que favorece a cada estilo de aprendizaje, por ello, es necesario que atraviesen los cuatro cuadrantes con sus dos modos (izquierdo/derecho), iniciando con el cuadrante uno y siguiendo estos ocho pasos secuenciales. La guía está conformada por cuatro partes, donde cada sección representa un cuadrante con sus respectivos pasos: primera parte

(paso 1 y 2), segunda parte (paso 3 y 4), tercera parte (paso 5 y 6), cuarta parte (paso 7 y 8). La Fig. 1 muestra el ciclo de aprendizaje sugerido al docente para la presente actividad:



Fig. 1: Ciclo de aprendizaje

Antes de llevar a cabo esta actividad, se recomienda que usted se familiarice con los recursos necesarios para realizarla, como lo son: el video tutorial de energía en el movimiento de caída libre (<https://youtu.be/GDqw2LQmgRo>), software VirtualDub y software Microsoft Excel (https://youtu.be/-V_ON0Niool), con el propósito de llevar a cabo satisfactoriamente el desarrollo de la guía.

Etapas:

Primera parte (tiempo estimado: 15 minutos)

La primera parte de la guía para el estudiante, corresponde al primer cuadrante, paso 1 y 2 (Fig. 1). El propósito de esta sección es que se debe abordar mutuamente entre el profesor y estudiantes la pregunta ¿Por qué?

Paso 1: Antes de implementar la actividad, solicite a sus estudiantes que formen grupos de 4 o 5 integrantes, se sugiere entregar una guía por alumno, de modo que todos participen de manera activa en actividad. Para iniciar, deben dejar caer la canica de vidrio desde una altura de un metro aproximadamente, para posteriormente analizar y responder la **pregunta 1 "¿Por qué la esfera, después de chocar contra el suelo, no llega a la misma altura desde la cual la soltaste?"**(HC 1 -2- 4- 8- 13 - 14 - 16). Debe motivar y guiar el análisis de sus estudiantes, permitiendo que expongan sus predicciones a sus compañeros. Su rol en esta sección es: Motivador.

Paso 2: Los estudiantes deben analizar la caída libre de la canica desde el punto de vista de la energía. En la **pregunta 2** indique a sus estudiantes que dibujen el montaje experimental en el cuadro de respuesta, y solicite que identifiquen las energías presentes en la situación de caída, uno ejemplo de esto, es la siguiente Figura 13:



Figura 13: Montaje experimental guía de actividades N°4

Para realizar el cierre de esta etapa, deje caer la canica frente al grupo curso desde distintas alturas, permitiendo que observen lo que sucede, el propósito es que puedan verificar que cada vez que la esfera choque con la superficie su altura irá disminuyendo tras sucesivos rebotes, luego de esto pregunte ¿A qué se debe esto?, permitiendo que los estudiantes den a conocer las ideas, dando la instancia para que los estudiantes comenten sus predicciones. Finalmente, realice los comentarios finales, comentando que hay pérdida de energía cuando la canica choca con la superficie, lo que provoca que finalmente la esfera finalmente se detenga. Su rol en esta sección es: Testigo. **(HC 1- 2- 4- 6- 8- 10- 13- 14- 16)**.

Segunda parte (Tiempo estimado: 20 minutos)

La segunda parte de la guía, corresponde al segundo cuadrante del ciclo de aprendizaje, paso 3 y 4 (Fig. 1). La pregunta clave en este cuadrante es ¿Qué?

Paso 3: Se sugiere que realice un esquema en la pizarra con el montaje de la experiencia planteada en la pregunta 1 de la guía, a partir de las respuestas correctas de sus estudiantes, anote y justifique las energías presentes durante la situación de caída libre. Indicando cuando la energía potencial gravitatoria es máxima y cuando es cero, lo mismo para la energía cinética. El rol del profesor es: Maestro. **(HC 1-2- 3- 4- 6- 8- 10- 13- 14- 16)**

Paso 4: En esta sección, se debe enseñar lo que es Conservación de Energía. Se sugiere mencionar que la ley de Conservación de la Energía Mecánica nos dice que la energía de un cuerpo o de un sistema aislado de influencias externas se mantiene siempre constante. Lo que ocurre es una simple transformación de energía; lo que se gana en una se pierde en la otra y viceversa. Así, la suma de las energías potencial y cinética de un cuerpo siempre permanece constante.

$$E_M = E_p + E_c$$

Solicitar a los estudiantes que respondan la **pregunta 3 (HC 1- 2)** y luego escriban las expresiones matemáticas que representan a cada una de las energías presentes en la situación de caída libre (**pregunta 4**). Se sugiere supervisar y guiar a los estudiantes para desarrollar de manera óptima la actividad. **(HC 4)**

Para finalizar esta etapa realice un breve cierre, se sugiere que un representante por grupo comente las respuestas a la pregunta 3 de la guía al grupo curso. Su rol en esta sección es: Maestro

Tercera parte (Tiempo estimado: 40 minutos)

La tercera parte de la guía corresponde al tercer cuadrante del ciclo, paso 5 y 6 (Fig. 1). La pregunta clave para el tercer cuadrante es: ¿Cómo trabaja?

Paso 5 y 6: En esta sección el estudiante debe aplicar el conocimiento adquirido, donde debe resolver, analizar y realizar cálculos para responder las preguntas planteadas en esta etapa. Su rol es: Entrenador

Antes de realizar la experiencia, debe enseñar a sus alumnos el procedimiento experimental, para ello se sugiere revisar el *Tutorial Caída Libre (Energía)* y *Tutorial VirtualDub*, donde se realiza el montaje experimental, obtención y procesamiento de datos de la experiencia. De este modo, sus estudiantes pueden determinar el intervalo de tiempo que demora la esfera en llegar al suelo que se plantea en la **pregunta 9 (HC 10- 12 -13- 16- 17-18)** y el tiempo que demora la esfera en alcanzar la altura máxima después del choque que solicitan en la **pregunta 11 (HC 10- 12 -13- 16- 18)**, también responder la **pregunta 10** donde se debe determinar la altura que alcanza la canica luego del primer choque con la superficie **(HC 10 -12 -13- 16 -18)**

Con los datos obtenidos se puede responder desde las **preguntas 12, 13, 14, 15, 16 y 17**, en el que aplicarán todo lo aprendido y utilizarán las ecuaciones que anotaron en la **pregunta 4**. Las preguntas están planteadas de manera tal que los estudiantes deban analizar y realizar los cálculos matemáticos correspondientes. Solicite a sus estudiantes que respondan la **Pregunta 12: Con los datos que obtuviste, calcula la energía total mecánica de la canica justo antes de que fuera soltada**, **Pregunta 13: Sabiendo cuánto demoró en caer, determina la rapidez de la canica justo antes de chocar contra el suelo**, **Pregunta 14: Usando el valor de la rapidez con que la canica alcanza el suelo, calcula su energía cinética en ese punto**, **Pregunta 15: Compara los valores que obtuviste de la energía total mecánica de la canica justo antes de ser soltada y justo antes de chocar contra el suelo: ¿hay conservación de la energía**, **Pregunta 16: Considerando el valor de la altura que alcanza la canica después de rebotar, determina su energía total mecánica en ese punto** y **Pregunta 17: Analiza tus resultados: ¿se conserva la energía de la canica después del rebote contra el suelo? (HC 1- 2- 3- 4- 10- 15- 16)**

Para finalizar, realice un breve cierre, donde cada representante de grupo de a conocer las respuestas que obtuvieron en esta sección, dando mayor énfasis en la **pregunta 17**, creando una instancia de discusión entre sus alumnos, al comparar las respuestas y análisis que ellos obtuvieron en esta etapa.

Cuarta parte (tiempo estimado: 15 minutos).

La cuarta parte de la guía corresponde al cuarto cuadrante, pasos 7 y 8 (Fig. 1). Los estudiantes en esta sección deben responder a las siguientes preguntas: ¿Qué significa? ¿Cómo puedo aplicar esto? ¿En qué se puede convertir esto?

Paso 7: En esta sección, a los estudiantes se les pide analizar, organizar y sintetizar lo que han aprendido en alguna forma personal. Se plantea la pregunta ¿Qué aprendimos hoy? los estudiantes deben realizar un mapa conceptual sobre los tipos de energías presentes en la situación de caída libre y posterior choque contra el suelo, y las condiciones para que la energía se conserve o se disipe. El rol del docente es: Evaluador/Remediador. **(HC1- 2- 5)**

Paso 8: En esta sección los estudiantes muestran lo que han aprendido, deben elegir a mínimo un representante por grupo para que exponga y muestre a sus compañeros el mapa conceptual creado. El rol del docente es: Evaluador/Remediador **(HC 4)**

Para finalizar, plantear las preguntas 19 y 20 donde los estudiantes deben realizar una breve investigación de manera individual. Se sugiere realizar un análisis global de la guía, donde los estudiantes puedan exponer sus ideas, reflexiones y aprendizajes que han tenido durante la clase. **(HC 11)**

ANEXO 5:

GUÍA Nº 5 CON INDICACIONES AL DOCENTE (ENERGÍA MECÁNICA EN EL MOVIMIENTO DEL PÉNDULO)

Objetivos:

- Identificar los tipos de energía presentes en la oscilación de un péndulo
- Entender las transformaciones de la energía mecánica mediante la observación de un péndulo oscilando.

OA Asociado: *Describir el movimiento de un objeto, usando la ley de conservación de la energía mecánica y los conceptos de trabajo y potencia mecánica*

HC Asociadas: En esta guía se desarrollaran las Habilidades Científicas: 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17 y 18. (En el Anexo 9, es posible encontrar un listado de las Habilidades científicas, con sus respectivas definiciones).

Recursos:

Se necesitarán los siguientes materiales e instrumentos:

- Guía de actividades nº5: La energía en la oscilación de un péndulo”
- Un péndulo
- Regla
- Dispositivo móvil (smartphone)
- Aplicación “Physics Toolbox Sensor Suite” instalada en el teléfono celular

Descripción:

La guía de la energía de la oscilación de un péndulo diseñada en base a la Metodología 4MAT, en el sistema lo fundamental es la implementación de un ciclo de aprendizaje, que tiene como finalidad que las personas puedan aprender de manera óptima, por ello, es necesario que atraviesen los cuatro cuadrantes con sus dos modos (izquierdo/derecho), iniciando con el cuadrante uno y siguiendo estos ocho pasos secuenciales.

La guía diseñada para los estudiantes está conformada por cuatro partes, donde cada sección representa un cuadrante con sus respectivos pasos: primera parte (paso 1 y 2), segunda parte (paso 3 y 4), tercera parte (paso 5 y 6), cuarta parte (paso 7 y 8). La Fig. 1 muestra el ciclo de aprendizaje sugerido al docente para la presente actividad:



Fig. 1: Ciclo de aprendizaje

Etapas:

Primera parte (tiempo estimado: 10 minutos)

La primera parte de la guía para el estudiante, corresponde al primer cuadrante, paso 1 y 2 (Fig. 1). El propósito de esta sección es que se debe abordar mutuamente entre el profesor y estudiantes la pregunta ¿Por qué?

Paso 1: Solicite a los estudiantes que se organicen en grupos de 4 a 5 integrantes. Se sugiere solicitar con anticipación los materiales, para llevar a cabo esta guía necesitarán 30 centímetros

de hilo y una golilla. Para iniciar con la actividad, comente a sus estudiantes la anécdota “Galileo, de la medicina a la física” que aparece al inicio de la guía de actividades. Luego, explique a sus estudiantes en qué consiste un péndulo simple y cómo hacerlo oscilar. Los estudiantes deben analizar y responder la **pregunta 1: ¿Qué es lo que mueve al péndulo?** debe guiar a sus estudiantes y motivar en el análisis. Se sugiere dar algunos minutos y luego pedir a un representante por grupo que comente la respuesta de su grupo. Su en esta sección es: Motivador. **(HC 1-2-4-13-14)**

Paso 2: Los estudiantes deben observar el movimiento del péndulo y realizar un análisis desde el punto de vista de la Energía mecánica. Solicite a sus estudiantes que dibujen el montaje experimental en el recuadro de respuesta de la **pregunta 2** y luego identifiquen los tipos de energía involucradas en el movimiento de un péndulo simple. **(HC 1- 2 -4 -8 -14)**

Para finalizar, debe realizar un cierre a la etapa, se sugiere solicitar a los representantes de los grupos que den a conocer sus predicciones a sus pares, donde los estudiantes expongan sus análisis y las respuestas formuladas (**pregunta 1 y 2**). Su en esta sección es: Testigo.

Segunda parte (Tiempo estimado: 20 minutos)

La segunda parte de la guía, corresponde al segundo cuadrante del ciclo de aprendizaje, paso 3 y 4 (Fig. 1). La pregunta clave en este cuadrante es ¿Qué?

Paso 3: Antes de responder **las preguntas 3 y 4**, se sugiere profundizar en la reflexión de los estudiantes, plantear las siguientes preguntas “¿Qué crees que sucederá si el hilo del péndulo es más largo?” “¿Existe alguna relación entre el peso del cuerpo suspendido del extremo de la cuerda y el tiempo de oscilación?”. El objetivo de esta sección es que a partir de la reflexión puedan formalizar el concepto. **(HC 1- 2- 4)**

En esta sección, se sugiere mencionar el experimento de Galileo Galilei con el péndulo, donde descubrió que el tiempo de oscilación no depende de la masa del cuerpo que está suspendida en un extremo de una cuerda de masa despreciable. El periodo del péndulo se puede determinar de la siguiente manera:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Solicitar a sus estudiantes que respondan la **pregunta 3: *Dibuja un diagrama del péndulo y escribe las variables presentes en su movimiento (HC 1-10)***

PASO 4: Para continuar, realice en la pizarra un diagrama de un péndulo (como el que aparece en la **pregunta 4**) y pregunte a sus alumnos en qué momento (Punto A, B y/o C) el péndulo alcanza una altura máxima y cuándo es mínima, lo mismo para la rapidez del péndulo mientras oscila. Luego, relacionar este análisis con la energía potencial gravitatoria y cinética, para posteriormente responder la **pregunta 4: *indica en qué momento la energía potencial es cero (E_P MÍNIMA) y posteriormente cuando ésta es máxima (E_P MÁXIMA)*** y la **pregunta 5: *indica en qué momento la energía cinética es cero (E_C MÍNIMA) y posteriormente cuando ésta es máxima (E_C MÁXIMA)*** y la **pregunta 5: *En la siguiente figura indica en qué momento la energía cinética es cero (E_C MÍNIMA) y posteriormente cuando ésta es máxima (E_C MÁXIMA).*** (HC 1- 2 -4-13)

Realice un breve repaso de Conservación de Energía, para ello puede utilizar un mapa conceptual realizado por uno de los grupos la clase anterior. Solicite a los estudiantes responder la **pregunta 6: *Escribe las expresiones matemáticas que representan a cada una de las energías presentes en la oscilación de un péndulo.*** Su rol en esta sección: Maestro. (HC 4)

Tercera parte (Tiempo estimado: 45 minutos)

La tercera parte de la guía corresponde al tercer cuadrante del ciclo, paso 5 y 6 (Fig. 1). La pregunta clave para el tercer cuadrante es: ¿Cómo trabaja?

Paso 5 y 6: En esta sección el estudiante debe aplicar el conocimiento adquirido, donde debe resolver, analizar y realizar cálculos en diversas situaciones de caída libre planteadas. El rol del profesor es: Entrenador

Para iniciar la actividad, debe enseñar a sus debe enseñar a sus estudiantes a tomar datos en la experiencia, solicitando que tengan la aplicación instalada en su celular con anticipación. Se

sugiere revisar el tutorial de la actividad N°5 (<https://youtu.be/7bwUQTtxhLc>), donde podrá resolver sus dudas acerca del procedimiento, obtención y procesamiento de datos de la experiencia propuesta.

Los estudiantes deben hacer oscilar el péndulo sobre el sensor de proximidad del smartphone, de este modo capturar los tiempos de oscilación del péndulo (mitad del período), posteriormente responder la **Pregunta 9: Captura los tiempos de oscilación utilizando la aplicación "Physics ToolBox Suite". Anota los datos obtenidos en la siguiente tabla (HC 12-13-15-18)**. Luego de esto deben calcular el promedio de los datos obtenidos, multiplicar por dos el resultado y responder la **pregunta 10: Con los datos que obtuviste, determina el valor del periodo del péndulo (HC15)**, con estos datos se puede determinar el valor de la aceleración de gravedad como lo solicita la **pregunta 11: Siguiendo las instrucciones de tu profesor(a) calcula el valor de la aceleración de gravedad g utilizando el valor del periodo del péndulo que obtuviste en el paso anterior (HC 1- 15)**

Para determinar el valor de la aceleración de gravedad, debe despejar g en la ecuación que se menciona en la **segunda parte**. Obteniendo que:

$$g = \frac{4\pi L}{T^2}$$

Para responder la **pregunta 12: Utilizando la regla, mide el largo del péndulo (HC 12-16-17)**, es de suma importancia que aclare que la pregunta no se refiere al largo total del hilo del péndulo, sino que se debe medir desde donde se sostiene hasta el nudo que amarra a la tuerca.

Luego, en la **pregunta 13: Sabiendo la altura desde la cual soltaste el péndulo, determina su energía en ese punto: ¿qué tipo de energía es? (HC 1- 2)**, sabiendo que el péndulo se hace oscilar desde una altura de dos centímetros y teniendo el valor de la aceleración de gravedad calculada en la **pregunta 10**, se puede determinar el valor de la energía potencial en dicho punto.

Para finalizar la etapa, se plantea la **pregunta 14: Usando el valor de la energía obtenida, calcula la rapidez máxima que alcanzará el péndulo mientras oscila**, para responder esta pregunta debe considerar que hay conservación de energía e igualar la energía potencial gravitatoria con la energía cinética, para posteriormente despejar la rapidez del péndulo cuando está en movimiento. **(HC 1- 2)**

Cuarta parte (Tiempo estimado: 15 minutos)

La cuarta parte de la guía corresponde al cuarto cuadrante, pasos 7 y 8 (Fig. 1). Los estudiantes en esta sección deben responder a las siguientes preguntas: ¿Qué significa? ¿Cómo puedo aplicar esto? ¿En qué se puede convertir esto?

Paso 7: En esta sección, a los estudiantes se les pide analizar, organizar y sintetizar lo que han aprendido en alguna forma personal. Solicite a sus estudiantes que respondan en forma individual la **pregunta 15: *Si en el movimiento del péndulo simple se conservara la energía, ¿qué pasaría con su oscilación? ¿Por qué los péndulos finalmente se detienen?*** El rol del docente es: Evaluador/Remediador. **(HC 1- 2- 5)**

Paso 8: En esta sección los estudiantes muestran lo que han aprendido, solicitar que compartan sus respuestas y elijan a mínimo un representante por grupo para que exponga y muestre a sus compañeros las respuestas del grupo. El rol del docente es: Evaluador/Remediador.

Para finalizar, plantear a sus alumnos las **preguntas 16 y pregunta 17** donde los estudiantes deben realizar una breve investigación de manera individual. Se sugiere realizar un análisis global de la guía, donde los estudiantes puedan exponer sus ideas, reflexiones y aprendizajes que han tenido durante las clases. **(HC 11)**

ANEXO 6:

ENCUESTA DE VALIDACIÓN

El propósito de esta encuesta es validar una secuencia didáctica para los tópicos de cinemática, mecánica y energía para segundo año de Enseñanza Media. En la construcción de estas actividades se utilizaron diferentes Metodologías Activas como: Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación (ECBI), las Clases Demostrativas Interactivas (CDI) y 4MAT, con el objetivo principal de que los estudiantes tengan una participación activa en el desarrollo de estas experiencias, incorporando y promoviendo el uso de sensores de dispositivos móviles como principal instrumento de medición y obtención de datos.

Instrucciones:

Para cada indicador, indique su apreciación de acuerdo a la siguiente escala. Se solicita especial cuidado en completar las celdas que corresponden a la guía que usted haya revisado.

5 Completamente de acuerdo.

4 De acuerdo.

3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo.

2 En desacuerdo.

1 Completamente en desacuerdo.

INDICADOR	APRECIACIÓN				
	GUÍA N° 1	GUÍA N° 2	GUÍA N° 3	GUÍA N°4	GUÍA N°5
(1) Las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía, son claros y precisos.					

<p>(2) Las actividades a realizar en la guía permiten a los estudiantes cumplir con los objetivos que se proponen.</p>					
<p>(3) Las guías efectivamente utilizan dispositivos móviles, como principal instrumento de obtención de datos.</p>					
<p>(4) Las actividades están contextualizadas según los Objetivos de Aprendizaje (OA) del nivel.</p>					
<p>(5) Las actividades propuestas permiten desarrollar Habilidades Científicas en los estudiantes.</p>					
<p>(6) Las actividades propuestas en la guía se pueden realizar en el transcurso de una clase (2 horas pedagógicas).</p>					
<p>(7) Las actividades propuestas son de fácil implementación en el aula.</p>					

(8) Las explicaciones en la guía con indicaciones al docente son suficientes para que cualquier profesor de física pueda implementar las actividades.					
Puntaje					

Nombre del experto:
Título(s) profesional(es) que posee:
Señale la cantidad de años que ejerce como docente:
Indique si ha enseñado los tópicos de cinemática, dinámica y/o energía durante los últimos cinco años:
Mencione el tipo de establecimiento en los que ha trabajado (Municipal, particular subvencionado, particular):

Agradecemos su colaboración y participación

ANEXO 7:

INFORMACIÓN DE EXPERTOS QUE PARTICIPARON EN LA VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Los ocho profesores de física que participaron en la validación por opinión de expertos fueron los siguientes:

Profesor 1: Angélica Díaz

Profesor 2: Claudio Arroyo Douglas

Profesor 3: Daniel Lobos

Profesor 4: Guillermo García Castillo

Profesor 5: Heber Ulloa Miranda

Profesor 6: Macarena Vargas

Profesor 7: Mario Loo Ribot

Profesor 8: Yasna Hurtado Lobos

La Tabla 11 muestra en forma detallada los datos de cada uno de los docentes que participaron en la validación de la propuesta didáctica:

Tabla 11
Información de los profesores participantes en la validación de la propuesta didáctica

Profesor	Título(s) profesional(es) que posee:	Cantidad de años que ejerce como docente	Indique si ha enseñado los tópicos de cinemática, dinámica y/o energía durante los últimos cinco años	Mencione el tipo de establecimiento en los que ha trabajado
1	Profesor de Estado de Física y Matemática	3	Si	Particular subvencionado Particular pagado
2	Profesor de Física	10	Si	Particular subvencionado

				Particular pagado
3	Egresado de licenciatura en educación de física y matemáticas.	0	Si	Particular subvencionado
4	Profesor de Estado de Física y Matemática	3	Si	Particular subvencionado Particular pagado
5	Profesor de Estado de Física y Matemática	3	Si	Particular subvencionado Particular pagado
6	Profesor de Estado de Física y Matemática	4	Si	Municipal
7	Profesor de Física y Cs. Naturales	10	Si	Particular subvencionado Particular pagado
8	Egresada de Licenciatura en educación en física y matemática	1	Si	Particular Subvencionado

ANEXO 8:

RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE VALIDACIÓN PARA CADA ACTIVIDAD.

La apreciación de cada profesor a los indicadores planteados, puede variar entre 1 y 5 puntos, donde 1 es cuando el experto está completamente de acuerdo, 2 está en desacuerdo, 3 no está de acuerdo ni desacuerdo, 4 está de acuerdo y finalmente 5 es cuando el experto está completamente de acuerdo con el indicador que se le plantea.

Los ocho indicadores corresponden a: (1) Las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía, son claros y precisos, (2) las actividades a realizar en la guía permiten a los estudiantes cumplir con los objetivos que se proponen, (3) las guías efectivamente utilizan dispositivos móviles, como principal instrumento de obtención de datos, (4) las actividades están contextualizadas según los Objetivos de Aprendizaje (OA) del nivel, (5) las actividades propuestas permiten desarrollar Habilidades Científicas en los estudiantes, (6) las actividades propuestas en la guía se pueden realizar en el transcurso de una clase (2 horas pedagógicas), (7) las actividades propuestas son de fácil implementación en el aula y (8) las explicaciones en la guía con indicaciones al docente son suficientes para que cualquier profesor de física pueda implementar las actividades.

Resultados para la actividad N°1:

La validación la realizaron tres docentes, otorgando un promedio de 35,67 puntos respectivamente. La apreciación de cada docente los indicadores planteados se muestra en la siguiente tabla (Tabla 12):

Tabla 12
Resultados de la validación por opinión de expertos para la actividad N°1

APRECIACIÓN				
INDICADOR	Profesor 1	Profesor 6	Profesor 7	Promedio
1	4	5	5	4,67
2	4	5	5	4,67
3	4	5	5	4,67
4	4	5	5	4,67
5	4	5	5	4,67
6	2	4	3	3,00
7	4	5	4	4,33
8	5	5	5	5,00
Puntaje	31	39	37	35,67

Resultados para la actividad N°2

Participaron cuatro docentes en su validación, los que otorgaron un promedio de 37,75 puntos. A continuación, la Tabla 13 muestra en forma detallada la apreciación de los profesores para cada indicador, con sus respectivos promedios:

Tabla 13
Resultados de la validación por opinión de expertos para la actividad N°2

INDICADOR	APRECIACIÓN				Promedio
	Profesor 2	Profesor 4	Profesor 5	Profesor 8	
1	5	5	3	5	4,50
2	5	5	5	4	4,75
3	4	5	5	5	4,75
4	5	5	5	5	5,00
5	4	5	5	5	4,75
6	5	4	4	5	4,50
7	5	5	5	5	5,00
8	5	5	3	5	4,50
Puntaje	38	39	35	39	37,75

Resultados para la actividad N°3

La actividad N°3 fue validada por cuatro docentes de física, los que otorgaron un promedio de 37,25 puntos. A continuación se muestra en la Tabla 14 el detalle de la apreciación de cada profesor para los ocho indicadores planteados:

Tabla 14
Resultados de la validación por opinión de expertos para la actividad N°3

INDICADOR	APRECIACIÓN				Promedio
	Profesor 2	Profesor 4	Profesor 5	Profesor 8	
1	5	5	5	5	5,00
2	5	5	5	4	4,75
3	4	5	5	5	4,75
4	5	5	5	5	5,00
5	5	5	5	5	5,00
6	4	3	4	5	4,00
7	5	2	5	5	4,25
8	5	3	5	5	4,50
Puntaje	38	33	39	39	37,25

Resultados para la actividad N°4:

En la validación de la actividad N°4 participaron dos docentes, otorgando un promedio de 36. La Tabla 15 muestra la apreciación de ambos profesores para cada indicador

Tabla 15
Resultados de la validación por opinión de expertos para la actividad N°4

INDICADOR	APRECIACIÓN		Promedio
	Profesor 3	Profesor 7	
1	5	4	4,5
2	5	5	5,0
3	5	3	4,0
4	5	5	5,0
5	5	5	5,0
6	3	3	3,0
7	4	5	4,5
8	5	5	5,0
Puntaje	37	35	36

Resultados para la actividad N°5

En la actividad N°5, la validación la realizaron dos docentes, los que otorgaron 34 puntos en promedio. A continuación se muestra la Tabla 16 que muestra en forma detallada la apreciación de ambos profesores para los 8 indicadores planteados:

Tabla 16
 Resultados de la validación por opinión de expertos para la actividad N°5

INDICADOR	APRECIACIÓN		Promedio
	Profesor 1	Profesor 5	
1	5	4	4,5
2	4	4	4,0
3	5	4	4,5
4	5	4	4,5
5	5	3	4,0
6	4	2	3,0
7	5	4	4,5
8	5	5	5,0
Puntaje	38	30	34

ANEXO 9:

ANTECEDENTES DEL CURRÍCULUM NACIONAL

El 07 de marzo de 1990 se promulgó la Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza (LOCE) la que fijó los requisitos mínimos que deben cumplir los niveles de enseñanza básica y media, luego en el año 1996 por medio del Decreto Supremo de Educación N°40 se establecen los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios para cada uno de los años de estudio de enseñanza básica, en tanto para enseñanza media son establecidos en el año 1998 en el Decreto Supremo N° 220.

En el año 2009 se publica la Ley General de Enseñanza (LGE), la que revoca a la LOCE en lo relacionado a la educación general básica y media (Ley N° 20370, 2009). Debido a las nuevas exigencias de la LGE se realiza un ajuste curricular el mismo año, el que determina que los nuevos Planes y Programas de estudios que se elaboren deberán implementarse gradualmente desde el año 2010 al año 2013. La LGE establece que el Marco Curricular será reemplazado por las Bases Curriculares -las que constituyen el documento principal del currículum nacional- donde el principal cambio tiene relación con la forma de estructurar el currículum, fijando como única categoría los Objetivos de Aprendizaje (OA), los que fomentan la educación integral de los jóvenes, estableciendo para cada uno de los sectores un conjunto de OA, para luego dar paso a los ejes temáticos definidos para cada uno de ellos (Educarchile, s.f.).

En el año 2011 se promulga el Decreto Supremo N°439, en el que se establecen las Bases Curriculares para educación básica - primero a sexto básico - más tarde en el año 2013 se publica el Decreto Supremo N°614; el que deroga al Decreto Supremo N°40, de 1996, y al N°220, de 1998; estableciendo las Bases Curriculares de séptimo básico a segundo año de enseñanza media. En relación a su implementación esta se inició en el año 2012 para 1°, 2° y 3° básico, y en el año 2013 para 4°, 5° y 6° básico (MINEDUC, 2012). Para séptimo y octavo está planificada para el año 2016, mientras que para primero y segundo medio está programada para el 2017 y 2018 respectivamente (MINEDUC, s.f.).

La LGE además redefine el número de años en educación básica y media, otorgando una duración de seis años a cada uno, es decir, la educación básica comprenderá de 1° a 6° año y en el caso de la Educación Media, los cuatro primeros años corresponderá a formación general

y los dos últimos a formación diferenciada. Este cambio estructural deberá entrar en vigencia en el año 2017(Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2013).

En cuanto a los contenidos considerados para el diseño de las actividades de esta propuesta, pertenecen al Eje de Física y son abordados durante el Segundo año de Enseñanza Media. A continuación la Tabla 17 muestra los Objetivos de Aprendizaje seleccionados para esta propuesta.

Tabla 17
Objetivos de Aprendizaje Seleccionados del eje Física para 2° año Medio (Bases Curriculares 2013: 7° básico a 2° medio, 2013)

Objetivo de Aprendizaje	Descripción
OA 9	<i>Analizar, sobre la base de la experimentación, el movimiento rectilíneo uniforme y acelerado de un objeto respecto de un sistema de referencia espacio-temporal, considerando variables como la posición, la velocidad y la aceleración en situaciones cotidianas.</i>
OA 11	<i>Describir el movimiento de un objeto, usando la ley de conservación de la energía mecánica y los conceptos de trabajo y potencia mecánica.</i>

Además de los Objetivos de Aprendizaje asociados al Eje de Física, en las Bases Curricular se encuentran los Objetivos de Aprendizaje relacionados a las Habilidades y Etapas de la Investigación Científica (HEIC), los que tienen como finalidad introducir a los alumnos en el desarrollo de las habilidades que conlleva el método científico. Estos OA son agrupados en cinco etapas:

- *Observar y plantear preguntas*
- *Planificar y conducir una investigación*
- *Procesar y analizar la evidencia*
- *Evaluar*
- *Comunicar*

Las cinco etapas anteriores constituyen un proceso de investigación científica, el que facilita que los estudiantes logren aprendizajes profundos/significativos, y además desarrollen un pensamiento: creativo, crítico y reflexivo. Es importante mencionar que no es indispensable seguir un orden lineal al desarrollar dicho proceso de investigación, es decir, se puede trabajar cada OA de habilidades de investigación científica por separado. En el Anexo 10 se encuentra el detalle de los Objetivos de Aprendizaje asociado a las Habilidades y Etapas de la Investigación Científica para 2° año de enseñanza media.

Por otra parte en las Bases Curriculares también se hallan las Habilidades Científicas, que son comunes para todas las disciplinas de Ciencias Naturales, estas deben trabajarse de manera transversal a los OA de los ejes temáticos. Para las Habilidades Científicas tampoco existe una prioridad definida, dicho de otro modo, el trabajar con ellas no implica una secuencia, por lo tanto, es recomendable que el docente las aborde de manera flexible e independiente.

De un total de veintiún Habilidades Científicas declaradas en las bases curriculares del año 2013, para nuestra propuesta se seleccionaron dieciocho.

La siguiente tabla muestra la definición de dieciocho Habilidades Científicas, seleccionadas para nuestra propuesta, de un total de veintiuna declaradas en las Bases Curriculares de Ciencias Naturales del año 2013

Tabla 18
Habilidades Científicas seleccionadas para nuestra propuesta

Nº	Habilidad Científica	Definición
1	Analizar	<i>Distinguir las partes de objetos, fenómenos o procesos presentes en el estudio de las ciencias y explicar la relación entre ellas y el todo.</i>
2	Argumentar	<i>Sostener una inferencia, hipótesis, interpretación o conclusión sobre la base de evidencias.</i>

3	Comparar	Examinar dos o más objetos, conceptos o procesos para identificar similitudes y/o diferencias entre ellos, sobre la base de determinados criterios.
4	Comunicar	Transmitir observaciones, preguntas y predicciones científicas para explicarlas o describirlas de manera verbal, escrita o gráfica. Comunicar puede implicar el uso de TIC y/o la creación de diagramas, dibujos, maquetas, gráficos y tablas, entre otros. Requiere conocimiento, imaginación y creatividad.
5	Concluir	Responder a la pregunta inicial de la investigación en base a la evidencia obtenida, planteando nuevas oportunidades de investigación.
6	Desarrollar y usar modelos	Elaborar, utilizar, seleccionar y ajustar representaciones concretas, mentales, gráficas o matemáticas para describir o explicar fenómenos observables o no observables del entorno, los sistemas y sus relaciones. Los modelos pueden ser fórmulas, dibujos, diagramas, esquemas y maquetas, entre otros. Requiere conocimiento, imaginación y creatividad.
7	Evaluar	Examinar los aspectos positivos y negativos de las etapas de la investigación científica y el modo de actuar propio y de los compañeros.
8	Formular hipótesis	Plantear una posible respuesta a un problema sobre la base de evidencias provenientes de un estudio científico o un experimento.
9	Identificar variables	Reconocer los factores que interactúan en un problema científico y clasificarlos en dependientes, independientes y controlados.
10	Interpretar	Explicar y dar sentido a los datos, objetos o procesos científicos en estudio, mediante el uso de un lenguaje apropiado a la ciencia escolar.
11	Investigar	Realizar un conjunto de actividades para responder interrogantes o resolver problemas. Incluye comprobar, demostrar y/o crear

		<p>conocimientos a través de tareas como la exploración, la experimentación y la documentación, entre otras. La investigación científica se puede clasificar de acuerdo a distintos criterios. Respecto del uso de evidencia se puede desarrollar investigación experimental, no experimental y documental y/o bibliográfica.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <i>Experimental:</i> cuando se trabaja con variables que pueden estudiarse cuantitativa y/o cualitativamente. ● <i>No experimental:</i> cuando se observa un fenómeno en su contexto natural y luego son materia de análisis y comprensión. ● <i>Documental y/o bibliográfica:</i> cuando se busca información existente sobre un determinado problema o fenómeno. Se utilizan diversas fuentes de información, como libros, revistas, documentales y sitios web, entre otros. Realizar un conjunto de actividades para responder interrogantes o resolver problemas. Incluye comprobar, demostrar y/o crear conocimientos a través de tareas como la exploración, la experimentación y la documentación, entre otras. La investigación científica se puede clasificar de acuerdo a distintos criterios. Respecto del uso de evidencia se puede desarrollar investigación experimental, no experimental y documental y/o bibliográfica.
12	Medir	Obtener información precisa con instrumentos pertinentes (regla, termómetro, etc.)
13	Observar	Obtener información de un objeto o evento por medio de los sentidos.
14	Predecir	Explicar lo que puede ocurrir en relación a un acontecimiento científico bajo ciertas condiciones específicas.

15	<i>Procesar evidencias</i>	<i>Convertir los datos de las evidencias obtenidas en una investigación, en un formato que facilita su lectura, interpretación y comunicación; por ejemplo: modelos y gráficos.</i>
16	<i>Registrar evidencias</i>	<i>Anotar y reproducir la información obtenida de observaciones y mediciones de manera ordenada y clara en dibujos, ilustraciones científicas y tablas, entre otros.</i>
17	<i>Usar instrumentos</i>	<i>Manipular apropiadamente diversos instrumentos, conociendo sus funciones, limitaciones y peligros, y las medidas de seguridad necesarias para operar con ellos.</i>
18	<i>Usar TIC</i>	<i>Emplear elementos tecnológicos y/o computacionales para recolectar, modelar, analizar y/o comunicar datos y evidencias.</i>

ANEXO 10:

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE ASOCIADOS A LAS HABILIDADES Y ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PARA 2° AÑO DE ENSEÑANZA MEDIA

A continuación se presentan los Objetivos de Aprendizaje asociados a las Habilidades y Etapas de la Investigación Científica para 2° año de enseñanza media.

Observar y plantear preguntas

- a. *Observar y describir detalladamente las características de objetos, procesos y fenómenos del mundo natural y tecnológico, usando los sentidos.*
- b. *Formular preguntas y/o problemas, a partir de conocimiento científico, que puedan ser resueltos mediante una investigación científica*.*
- c. *Formular y fundamentar hipótesis comprobables, basados en conocimiento científico.*

Planificar y conducir una investigación

- d. *Planificar diversos diseños de investigaciones experimentales que den respuesta a una pregunta y/o problema sobre la base de diversas fuentes de información científica, considerando:*
 - *el uso adecuado de instrumentos y materiales para asegurar la obtención de datos confiables*
 - *la manipulación de variables y sus relaciones la explicación clara de procedimientos posibles de replicar*
- e. *Planificar una investigación no experimental y/o documental que considere diversas fuentes de información para responder a preguntas científicas o para constituir el marco teórico de la investigación experimental.*
- f. *Conducir rigurosamente investigaciones científicas para obtener evidencias precisas y confiables con el apoyo de las TIC.*
- g. *Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad. Procesar y analizar la evidencia*
- h. *Organizar datos cuantitativos y/o cualitativos con precisión, fundamentando su confiabilidad, y presentarlos en tablas, gráficos, modelos u otras representaciones, con la ayuda de las TIC.*
- i. *Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos para describir mecanismos y para predecir y apoyar explicaciones sobre las relaciones entre las partes de un sistema.*

j. Analizar y explicar los resultados de una investigación científica, para plantear inferencias y conclusiones:*

- *comparando las relaciones, tendencias y patrones de las variables*
- *usando expresiones y operaciones matemáticas cuando sea pertinente (por ejemplo: potencias, razones, funciones, notación científica, medidas de tendencia central, cambio porcentual)*
- *utilizando vocabulario disciplinar pertinente*

Evaluar

k. Evaluar la investigación científica con el fin de perfeccionarla, considerando:*

- *la validez y confiabilidad de los resultados*
- *la replicabilidad de los procedimientos*
- *las explicaciones, las predicciones y las conclusiones*
- *las posibles aplicaciones tecnológicas*
- *el desempeño personal y grupal*

Comunicar

l. Explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas, en forma oral y escrita, incluyendo tablas, gráficos, modelos TIC.*

m. Discutir en forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica, las posibles aplicaciones y soluciones a problemas tecnológicos, las teorías, las predicciones y las conclusiones, utilizando argumentos basados en evidencias y en el conocimiento científico y tecnológico.*

ANEXO 11:

LAS HABILIDADES TIC PARA EL APRENDIZAJE

El Centro de educación y tecnología del Ministerio de educación, Enlaces, define las Habilidades TIC para el aprendizaje (HTPA) como: “La capacidad de resolver problemas de información, comunicación y conocimiento así como dilemas legales, sociales y éticos en ambiente digital” (Enlaces, 2013).

El Ministerio de educación ha desarrollado iniciativas orientadas al desarrollo y medición de habilidades TIC en los diferentes actores del sistema escolar. Entre ellas destacan la definición de un mapa de progreso de Habilidades TIC funcionales (conocido como mapa K-12) y una Matriz de Habilidades TIC Para el Aprendizaje (HTPA), siendo ambos utilizados para el desarrollo del Sistema de medición de competencias TIC en estudiantes, SIMCE TIC, aplicado por primera vez a nivel nacional en el mes de noviembre del año 2011.

La Matriz de HTPA fue desarrollada el año 2008, para ello fueron considerados los principales cambios ocurridos en los últimos años tanto a nivel internacional como nacional en relación a la definición, desarrollo y medición de habilidades TIC en el contexto escolar, constituyéndose así en una guía de trabajo indispensable y útil al propósito de que los estudiantes adquieran las Habilidades necesarias para aprender y desenvolverse con éxito en los desafíos que impone la sociedad del conocimiento. La matriz de HTPA se organiza en: dimensiones, sub-dimensiones, habilidades, definición operacional, comportamientos observables y criterios de progresión. A continuación se describen cada uno de los elementos mencionados (Enlaces, 2013):

Las dimensiones y subdimensiones: corresponden a ámbitos donde se despliegan actividades relacionadas con la información y comunicación en ambiente digital, contemplando 20 habilidades. Las cuales se presentan a continuación:

Tabla 19
Dimensiones y subdimensiones de Matriz HTPA

Dimensiones	Sub-dimensiones	Habilidades
Información	Información como fuente	<ul style="list-style-type: none"> -Definir la información que se necesita. -Buscar y acceder a información. -Evaluar y seleccionar información. -Organizar información.
	Información como producto	<ul style="list-style-type: none"> -Planificar la elaboración de un producto de información. -Sintetizar información digital. -Comprobar modelos o teoremas en ambiente digital. -Generar un nuevo producto de información.
Comunicación efectiva y colaboración	Comunicación efectiva	<ul style="list-style-type: none"> -Utilizar protocolos sociales en ambiente digital. -Presentar información en función de una audiencia. -Transmitir información considerando objetivo y audiencia.
	Colaboración a distancia.	<ul style="list-style-type: none"> -Colaborar con otros a distancia para elaborar un producto de información.
Convivencia digital	Ética y Autocuidado	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar oportunidades y riesgos en ambiente digital y aplicar estrategias de protección de la información personal y la de los otros. -Conocer los derechos propios y de los otros, y aplicar estrategias de protección de la información en ambiente digital. -Respetar la propiedad intelectual.

	TIC y sociedad	-Comprender el impacto social de las TIC.
Tecnología	Conocimientos TIC	-Dominar conceptos TIC básicos.
	Operar las TIC	-Cuidar y realizar un uso seguro del equipamiento.
	Usar las TIC	Dominar aplicaciones de uso más extendido

Las Habilidades TIC para el aprendizaje: definen la capacidad del estudiante de resolver problemas de información, comunicación, conocimiento y dilemas éticos en ambiente digital.

Las definiciones operacionales: Son aquellas que apuntan a especificar las habilidades y conocimientos en términos de las prácticas o desempeños esperados de los estudiantes.

Los comportamientos observables: son aquellos que buscan definir los ámbitos centrales donde la habilidad del estudiante debiera evidenciarse en general, y luego en particular, para 6º básico y 2º Medio, deben entenderse como orientaciones que pueden ser desarrolladas y expandidas según un contexto y asignatura específica.

El criterio de progresión: Se describe el criterio de progresión en cada habilidad con el fin de explicar las diferencias de los comportamientos en los dos niveles en términos de complejidad cognitiva y/o dominio técnico.

ANEXO 12:

ESTÁNDARES ORIENTADORES PARA PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA

En el año 2010 el MINEDUC encargó la elaboración de Estándares Orientadores para Profesores de Enseñanza Media para los seis niveles educativos establecidos en la Ley General de Educación, presentando un listado de estándares para siete subsectores de la enseñanza media (Lenguaje y Comunicación; Matemática; Historia, Geografía y Ciencias Sociales, Biología, Física y Química), que orientan los conocimientos y habilidades que debe demostrar cada profesor para desempeñarse en este nivel de escolaridad.

En el contexto educacional, el MINEDUC define el concepto de estándar como todo lo que un profesor debe saber y poder hacer para ser considerado competente en la enseñanza de las áreas antes mencionadas, además sirve de parámetro público de referencia para las instituciones formadoras de profesores de enseñanza media para definir las metas a lograr en la formación de nuevos profesores. Finalmente estos estándares tienen como finalidad comunicar a la sociedad una visión de cuáles son las competencias que cada profesor debe poseer para desempeñarse en la Educación Media.

En relación a la organización de los estándares, estos se separan en dos categorías: estándares pedagógicos y estándares disciplinarios. Estas se articulan y complementan entre sí con el objetivo de proporcionar a los Profesores de Enseñanza Media los conocimientos y habilidades necesarios para desempeñarse en la docencia.

Los estándares pedagógicos corresponden a competencias que los profesores necesitan para un adecuado desarrollo del proceso de enseñanza, independiente del subsector de la Enseñanza Media en que se desempeñe, ya sea, conocimiento del currículum, diseño de procesos de aprendizaje, evaluación para el aprendizaje, entre otros.

Para efectos de este trabajo se revisaron los estándares disciplinarios para la enseñanza de la Física, organizados en nueve áreas con un total de once estándares disciplinarios, cada uno con sus respectivos indicadores, los cuales describen situaciones en donde se manifiesta lo descrito en cada estándar.

Las nueve áreas en que están organizados los estándares para el subsector de Física son:

- Conocimiento Científico y su Aprendizaje
- Movimiento y Fuerza

- Ondas: Propiedades y Fenómenos asociados
- Comportamiento de Fluidos
- Modelos y Principios Termodinámicos
- Campos Eléctricos y Magnéticos
- Principios Físicos a Nivel Atómico y Subatómico
- Tierra y Universo
- Habilidades de Pensamiento Científico

Para este trabajo se seleccionaron cinco estándares y algunos de sus indicadores, por su directa relación con las habilidades y competencias que necesita un Profesor de Física para poder desarrollar las actividades diseñadas para esta propuesta. Estos estándares pertenecen a tres áreas: *Conocimiento Científico y su Aprendizaje*; *Movimiento y Fuerza*; y *Habilidades de Pensamiento Científico*. A continuación se presentan cada uno de los estándares seleccionados con una breve descripción.

Área: *Conocimiento Científico y su Aprendizaje*

Estándar 1: *Conoce cómo aprenden Física los estudiantes de Educación Media*

Descripción: El profesor de Física debe conocer cómo aprenden Física sus estudiantes, además de las principales dificultades de aprendizaje que se generan en estos, sabiendo identificarlas y considerándolas a la hora de planificar la enseñanza. También debe comprender que sus estudiantes necesitan de ciertas habilidades que favorezcan su aprendizaje y corresponde a los profesores desarrollarlas. Finalmente debe conocer el impacto del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Educación (TICE) en la enseñanza y aprendizaje de sus estudiantes.

Estándar 2: *Comprende las particularidades de la enseñanza-aprendizaje de la Física y sus requerimientos pedagógicos*

Descripción: El profesor de Física debe comprender que la naturaleza del conocimiento científico y su desarrollo a lo largo de la historia se relacionan directamente con la enseñanza de la Física y que es necesario desarrollar las habilidades científicas incorporándolas al estudio de los conocimientos disciplinares. Debe reconocer las principales dificultades en la enseñanza de la Física y asumir que el aprendizaje de ésta no debe basarse en la mecanización de conceptos, sino que plantearse desde el desarrollo explícito de habilidades superiores de

pensamiento. Además debe reconocer como un obstáculo para el aprendizaje de la Física, la distribución fraccionada del contenido conceptual de la disciplina en el currículo. Finalmente debe comprender la trascendencia de desarrollar experiencias prácticas y actividades experimentales pertinentes para el aprendizaje de conceptos y el desarrollo de habilidades científicas, y conocer múltiples estrategias para realizarlas.

Área: *Movimiento y Fuerza*

Estándar 3: *Comprende los conceptos, principios y leyes asociadas a fenómenos relacionados con el movimiento y la acción de fuerzas*

Descripción: El profesor debe comprender que, desde la mirada de la tradición curricular, el estudio de la mecánica tiene como pilar la construcción del conocimiento científico y escolar de la Física, que es la base para comprender una serie de conceptos en variados ámbitos de la disciplina, así como los múltiples fenómenos que ocurren en el entorno. Por lo anterior, tiene que ser capaz de analizar y describir distintos movimientos, utilizando modelos cinemáticos y dinámicos. A partir del concepto de fuerza como interacción, debe establecer relaciones entre sistema de cuerpos o los cambios en el movimiento de un cuerpo con la acción de fuerzas, y caracterizarlos. En relación al análisis del movimiento de un cuerpo y su interacción con otros, el profesor debe utilizar diversos principios de conservación; tales como, la conservación de la cantidad de movimiento lineal y del momentum angular, y la conservación de la energía; modelando el funcionamiento de un sistema y fijando los límites para dichos modelos. Por último, el profesor de ser capaz de analizar la característica unificadora de los conceptos de fuerza y energía, además de conocer y utilizar analogías, modelos, problemas y estrategias que conlleven un desafío y permitan desarrollar y demostrar contenidos, habilidades, y actitudes vinculadas con fuerza y movimiento.

Área: *Habilidades de Pensamiento Científico*

Estándar 10: *Muestra las habilidades propias del quehacer científico y comprende cómo se desarrolla este tipo de conocimiento*

Descripción: El profesor debe poseer dominio de las habilidades y procedimientos relacionados con la formación del conocimiento científico, como por ejemplo la capacidad de

plantearse preguntas, analizar su pertinencia y diseñar métodos para responderlas. Además considera a la Física, como una actividad humana, dicho de otro modo, una actividad cultural, dinámica y colectiva. Entiende que la parcelación entre disciplinas es una construcción humana para favorecer la observación y estudio de la naturaleza.

Estándar 11: *Promueve el desarrollo de habilidades científicas y su uso en la vida cotidiana*

Descripción: El profesor debe comprender que el proceso de enseñanza-aprendizaje de su disciplina está centrado en el desarrollo de habilidades del quehacer científico ligadas a contenidos del área. En este escenario, *diseña, implementa y evalúa estrategias y situaciones de aprendizaje para desarrollar en sus alumnos las capacidades de cuestionar, argumentar, fundamentar y buscar evidencia para: comprender su entorno, desafiar sus ideas previas y explicaciones, tomar decisiones informadas y participar en sus comunidades.* Dentro de estas situaciones formativas, debe ser capaz de justificar la inserción de aspectos relacionados con el diario vivir de sus alumnos promoviendo en ellos actitudes como el interés, curiosidad y respeto por la naturaleza. Debe ser capaz de analizar situaciones de aprendizaje y plantear instancias para fomentar el escepticismo en relación a explicaciones sobre el mundo natural, con el objetivo de que sus alumnos consideren el conocimiento científico como explicaciones o interpretaciones de un fenómeno pertinentes a las evidencias empíricas, y no como una verdad irrefutable. Finalmente debe promover el pensamiento crítico sobre aspectos sociales, históricos y culturales del conocimiento científico, mediante el análisis de temas actuales o históricos, con el objetivo de facilitar la comprensión de la naturaleza del conocimiento científico y el impacto de la actividad científica en la vida cotidiana, en la salud y el medioambiente.

A continuación se muestran los indicadores considerados para cada uno de los estándares seleccionados (de los Estándares Orientadores para Profesores de Enseñanza Media).

Estándar 1: *Conoce cómo aprenden Física los estudiantes de Educación Media*

1. Identifica oportunidades de aprendizaje para mostrar a los estudiantes la vinculación entre los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales de la Física con la comprensión del mundo natural y la vida cotidiana.

3. Conoce formas para identificar las ideas previas de los estudiantes sobre el mundo natural (como ideas preconcebidas o teorías implícitas) y las concibe como punto de partida del aprendizaje de la Física.

6. Reconoce las principales dificultades de aprendizaje de la Física y de las habilidades científicas, así como las principales tendencias, líneas de investigación y desarrollo de las mismas.

7. Reconoce la incidencia del uso de ciertos términos cotidianos en la comprensión de algunos conceptos o explicaciones a fenómenos naturales.

Estándar 2: *Comprende las particularidades de la enseñanza-aprendizaje de la Física y sus requerimientos pedagógicos.*

1. Evalúa distintos desafíos de la enseñanza de la Física, entre los que se encuentra el exceso de matematización y teorización con que tradicionalmente se ha abordado, lo que se supera mediante una didáctica que enfatice la comprensión de los conceptos de la Física a través de la observación de los fenómenos y actividades experimentales adecuadas a las habilidades de los estudiantes.

2. Analiza experiencias realizadas en la antigüedad, así como el desarrollo histórico de teorías científicas y conceptos científicos como el calor, el átomo o la fuerza, para contribuir al desarrollo de conceptos por parte del estudiante.

5. Identifica actividades de aprendizaje que ponen de manifiesto la relación que debe existir entre la enseñanza de los conceptos y el desarrollo de habilidades científicas.

6. Comprende la utilidad del análisis gráfico para obtener tendencias y relaciones entre variables y entre conceptos de estudio, con el fin de deducir leyes y no solo como demostración de las mismas.

7. Relaciona cómo se genera el conocimiento científico en la actualidad y cómo se ha desarrollado históricamente, con la enseñanza de las diversas temáticas de la Física, para desarrollar hábitos de pensamiento, plantear preguntas y buscar con rigor sus respuestas.

9. Reconoce el riesgo de generar, a partir del currículo escolar de Física, una imagen determinista del universo, y desarrolla actividades que permiten mostrar una imagen

de la ciencia como una actividad humana que se desarrolla y evoluciona a través del tiempo.

10. Comprende que la aproximación experimental de la formación de conocimiento en Física debe acompañarse de reflexión, discusión y comunicación.

11. Comprende la importancia del uso de modelos en la enseñanza de la Física y de establecer las limitaciones de éstos.

13. Comprende que en Física, los instrumentos y estrategias evaluativas deben considerar evaluar aprendizajes relevantes del sector, tales como la rigurosidad en la obtención, registro y análisis de datos, la capacidad de argumentar y de analizar un fenómeno desde distintas perspectivas, la utilización de evidencia, la fundamentación y comunicación de las ideas, la capacidad para resolver problemas, y el desarrollo de puntos de vista propios.

Estándar 3: *Comprende los conceptos, principios y leyes asociadas a fenómenos relacionados con el movimiento y la acción de fuerzas.*

1. Utiliza modelos para describir cualitativa y cuantitativamente diversos tipos de movimientos, estableciendo relaciones entre conceptos como posición, tiempo, desplazamiento, velocidad y aceleración, y comprendiendo las limitaciones y estableciendo la pertinencia del uso de estos modelos.

2. Analiza cualitativa y cuantitativamente movimientos que pueden modelarse como rectilíneos con aceleración constante, parabólicos, y circunferencialmente uniformes, extrayendo y procesando información por medio de las herramientas mencionadas.

4. Establece relaciones entre los conceptos de trabajo, fuerza, potencia y energía mecánica, y utiliza dichas relaciones para analizar y comprender situaciones concretas.

5. Relaciona los conceptos de fuerza, impulso y cantidad de movimiento lineal para analizar los cambios en el movimiento de un cuerpo o un sistema de cuerpos.

10. Reconoce cómo las leyes que explican el movimiento de los cuerpos y la acción de las fuerzas sobre ellos se han ido desarrollando a través del tiempo, el impacto

que han tenido en su entorno, cómo cambiaron el concepto que actualmente tenemos de ciencias, y cómo dichas explicaciones anteriores siguen presentes como ideas previas en muchos de los estudiantes.

11. Maneja métodos de captura de información, tales como sensores de movimiento, de fuerza o métodos de captura de imágenes, que permitan el análisis de distintos tipos de movimiento.

Estándar 10: *Muestra las habilidades propias del quehacer científico y comprende cómo se desarrolla este tipo de conocimiento.*

1. Comprende que la ciencia tiene normas convenidas por la comunidad científica para validar su conocimiento y que éstas definen el marco donde este conocimiento es válido.

2. Explica la evolución del pensamiento y del quehacer científico a lo largo de la historia destacando hitos centrales de su desarrollo, y comprende que uno de los componentes centrales de la evolución del conocimiento científico es la aproximación experimental.

3. Domina las habilidades y procedimientos involucrados en el proceso de generación de conocimiento científico, tales como:

a) formular preguntas, distinguiendo aquellas que pueden responderse a través de una investigación científica,

b) plantear hipótesis y elaborar predicciones en base a ellas,

c) identificar variables (independiente(s), dependiente(s), controlada(s)),

d) generar procedimientos de control de variables,

e) medir, recolectar y registrar datos en forma adecuada y pertinente con la pregunta de investigación,

f) analizar e interpretar los datos y evidencia obtenida,

g) elaborar conclusiones y establecer el rango en que las conclusiones de una investigación o experimento pueden considerarse válidas,

h) elaborar modelos y analizar su pertinencia,

i) evaluar conclusiones obtenidas o formular conclusiones alternativas,

j) comunicar sus conclusiones a la comunidad.

4. Diseña y reproduce procedimientos de una investigación, explicando la coherencia entre los elementos de su diseño.

5. Comprende y analiza de manera crítica información científica, evaluando, entre otros aspectos, la metodología de una investigación, su coherencia con las preguntas que se busca responder, la rigurosidad de su desarrollo y las conclusiones obtenidas.

7. Comprende que las teorías científicas corresponden a modelos teóricos, es decir, son interpretaciones de los fenómenos del mundo natural aplicables en determinados contextos.

8. Comprende que la actividad científica impacta y es impactada por el desarrollo tecnológico, el contexto histórico, político, cultural, económico y social.

11. Evalúa la validez y relevancia de los resultados y propuestas alcanzados en una investigación propia o de otros, a partir del análisis de la rigurosidad en el uso de elementos teóricos y metodológicos.

Estándar 11: *Promueve el desarrollo de habilidades científicas y su uso en la vida cotidiana.*

1. Incluye, en el diseño de actividades, oportunidades para que los estudiantes: organicen sus conocimientos, desafíen sus propias creencias acerca del aprendizaje y de sus habilidades, expresen sus metas personales de aprendizaje, y reflexionen y comuniquen sus propias ideas sobre hechos y fenómenos de su interés.

2. Utiliza las explicaciones intuitivas de los estudiantes sobre fenómenos naturales de su interés, derivando predicciones y analizando la evidencia que las sustentan, con el propósito de especificar el modelo explicativo intuitivo y sus limitaciones, y de desafiarlo sometiéndolo a prueba para favorecer el cambio conceptual.

3. Diseña actividades para modelar y promover en los estudiantes las habilidades características del quehacer científico: la elaboración de preguntas, la obtención de datos a partir de la observación y medición que ayuden a contestar estas preguntas, y el análisis e interpretación de los datos.

4. *Diseña actividades experimentales de aprendizaje, considerando la centralidad del control de variables, en el contexto de la ciencia escolar.*
5. *Selecciona ejemplos para orientar a los estudiantes en el análisis de la pertinencia de un modelo teórico en función de su capacidad de predecir o explicar fenómenos.*
6. *Planifica y diseña actividades de aprendizaje para desarrollar la capacidad argumentativa, de acuerdo a las convenciones de la ciencia y de la lógica, en las que es central la coherencia y el uso de evidencia científica en los fundamentos propuestos.*
7. *Formula preguntas desafiantes y promueve y conduce discusiones y debates acerca de situaciones cotidianas, contingentes y de interés para los estudiantes, que estimulen su pensamiento autónomo y juicio crítico, y les permitan comprender y respetar opiniones diversas y fundamentar las propias.*