

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIA
Departamento de Física



Elaboración de un diseño didáctico sobre las leyes de Kepler, mediante la metodología CDI (Clases Demostrativas Interactivas), con el uso de TIC y elementos del enfoque CTS.

Álvaro Germán Ismael Jara Matus
Gerson David Montecinos Valdivia

Profesor Guía:
Leonor Huerta Cancino

Tesis para optar al Grado de Licenciado
en Educación de Física y Matemática.

Santiago – Chile

2018

290399 © Álvaro Germán Israel Jara Matus, 2018.

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial Chile 3.0

Elaboración de un diseño didáctico sobre las leyes de Kepler, mediante la metodología CDI (Clases Demostrativas Interactivas), con el uso de TIC y elementos del enfoque CTS.

Álvaro Germán Ismael Jara Matus

Gerson David Montecinos Valdivia

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, Sra. Claudia Matus y Sr. Samuel Baltazar.

Sra. Leonor Huerta Cancino
Profesora Guía

Sra. Claudia Matus
Profesora Correctora

Sr. Samuel Baltazar
Profesor Corrector

Sr. Enrique Cerda
Director

Resumen

El presente documento muestra el detalle sobre la elaboración, validación e implementación de una secuencia didáctica que utiliza las Clases Demostrativas Interactivas (CDI) como metodología de aprendizaje activo para la enseñanza de las leyes de Kepler en 2° año medio, con la finalidad de fomentar la alfabetización científica de los y las estudiantes a partir del desarrollo de competencias y habilidades científicas tales como: observación, predicción, comunicación, registro de datos y análisis.

La propuesta didáctica incluye algunos elementos del enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS) para comprender como ha evolucionado la visión sobre el movimiento de los planetas, desde la antigüedad hasta la formulación de las leyes de Johannes Kepler. Además, incluye la utilización de TIC, tales como manipulativos virtuales (applets) y videos que permiten simular, controlar variables y obtener datos sobre el movimiento de los planetas.

Con los elementos anteriores y considerando los lineamientos que plantea el Ministerio de Educación (MINEDUC) en las Bases Curriculares (BC) para la enseñanza en ciencia (2015) y los Estándares Orientadores (EO) para carreras de pedagogía en educación media (2012), la propuesta didáctica apunta al logro de elementos del Objetivo de Aprendizaje 14 (OA 14).

También se presenta el refinamiento de los elementos de la propuesta, el cual fue realizado a partir de las opiniones y comentarios entregados por expertos mediante encuestas de validación. Además, en dicho refinamiento se consideraron las implementaciones de cada una de las clases. De esta manera se realizaron cambios a algunas actividades de las guías para el estudiante y se añadieron indicaciones al docente referentes a tiempos y cálculos.

Palabras clave: Alfabetización científica, enfoque CTS, clases demostrativas interactivas, leyes de Kepler, manipulativos virtuales.

Abstract

This document presents the process of elaboration, validation and implementation of a didactic sequence that uses Interactive Lecture Demonstration (ILD) as an active learning methodology for the teaching of Kepler's laws in the secondary school (high school), with the purpose of promoting the scientific literacy of the students based on the development of scientific skills and abilities such as: observation, prediction, communication, data recording and analysis.

The didactic sequence includes some elements of the science, technology and society (STS) focus to understand how the vision of the movement of the planets has evolved, from the antiquity to the formulation of Johannes Kepler's laws. It also includes the use of TIC, such as virtual manipulatives (applets) and videos that allow simulating, controlling variables and obtaining data about the movement of the planets.

With the above elements and considering the guidelines set out by the Ministry of Education (MINEDUC) in the Curricular Bases (BC) for teaching science (2015) and the Guiding Standards (GS) for pedagogy careers in secondary education (2012), the didactic proposal aims at achieving elements of Learning Objective 14 (LO 14).

It also presents the refinement of the elements of the sequence, which was made from the opinions and comments delivered by experts through validation surveys. In addition, in said refinement the implementations of each of the classes were considered. In this way changes were made to some activities of the guides for the student and instructions were added to the teacher regarding time and calculations.

Keywords: Scientific literacy, STS approach, Interactive Lecture Demonstration (ILD), Kepler laws, virtual manipulatives.

Agradecimientos

"Quien no conoce nada, no ama nada. Quien no puede hacer nada, no comprende nada. Quien nada comprende, nada vale. Pero quien comprende también ama, observa, ve... Cuanto mayor es el conocimiento inherente a una cosa, más grande es el amor... Quien cree que todas las frutas maduran al mismo tiempo que las frutillas nada sabe acerca de las uvas."

- Paracelso –

En primer lugar, agradezco a mis padres, Carmen y José, por apoyarme durante mi proceso universitario y educarme desde pequeño. Sin lugar a dudas, ellos me han acompañado durante estos meses de trabajo y me han ayudado a superar mis frustraciones.

También quiero agradecer a mi equipo de trabajo. A mi profesora guía Leonor, por ser quien nos facilitó las herramientas y los conocimientos necesarios. Y a Gerson, por su compromiso con el trabajo y por los gratos momentos vividos durante la elaboración de la propuesta.

Finalmente, agradezco a otros familiares y amigos que estuvieron cerca de mí durante estos meses.

Álvaro Jara Matus

Agradecimientos

Agradezco a todos aquellos que se han cruzado en mi camino, ya que un granito de cada uno ahora forma parte de mí. Las experiencias, conversaciones y cada una de esas pequeñas cosas que aportaron y me ayudaron a ser quien soy.

A mis padres, Verónica y Ricardo, por enseñarme que nunca nada será tan grande como para detenerme. Por enseñarme a soñar y sonreír.

Agradezco a los que se fueron, a los que están y a los que estarán.

"Al fin y al cabo, somos lo que hacemos para cambiar lo que somos"

- Eduardo Galeano –

Gerson Montecinos Valdivia

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: MARCO DE ANTECEDENTES	5
1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL CURRÍCULUM CHILENO.	5
1.1.1 CAMBIOS INTRODUCIDOS AL CURRÍCULUM CHILENO.	5
1.2 TIERRA Y UNIVERSO EN EL CURRÍCULUM DE ENSEÑANZA MEDIA.	8
1.2.1 LEYES DE KEPLER EN EL CURRÍCULUM NACIONAL	12
1.3 RECURSOS COMPLEMENTARIOS PROPORCIONADOS POR EL MINEDUC PARA LA ENSEÑANZA DE LAS LEYES DE KEPLER.	13
1.3.1 TEXTO DEL ESTUDIANTE.....	14
1.3.2 GUÍA DIDÁCTICA PARA EL DOCENTE.	20
1.3.3 RECURSOS DIGITALES COMPLEMENTARIOS (RDC).	22
1.4 COMPETENCIAS DOCENTES DE LOS PROFESORES DE FÍSICA.	24
1.5 RESUMEN DE LOS ANTECEDENTES CONSIDERADOS.	27
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	29
2.1 ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA.....	29
2.1.1 IMPORTANCIA DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA	30
2.2 CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD.....	33
2.2.1 ENFOQUE CTS Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.....	34
2.2.2 ENFOQUE CTS EN EL CURRÍCULUM NACIONAL	35
2.3 MANIPULATIVOS VIRTUALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA	36
2.4 APRENDIZAJE ACTIVO DE LA FÍSICA.....	37
2.4.1 CLASES DEMOSTRATIVAS INTERACTIVAS	39
2.5 ENSEÑANZA DE LAS LEYES DE KEPLER	41
2.5.1 INVESTIGACIONES	41
2.5.2 PROPUESTAS DIDÁCTICAS	42
2.5.2.1 TESIS DE PREGRADO.....	42
2.5.2.2 TESIS DE MAGÍSTER: CASO 1.	46
2.5.2.3 TESIS DE MAGÍSTER: CASO 2.	49
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO	51
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA.	51
3.2 DETALLE DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA.	52
3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PRIMERA CLASE.....	52
3.2.1.1 PLANIFICACIÓN PARA LA PRIMERA CLASE.	52
3.2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA 1.	54
3.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA SEGUNDA CLASE.	56

3.2.2.1 PLANIFICACIÓN PARA LA SEGUNDA CLASE.....	56
3.2.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA 2.	58
3.2.3 DESCRIPCIÓN DE LA TERCERA CLASE.....	60
3.2.3.1 PLANIFICACIÓN PARA LA TERCERA CLASE.....	60
3.2.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA 3.	62
3.3 REFINAMIENTO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA.....	63
3.3.1 OPINIÓN DE EXPERTOS.....	64
<input type="checkbox"/> PRIMERA CLASE	64
<input type="checkbox"/> SEGUNDA CLASE	65
<input type="checkbox"/> TERCERA CLASE.....	66
3.3.2 IMPLEMENTACIÓN EN EL AULA	66
<input type="checkbox"/> PRIMERA CLASE	67
<input type="checkbox"/> SEGUNDA CLASE	68
<input type="checkbox"/> TERCERA CLASE.....	71
3.3.3 MODIFICACIONES DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA	75
<input type="checkbox"/> PRIMERA CLASE	75
<input type="checkbox"/> SEGUNDA CLASE	75
<input type="checkbox"/> TERCERA CLASE.....	76
CONCLUSIONES.....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
APÉNDICES.....	86
APÉNDICE 1: OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE HABILIDADES Y PROCESOS DE INVESTIGACIÓN.	86
APÉNDICE 2: PROPUESTA DIDÁCTICA.	87
<i>GUÍA 1: APRENDIENDO SOBRE LA 1ª LEY DE KEPLER.....</i>	<i>87</i>
<i>GUÍA 2: APRENDIENDO SOBRE LA 2ª LEY DE KEPLER.....</i>	<i>87</i>
<i>GUÍA 3: APRENDIENDO SOBRE LA 3ª LEY DE KEPLER.....</i>	<i>88</i>
APÉNDICE 3: RÚBRICAS DE EVALUACIÓN.....	89
RÚBRICA DE EVALUACIÓN GUÍA 1	89
RÚBRICA DE EVALUACIÓN GUÍA 2	90
RÚBRICA DE EVALUACIÓN GUÍA 3	91
APÉNDICE 4: INDICACIONES AL DOCENTE.....	92
INDICACIONES AL DOCENTE – CLASE 1.....	92
INDICACIONES AL DOCENTE – CLASE 2.....	98
INDICACIONES AL DOCENTE – CLASE 3.....	103
APÉNDICE 5: ENCUESTAS DE VALIDACIÓN.....	110
ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 1 (EXPERTO 1)	110

ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 1 (EXPERTO 2)	112
ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 1 (EXPERTO 3)	114
ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 2 (EXPERTO 1)	116
ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 2 (EXPERTO 2)	119
ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 2 (EXPERTO 3)	122
ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 3 (EXPERTO 1)	125
ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 3 (EXPERTO 2)	128
ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 3 (EXPERTO 3)	131
ANEXOS	134
ANEXO 1: OA DE TIERRA Y UNIVERSO DESDE 1° A 6° BÁSICO.	134
ANEXO 2: GRANDES IDEAS DE LA CIENCIA.	135
ANEXO 3: OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE ACTITUDES.	135
ANEXO 4: OA DE CIENCIAS NATURALES DESDE 7° BÁSICO A 2° MEDIO.	136
ANEXO 5: ESTÁNDARES ORIENTADORES PARA PROFESORES DE FÍSICA.....	137
ANEXO 6: HABILIDADES PROFESIONALES BÁSICAS.....	137

Índice de Tablas

Tablas del Capítulo 1

Tabla 1.1	08
OA Plan diferenciado, Asignatura específica Física 3° y 4° medio. del texto del estudiante y su objetivo.	
Tabla 1.2	19
Actividades del texto del estudiante y su objetivo.	

Tablas del Capítulo 2

Tabla 2.1	31
Características de un estudiante alfabetizado científicamente según NSTA.	
Tabla 2.2	33
Objetivos sociales de CTS definidos por la OEI.	
Tabla 2.3	40
Pasos para realizar las CDI.	

Índice de Ilustraciones

Imágenes del Capítulo 1

Imagen 1.1: Resumen de terminologías.	06
Imagen 1.2: Foto guía para la construcción geométrica de una elipse.	15
Imagen 1.3: Enunciados Leyes de Kepler.	15
Imagen 1.4: Cuadros de ayuda sobre focos de elipses.	16
Imagen 1.5: Cuadros de ayuda sobre semieje mayor de elipses.	16
Imagen 1.6: Taller de estrategias, pasos a seguir para resolver un problema.	16
Imagen 1.7: Integra tus nuevos aprendizajes, pregunta relacionada con Leyes de Kepler.	17
Imagen 1.8: Integra tus nuevos aprendizajes, pregunta relacionada con Leyes de Kepler.	17
Imagen 1.9: ¿Cómo vas?, autoevaluación preguntas relacionadas con Kepler.	17
Imagen 1.10: Consolida tus aprendizajes, preguntas Ítem 2.	18
Imagen 1.11: Consolida tus aprendizajes, Ítem 7.	19
Imagen 1.12: Pregunta 1 de la Ficha de refuerzo.	20
Imagen 1.13: Pregunta 6 de la Ficha de refuerzo.	20
Imagen 1.14: Pregunta 6 de la Ficha de profundización.	21
Imagen 1.15: Pregunta 4 de la Evaluación.	21
Imagen 1.16: Pregunta 5 de la Evaluación.	21
Imagen 1.17: Pregunta 6 de la Evaluación.	22
Imagen 1.18: Pregunta 7 de la Evaluación.	22
Imagen 1.19: Actividad A del RDC.	23
Imagen 1.20: Actividad B del RDC.	23
Imagen 1.21: Actividad C del RDC.	24
Imagen 1.22: Relación entre EO 9 y OA 14.	25
Imagen 1.23: Relación entre ámbitos, estándares e indicadores.	26

Imágenes del Capítulo 2

Imagen 2.1: Ciclo PODS para el Aprendizaje Activo de la física.	39
--	----

Introducción

En el presente seminario, se detalla la elaboración y validación de una propuesta didáctica para la enseñanza de las Leyes de Kepler, contenido que se encuentra en segundo año medio dentro de la unidad de Tierra y Universo. En el diseño de la propuesta se utilizarán elementos del enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) con la finalidad de contribuir a la alfabetización científica sobre dichas leyes de una forma más cualitativa y dando importancia al contexto en que éstas fueron desarrolladas. En este sentido, las ideas heliocéntricas de Copérnico y las mediciones realizadas por el astrónomo Tycho Brahe serán resaltadas como los antecedentes más importantes con los que contó Kepler al momento de formular sus leyes. Además, de considerar las Leyes de Kepler como un avance en la descripción de las órbitas planetarias, pero sin lograr explicar las razones de estos movimientos. De esta manera, considerar las tres Leyes de Kepler como un punto de apoyo para la formulación de la ley de gravitación universal desarrollada por Sir Isaac Newton, siendo este último quien se hace cargo de explicar el movimiento planetario considerando una fuerza atractiva entre masas, la fuerza de gravedad.

Actualmente, en las Bases Curriculares (BC) para la enseñanza en Ciencia, elaboradas por el Ministerio de Educación (MINEDUC), los contenidos referidos a la evolución de los modelos del sistema solar se encuentran separados en dos Objetivos de Aprendizaje (OA), el OA 13 de física que señala que los y las estudiantes deben "Demostrar que comprenden que el conocimiento del Universo cambia y aumenta a partir de nuevas evidencias, usando modelos como el geocéntrico y el heliocéntrico, y teorías como la del Big-Bang, entre otros" y el OA 14 donde se indica que deben "Explicar cualitativamente por medio de las Leyes de Kepler y la de gravitación universal de Newton" fenómenos como mareas, formación y dinámica de estructuras naturales, y el movimiento de estructuras artificiales. Esta división en dos OA refleja una separación, más que una evolución, de las nociones sobre los modelos del sistema solar.

El estudio separado y descontextualizado de los modelos del sistema solar se observa en el Texto para el estudiante, entregado por el MINEDUC, donde se muestran las características de cada modelo por separado y haciendo una vinculación de carácter cronológico entre estos, pero sin establecer las limitaciones de cada uno de ellos ni como el siguiente modelo se hace cargo de algunas limitaciones del anterior.

De lo anterior deriva la problemática de contextualizar las Leyes de Kepler a las características socioculturales y los conocimientos científicos de la época en que estas fueron formuladas. Junto con esto, aparece la dificultad de observar directamente la trayectoria de los planetas, complicando así tanto la descripción cualitativa como la descripción cuantitativa del fenómeno. Para dar respuesta a esta situación se plantean los siguientes objetivos.

Objetivo General:

Elaborar una secuencia didáctica utilizando la metodología de Clases Demostrativas Interactivas (CDI) y manipulativos virtuales para la enseñanza de las Leyes de Kepler, orientada al desarrollo de la alfabetización científica para estudiantes de segundo año de enseñanza media, que incorpore elementos del enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

Objetivos Específicos:

- Diseñar actividades que faciliten el estudio de las Leyes de Kepler para segundo año de enseñanza media, que incorporen uso de manipulativos virtuales como principal instrumento obtención de datos y como un medio de observación del fenómeno.
- Elaborar guías con indicaciones para el o la docente, que incluyan especificaciones sobre cómo desarrollar las clases con la metodología de las CDI, con sus ocho pasos correspondientes, y como utilizar los manipulativos virtuales.
- Diseñar instrumentos de evaluación que permitan al docente determinar el logro de los objetivos planteados por la secuencia didáctica.
- Refinar la propuesta didáctica, junto con el material diseñado para esta, mediante la validación por opinión de expertos.

El presente documento se encuentra estructurado en cuatro capítulos, los cuales se describen brevemente a continuación.

En el Capítulo 1 (Marco de antecedentes) se hará una revisión de los cambios que ha experimentado el currículum nacional en las últimas dos décadas, destacando el paso gradual de un Marco Curricular (MC) basado en la enseñanza de contenidos (contenidos mínimos obligatorios), hacia la implementación de las BC centradas en el aprendizaje de los y las estudiantes. De esta manera se realizará un análisis de las transformaciones incorporadas a temas de Tierra y Universo, específicamente en lo referido a las Leyes de Kepler.

Por otra parte, se analizarán los recursos complementarios que entrega el MINEDUC para estudiar las Leyes de Kepler, indicando en qué medida estos recursos facilitan el aprendizaje de las leyes y qué tan contextualizadas están con respecto al conocimiento de la época en que éstas fueron formuladas. Se presenta también un análisis de las competencias, tanto pedagógicas como disciplinares, que debe poseer un docente de física para la enseñanza de temas referidos a Tierra y Universo. Además de estas competencias, presente en los Estándares Orientadores elaborados por el MINEDUC, se analizarán los Nuevos Estándares Orientadores propuestos el año 2017, que al igual que las BC dejan de estar formulados alrededor de la enseñanza de conceptos y plantea las ideas articuladoras de conservación e interacción.

En el Capítulo 2 (Marco teórico) se describirán de forma detallada los conceptos que han sido escogidos como la base teórica de la propuesta didáctica. En primer lugar, se encuentra la Alfabetización científica, donde se muestra su definición, pero por sobre todo la importancia que esta tiene en el estudio de las ciencias, tanto a nivel mundial como dentro del currículum en Chile, mostrándose como un fin máximo a conseguir con los y las estudiantes dentro de los establecimientos escolares. Así también se menciona la relación que existe entre los conceptos de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) mencionando el vínculo recíproco que existe entre ellos, ya que el desarrollo de las ciencias tiene relación con el desarrollo de las tecnologías y a la vez está influenciado por el contexto socio cultural, y además como es que el enfoque CTS es llevado a los establecimientos, centrando la enseñanza de las ciencias en crear algo no solamente superficial, si no que los y las estudiantes sean capaces de reconocer la relación entre las ciencias y las tecnologías y sean capaces de llevar esto a cómo afecta a la sociedad. Finalmente va de una mirada desde lo general hasta ver como se considera el enfoque CTS dentro del currículum en Chile.

A partir de los términos de ciencia y tecnología vistos dentro de la educación y la enseñanza de las ciencias es que se mencionan a los manipulativos virtuales en la enseñanza de la física, mostrando como es que gracias a los avances tecnológicos se desarrollaron herramientas digitales con el fin de complementar el proceso de enseñanza de ciertos conceptos de la física los cuales son más abstractos o imposibles de realizar de forma experimental, tal como lo son las Leyes de Kepler.

En lo que se refiere a la didáctica de las ciencias, se destaca el aprendizaje activo de las ciencias como un enfoque en el cual los y las estudiantes sean capaces de construir el conocimiento en base al análisis, síntesis y evaluación de los contenidos enseñados en aula. Es aquí donde se encuentra uno de los pilares fundamentales de la presente propuesta, las Clases Demostrativas Interactivas, vistas como una metodología de enseñanza y que va desde la observación, análisis y discusión de una situación mostrada por el profesor, constando de ocho pasos que permitirán una mejor contextualización. Así, por último, dentro de este capítulo se presentan diversas investigaciones y propuestas didácticas relacionadas con la enseñanza de las Leyes de Kepler.

En el Capítulo 3 (Marco metodológico) se describirá la secuencia didáctica partiendo desde las características generales de la secuencia (en el apartado 3.1) y luego se procede a detallarla en el apartado 3.2, donde se exponen las planificaciones de cada clase y las descripciones de las guías de trabajo para los y las estudiantes.

El apartado 3.3 se realizará el detalle del proceso de refinamiento de la secuencia didáctica, el cual se encuentra desglosado en tres apartados. En el primero (apartado 3.3.1) se describirán las opiniones y comentarios realizado por expertos docentes respecto a los elementos de la

secuencia didáctica (guías, indicaciones al docente, videos, applets y planificaciones). Luego en el apartado 3.3.2 se realizará una descripción de la implementación de la secuencia en el aula de enseñanza media. Y, por último, en el apartado 3.3.3, se tendrán en consideración las opiniones de los expertos y el análisis de la implementación en el aula para mostrar el detalle de las modificaciones incorporadas a la secuencia didáctica.

Por último, se mostrarán las conclusiones obtenidas tras los resultados de las validaciones por expertos docentes y la implementación de la secuencia en el aula. Estas conclusiones tendrán en consideración el cumplimiento del Objetivo de aprendizaje 14 (OA 14) planteado por el MINEDUC, la incorporación de TIC y elementos del enfoque CTS, y también el logro de los objetivos (general y específico) propuestos con anterioridad.

Capítulo 1: Marco de Antecedentes

En el presente capítulo se tratarán algunos de los cambios experimentados por el currículum nacional durante las últimas dos décadas, con énfasis en lo que se refiere a Tierra y Universo en Física, y más específicamente en lo referido a Leyes de Kepler. De esta manera se compararán los cambios en las terminologías que se utilizan en el Marco Curricular con las usadas en las Bases Curriculares, estando estas últimas enfocadas en el aprendizaje de los y las estudiantes y no en el contenido.

Además, se realizará un análisis del material que entrega el Ministerio de Educación como apoyo para el aprendizaje de las Leyes de Kepler (Texto para el Estudiante, Guía para el Docente, y Recursos Digitales Complementarios). Finalmente serán descritos los Estándares Orientadores referidos a Tierra y universo, que consisten en competencias docentes que debe poseer un profesor de física para tener un desempeño óptimo.

1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL CURRÍCULUM CHILENO.

Actualmente en Chile, el currículum está regulado bajo la ley n°20370 “Ley General de Educación” conocida como LGE. La LGE fue promulgada el 17 de Agosto del 2009, derogando así la ley n°18963 “Ley Orgánica Constitucional de Educación” (LOCE) promulgada en el año 1990.

El cambio del currículum chileno ha sido realizado teniendo en consideración el informe realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), dicho informe “ofrece recomendaciones en temas de acceso, equidad, calidad, tecnologías de la información y comunicación, y descentralización de las responsabilidades financieras y de gestión” (Secretaría General de la OCDE, 2004). Las conclusiones y recomendaciones de la OCDE se discutieron en el Comité de Educación el 27 de Octubre de 2003 en París.

1.1.1 CAMBIOS INTRODUCIDOS AL CURRÍCULUM CHILENO.

En las últimas dos décadas el currículum nacional ha sufrido una serie de modificaciones. Hasta el año 2009 los contenidos que debían ser enseñados en los establecimientos educacionales se encontraban dentro del Marco Curricular (MC), el cual estaba dividido en dos documentos, uno para enseñanza básica y otro para enseñanza media.

Dentro del MC se establecían los Objetivos Fundamentales (OF) que estaban divididos en dos categorías, los Transversales (OFT) y los Verticales (OFV), refiriéndose el primero a objetivos de carácter comprensivo y general que incluyen a más de un sector, subsector o especialidad; y el segundo al logro de competencias en determinados dominios del saber y del desarrollo

personal. Junto a los OF se establecían una serie de Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO), los cuales se refieren a "conocimientos específicos y prácticas para lograr habilidades y actitudes que los establecimientos deben obligatoriamente enseñar, cultivar y promover" (MINEDUC, 2005).

Entre los años 2000 y 2004 se realizaron estudios de cobertura curricular, que reflejaron la necesidad de introducir modificaciones al currículum nacional de ese momento. De esta manera, el año 2009 el MINEDUC publica el Marco Curricular Ajustado (MCA) que consiste en un documento de transición hacia el cambio del MC por las Bases Curriculares (BC). Aquellos programas de estudios que fueron elaborados en base al MC y al MCA contienen los Aprendizajes Esperados (AE) que definen lo que se espera que logren los y las estudiantes, expresado de manera concreta, precisa y visualizable. De esta manera, cada AE posee indicadores de evaluación que permiten observar si se ha logrado dichos aprendizajes.

Las BC contienen los Objetivos de Aprendizaje Transversales (OAT) que se refieren a metas en el desarrollo personal, intelectual, moral y social que deben ser promovidas durante toda la vida escolar de los y las estudiantes. Además, define los Objetivos de Aprendizaje (OA) por asignatura, que son "objetivos que definen los aprendizajes terminales esperables para una asignatura determinada para cada año escolar. Los Objetivos de Aprendizaje se refieren a habilidades, actitudes y conocimientos que buscan favorecer el desarrollo integral de los y las estudiantes" (MINEDUC, 2015).

Así, al cambiar el MC y el MCA por las BC, se establecen una serie de cambios en las terminologías utilizadas (Ver Imagen 1.1). Uno de los cambios que destaca es agrupar los OF, CMO y AE dentro de los OA. Esta modificación implica dejar de centrarse en el contenido que se enseña y enfocarse en el aprendizaje de los y las estudiantes. Por tanto, cada establecimiento educacional tiene la libertad de diseñar planes de estudio con los contenidos que consideren necesarios para lograr los OA establecidos.

	TERMINOLOGÍA ANTERIOR		NUEVA TERMINOLOGÍA
Marco / Ajuste Curricular	Sector de aprendizaje	Bases Curriculares	Asignatura
	Subsector de aprendizaje		Objetivos de Aprendizaje (OA)
	Objetivos Fundamentales (OF)		
	Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO)		
	Aprendizajes Esperados		Objetivos de Aprendizaje Transversales (OAT)
	Objetivos Fundamentales Transversales (OFT)		
	Nivel (1º, 2º, 3º...)		Curso
	NB1, NB2, NM1...		1º, 2º, 3º...

Imagen 1.1: Resumen de terminologías. (Fuente: Nuevas Bases Curriculares y Programas de Estudio 7º y 8º año de Educación Básica / 1º y 2º año de Educación Media, Cartilla de Orientaciones Técnicas).

La implementación de las BC se ha realizado gradualmente, siendo las BC de 1° a 6° básico las primeras en implementarse a partir del 2014. A partir de la información presentada en el documento "Nuevas Bases Curriculares y Programas de Estudio 7° y 8° año de Educación Básica / 1° y 2° año de Educación Media, Cartilla de Orientaciones Técnicas" se tiene que, al año 2017 deben ser implementadas las BC desde 1° básico hasta 1° medio, estando 2°, 3° y 4° regidos bajo la normativa anterior. Sin embargo, los 3° y 4° medios de la Formación Diferenciada Técnico Profesional (FDTP) se rigen bajo a las BC diseñadas para la FDTP. Continuando con esta transición, para el año 2018 deben ser implementadas las BC hasta 2° medio, quedando solamente el plan común de 3° y 4° medio regidos por el MCA.

Durante Marzo del año 2017 se realizó una consulta pública para opinar sobre la propuesta del Ministerio de Educación (MINEDUC) para las BC de 3° y 4° medio que sustituirán el MCA y que regirá desde el año 2019.

El proceso de dicha propuesta comenzó en el año 2015, con la convocatoria de una mesa de desarrollo curricular compuesta por un grupo de expertos para realizar una reflexión sobre el currículum. En el mismo año, se comienza un proceso de investigación con el fin de reunir la información necesaria para la creación de la propuesta curricular.

Uno de los cambios más grandes que se logra observar en lo que se propone para las BC de 3° y 4° medio es en la asignatura de Ciencias Naturales, donde a diferencia de cómo se realiza hasta el momento, separando Física, Química y Biología, se propone, para el plan común, realizar solo una asignatura con los contenidos de estas tres. Así es que se proponen cuatro OA para cada curso, los cuales tratan de forma general las tres ciencias y además están basados en la Alfabetización Científica, la visión Sistémica y Socio-ecológica, el enfoque CTS y las Grandes Ideas de la Ciencia.

En los OA para 3° medio se menciona que los y las estudiantes deberán ser capaces de Comprender fenómenos naturales y socio-ecológicos descritos como sistemas, valorar la integración de diferentes disciplinas para abordar problemas actuales, construir modelos de sistemas naturales o socio-ecológicos y analizar las estructuras de los sistemas, como un todo integrado y también sus partes constituyentes.

Por otro lado, en 4° medio se buscará que sean capaces de: Representar problemas de interés colectivos mediante la modelización de sistemas, analizar la estructura y comportamiento colectivo de sistemas modelizados y sus respuestas frente cambios ejercidos sobre estos, diseñar y evaluar soluciones a problemas socio-ecológicos, a partir del análisis de sistemas modelizados y valorar el conocimiento científico y tecnológico.

Por otro lado, en el plan diferenciado, se sigue manteniendo Física, Química y Biología por separado, creando cinco OA para cada una de estas asignaturas. En Física se busca promover

los conocimientos claves para el entendimiento de los sistemas naturales, así que se proponen tres elementos articulados, estos son: "La comprensión de la relación entre procesos físicos, el funcionamiento de los sistemas naturales, y los beneficios concretos que estos brindan a las personas y a la sociedad." Los OA de Física electivo se muestran en la Tabla 1.1.

1. Analizar las relaciones entre componentes y procesos físicos de los sistemas naturales y los principales servicios ecosistémicos determinados por dichos componentes y procesos.
2. Comprender los efectos del cambio global sobre los componentes y procesos físicos de los sistemas naturales y sus consecuencias para la vida de las personas y el desarrollo sustentable de la sociedad.
3. Evaluar cómo la sociedad, a través de la ciencia y la tecnología, puede prevenir, mitigar o reparar los efectos adversos del cambio global sobre los componentes y/o procesos físicos de los sistemas naturales.
4. Valorar el conocimiento de la física de los sistemas naturales para el mantenimiento e incremento de los servicios que tales sistemas brindan a las personas y la sociedad.
5. Evaluar la importancia de la integración de la Física con otras Ciencias Naturales, Sociales y las Humanidades para la comprensión, pronóstico y manejo de los sistemas naturales.

Tabla 1.1: OA Plan diferenciado, Asignatura específica Física 3° y 4° medio. des del texto del estudiante y su objetivo. Fuente: Propuesta curricular para 3° y 4° medio.

Teniendo en cuenta las diferencias generales entre los términos que se definen en las BC y las terminologías definidas en el MC y MCA, se tiene una base para comprender los cambios específicos que se realizaron al currículum de física en temas referidos a Tierra y Universo. En el apartado 1.2 se desarrolla una revisión sobre la articulación que tienen los temas de Tierra y Universo dentro de las BC, para luego especificar los cambios realizados para la enseñanza de las Leyes de Kepler en el apartado 1.2.1.

1.2 TIERRA Y UNIVERSO EN EL CURRÍCULUM DE ENSEÑANZA MEDIA.

Como se mencionó en el apartado 1.1.1, durante el periodo comprendido entre los años 2000 y 2004, el MINEDUC realizó un estudio cuantitativo de cobertura curricular. Dicho estudio tenía como finalidad "satisfacer las necesidades de información respecto del proceso de implementación del currículum de la reforma" (MINEDUC, 2004). Los resultados de este estudio para los cursos de 5° básico hasta 4° medio en el sector de ciencias naturales se encuentran en el documento "Cobertura curricular en segundo ciclo básico y enseñanza media sector ciencias naturales".

Uno de los resultados del estudio de cobertura curricular muestra que, de los 211 docentes de física encuestados el año 2001 un 56,4% declaró trabajar los Contenidos Mínimos Obligatorios

(CMO) referentes a "La Tierra", un 17% declaró trabajar los CMO de "El sistema solar" y un 12,4% declaró trabajar los CMO de "El universo". De esta manera es posible apreciar que un bajo porcentaje de los profesores trataba los contenidos de la unidad "La Tierra y su entorno". Frente a esta situación al cambiar el MC por las BC, se pasa de tener solamente una gran unidad en segundo medio a un eje temático que es abordado durante toda la enseñanza básica y media.

Las BC están divididas según los dos ciclos de enseñanza. En Ciencias Naturales las BC del primer ciclo, más específicamente en el eje temático de Ciencias de la Tierra y Universo, establecen OA relacionados con la observación del día y la noche, las estaciones del año y el cambio climático, componentes del sistema solar y sus movimientos, sistema Tierra-Luna-Sol, composición de la Tierra, placas tectónicas y su movimiento y distribución del agua dulce y salada en la Tierra principalmente. (Ver Tabla 1 del Anexo).

Mientras que las BC de Ciencias Naturales del segundo ciclo, las cuales serán el principal foco de análisis, busca que las personas adquieran un conocimiento sobre el mundo en el que habitan, tanto en el ámbito tecnológico como natural, de tal forma de orientar a los y las estudiantes hacia una apropiación, un desenvolvimiento y una participación activa e informada en este mundo del cual son parte, siendo capaces de buscar el bienestar tanto individual como de la sociedad. Así también buscando que, a través del conocimiento relevante y la comprensión de leyes y teoría en las tres ramas que se divide el eje (Biología, Química y Física), se incentive el propio interés en los alumnos de entender y conocer su entorno y utilizar los conocimientos científicos. (MINEDUC, 2015).

El documento menciona la comprensión de ocho Grandes Ideas de la Ciencia (GI), con el fin de poder establecer y ordenar de manera práctica los OA que se esperan alcanzar en los niveles escolares que componen el segundo ciclo. "Con las "grandes ideas" se puede abordar temas transversales de las ciencias naturales y transferir conocimientos científicos a nuevos problemas y situaciones. Estas ideas no se limitan a ofrecer explicaciones casuísticas sobre preguntas que surgen en la vida cotidiana, sino que identifican, de forma abstracta, relaciones entre fenómenos diversos y propiedades observadas" (MINEDUC, 2015). Ya que las GI son sobre la ciencia en general, en cada una de ellas no se centra de forma específica solo en una de las ramas de esta (Biología, Química o Física). Ver las GI en la Tabla 2 del Anexo.

"Las Bases Curriculares de Ciencias Naturales proveen las oportunidades para que las y los estudiantes desarrollen de forma integrada los conocimientos, las habilidades y las actitudes propias de la asignatura" (MINEDUC, 2015). Para esto se plantean OA en tres puntos, los cuales no deben ser tratados de forma separada uno con los otros durante el proceso de aprendizaje, con el fin de desarrollar diversas habilidades en los y las estudiantes para

finalmente lograr un correcto entendimiento y comprensión de las grandes ideas de la ciencia. Estos tres puntos planteados son:

- Objetivos de Aprendizaje de habilidades y procesos de investigación científica. (Ver Tabla 1 del Apéndice 1).
- Objetivos de Aprendizaje de actitudes (Revisar Tabla 3 del Anexo.)
- Objetivos de Aprendizaje de ejes temáticos: Los OA de las BC de Ciencias Naturales se dividen en tres ejes temáticos: Química, Biología y Física y están planteados de tal forma de lograr comprender los fenómenos naturales en base a las ocho GI. Los OA son organizados en una división entre los tres ejes, pero, como se mencionó antes, con las GI no se puede realizar dicha división dado que representan ideas generales de la ciencia y los fenómenos naturales, logrando crear así una relación entre OA de los ejes. Dado eso, el o la docente deberá mantener siempre presente la conexión entre las GI y los OA.

En el eje de Física se espera que los y las estudiantes puedan:

- Explicar y describir fenómenos del tipo lumínico y auditivo percibidos por la vista y la audición, llevándolos al modelo ondulatorio.
- Que logren describir el movimiento de los objetos, partiendo desde sus conocimientos previos hasta entender y aplicar las leyes que describen el movimiento de un cuerpo y el cambio de este al aplicarse una fuerza.
- La comprensión de la energía como recurso para diversas situaciones que se ven cotidianamente y que en ocasiones puede ser no renovable, por lo tanto, deben lograr una concientización. En cuanto a la energía eléctrica, deberán lograr distinguir entre circuitos eléctricos paralelos y en serie. Así también el cómo afecta el calor en la materia. Todo esto siguiendo la GI de la conservación de la energía.
- Respecto a los temas de Astronomía y geofísica, los y las estudiantes deberán ser capaces de poder ubicarse tanto en la Tierra como en el Universo, abarcando la evolución de este último y los modelos que se han utilizado en la historia para representarlo y estudiarlo. Además de las condiciones ventajosas en la geografía de nuestro país para las investigaciones de este tipo.
- Finalmente, deberán conocer cómo actúan los fenómenos naturales, como erupciones de volcanes o sismos, entre otros, para que sean capaces de entender cómo reaccionar ante aquellos que pueden afectar en su vida y la del resto de la sociedad. También los y las estudiantes deberán estudiar la composición de la Tierra, el suelo y la atmósfera, así como la importancia de esta última.

Al centrarse solamente en los OA para los niveles del segundo ciclo que tienen relación con los temas de Tierra y universo se encuentran diez OA, los cuales están presentes en la Tabla 4 del Anexo.

En 7° Básico se presentan cuatro OA, enfocados en explicar y demostrar una correcta comprensión de contenidos relacionados principalmente a la Tierra. El primero de estos es la tectónica de placas y lo relacionado a ella (actividad geológica, interacción entre placas, teoría de la deriva continental). Otro de los temas en los OA trata de cómo puede afectar la actividad volcánica a su entorno, enfocándose tanto en la naturaleza, así como también en la sociedad. Luego, mediante la creación de modelos, los y las estudiantes deberán ser capaces de explicar ciclos de las rocas, modificación y formación de los tipos de roca. Finalmente se indica que deben lograr la comprensión, también mediante modelos, del clima de la Tierra, pero como algo dinámico, reconociendo las variables que lo afectan.

En 8° Básico no se presentan contenidos que estén relacionados a los temas de Tierra y universo.

En 1° Medio los OA abarcan contenidos relacionados con Tierra, en un comienzo, y avanzan gradualmente, siempre conectados, a los contenidos relacionados con universo. En un comienzo los OA van dirigidos a describir el origen y propagación de la energía según el modelo ondulatorio. Luego indican que, mediante el uso de modelos, los y las estudiantes deberán ser capaces de explicar el sistema Tierra – Luna y los fenómenos que se producen en este, tales como las fases lunares, eclipses, mareas, entre otros. De esa misma manera también el sistema Tierra – Sol y los efectos producidos en él, como las estaciones del año. Posteriormente, ya pasando desde el sistema Tierra – Sol hasta todo el sistema solar, los OA guiarán al estudiante lograr comparar la Tierra con el resto de los planetas, en aspectos tales como la distancia a la que se encuentran del Sol, sus tamaños, periodos orbitales, entre otros. A continuación de esto, refiriéndose a estructuras más macro en comparación al sistema solar, los objetivos propuestos son lograr describir y comparar estructuras cósmicas (meteoros, satélites, galaxias, etc.) según sus tamaños y formas, sus posiciones en el espacio y temperatura, masa, entre otros. Finalmente, los OA indican que se deberán guiar a los y las estudiantes a ser capaces de investigar y explicar la investigación astronómica en Chile y el mundo.

Por último, en 2° Medio, los OA se encuentran focalizados en contenidos sobre Universo. Partiendo de que se debe lograr comprender la idea de que el Universo cambia y aumenta, siendo capaces de demostrarlo mediante los diversos modelos y teorías. Luego de esto se encuentra el segundo, y último, OA de 2° Medio relacionado con Universo (OA. 14), el cual se presentará con detalle en el apartado 1.2.1.

1.2.1 LEYES DE KEPLER EN EL CURRÍCULUM NACIONAL

Como ya fue mencionado, el currículum de la educación en Chile ha sufrido una metamorfosis tanto en el documento que lo presenta como el enfoque de los contenidos, ya que en un comienzo se presenta el MC el cual indicaba cierto CMO, luego vino el ajuste curricular, el cual conservó los CMO. En el año 2011 se da a conocer el Programa de estudio como una sugerencia para el o la docente, donde se indican los AE. Finalmente, se crean las BC que son aquellas que se están implementando gradualmente para regir el currículum, en este último se presentan los OA. Además, la forma y el nivel en cual se presenta el contenido de Leyes de Kepler también ha cambiado, como se presenta a continuación:

En el MC:

En el MC, los contenidos relacionados con las Leyes de Kepler se presentan en el CMO 03 de Física llamado "Gravitación y leyes de Kepler" del plan diferenciado científico-humanista de 3° medio. Dentro de este CMO se encuentra el "apartado C", el cual es el que relaciona directamente con las leyes, y señala:

CMO 03. Gravitación y leyes de Kepler:

c. Las leyes de Johannes Kepler y las circunstancias históricas de su descubrimiento. Clasificación de órbitas de planetas y cometas.

Al ver dentro del ajuste curricular (2009), el eje "Tierra y Universo" en 2° año de enseñanza media, en el CMO 13, las Leyes de Kepler. Este dice:

CMO 13. Aplicación de las leyes de Kepler y de la ley de gravitación universal de Newton para explicar y hacer predicciones sobre la dinámica de pequeñas y grandes estructuras cósmicas (planetas, estrellas, galaxias, etc.).

En el programa de estudio (2011) de Física para 2° medio, en la unidad 3 llamada "Tierra y universo: visión del sistema solar", se presenta el AE 02 relacionado con Kepler, el cual menciona que:

AE 02. Aplicar las leyes de Kepler y Newton para realizar predicciones en el ámbito astronómico

- › Describen el movimiento de los planetas alrededor del Sol, utilizando las leyes de Kepler y cómo ellas se hacen cargo de la visión cosmológica previa.
- › Verifican la validez de la tercera.

En las BC:

Finalmente, las BC (2013), las cuales rigen actualmente el currículum hasta 2° año medio, colocan en este último nivel los contenidos relacionados a Kepler. Esta vez se presentan en el OA 14 del eje temático de Física, el cual dice:

OA 14. Explicar cualitativamente por medio de las leyes de Kepler y la de gravitación universal de Newton:

El origen de las mareas.

La formación y dinámica de estructuras cósmicas naturales, como el sistema solar y sus componentes, las estrellas y las galaxias.

El movimiento de estructuras artificiales como sondas, satélites y naves espaciales.

El plan de estudio para educación media, vigente el 2017, que estableció el MINEDUC, señala que para 2° medio corresponde 76 horas pedagógicas anuales de clases de la asignatura de Física (con y sin JECD), detallando que se dividirán en dos horas por semana. Por otro lado, el Programa de estudio para enseñanza media de Física señala, de forma más detallada, que 10 horas pedagógicas serán dedicadas a la Unidad 3: La Tierra y el Universo, la cual está dividida en tres AE, y donde solo cuatro horas serán dedicadas al AE 02 mencionado anteriormente, es decir, dos semanas.

Ya se han expuesto los cambios realizados al currículum chileno, especificando en los objetivos que este propone para la enseñanza de las Leyes de Kepler. Es por esto, que a continuación se exponen todos los recursos complementarios que proporciona el MINEDUC para llevar a cabo los objetivos de las Leyes de Kepler.

1.3 RECURSOS COMPLEMENTARIOS PROPORCIONADOS POR EL MINEDUC PARA LA ENSEÑANZA DE LAS LEYES DE KEPLER.

Las Cartillas de Orientaciones Técnicas del MINEDUC, establecen que las BC para 2° medio deberán ser implementadas a partir del año 2018, razón por la cual, antes de esa fecha los recursos complementarios (Texto del estudiante, guía didáctica para el docente y Recursos digitales complementarios) que el MINEDUC proporcione a los establecimientos escolares, estarán referidos a los AE establecidos en el MCA, para 2° año medio. En los siguientes apartados se analiza cada uno de los recursos complementarios.

1.3.1 TEXTO DEL ESTUDIANTE.

Es así como el texto para el estudiante en la asignatura de Física de 2° año de enseñanza media, entregado por el MINEDUC durante el año 2017 actualmente (de la editorial SM) presenta las Leyes de Kepler referidas al AE 02.

Este texto se encuentra dividido en cuatro unidades. En la Unidad 4: Explorando el sistema solar, se encuentran dos lecciones. Lección 8: Los modelos del sistema solar y Lección 9: El origen y evolución del sistema solar.

Es en la Lección 8 donde se encuentran los contenidos de las Leyes de Kepler. En un comienzo se habla de cómo fue posible realizar las primeras observaciones del universo y así lograr el surgimiento de los primeros modelos del sistema solar en la antigüedad. Luego, para mostrar como nuestra visión del cosmos ha cambiado con el pasar de los años, se muestra, en orden cronológico, los diferentes modelos propuestos, pasando así por el modelo de Aristóteles y el modelo de Ptolomeo, los cuales, a pesar de haber una brecha de muchos años entre sus épocas, ambos planteaban un modelo geocéntrico. Posteriormente, proponiendo ya el modelo heliocéntrico, se presenta a Copérnico, con su modelo del sistema solar de orbitas circulares y Galileo Galilei, junto a sus descubrimientos gracias al uso del telescopio.

Después de lo ya dicho, se menciona un breve párrafo de la historia de Johannes Kepler, asistente del astrónomo Tycho Brahe. Pero antes de mostrar y analizar los resultados de su trabajo se propone un breve trabajo en grupos.

La actividad, que lleva por nombre "Trazando una curva", tiene como objetivo "Realizar una construcción geométrica" y se espera que los y las estudiantes tengan una actitud con la cual puedan valorar la interdisciplinariedad de la ciencia, trabajando las habilidades de representar e inferir. Esta consiste en que, formando grupos de tres estudiantes y utilizando los materiales mencionados (dos chinchas, cinta adhesiva, un trozo de hilo, un trozo de cartulina blanca y un lápiz.), se deberán fijar los chinchas con el hilo sobre la cartulina a una distancia entre sí, tal como se dice en las indicaciones, y dibujar la figura geométrica. Posterior a realizada la actividad se proponen tres preguntas con las cuales se piensa guiar al estudiante a reconocer las figuras como elipses, relacionándolas a que las orbitas de los planetas son elípticas, tal como se ve en la primera Ley de Kepler, y buscando que los y las estudiantes noten la importancia de la geometría y la relación interdisciplinar que puede existir en este caso entre Matemáticas y Ciencias. Para guiar sobre la forma que se debe obtener con la construcción, se muestra una pequeña imagen como ayuda (Imagen 1.2). El tiempo estimado para esta actividad es de 20 minutos aproximadamente.

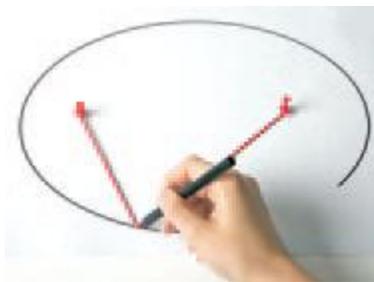


Imagen 1.2: Foto guía para la construcción geométrica de una elipse.

Página 186. Fuente: Texto de Física para el estudiante. 2º medio.

Entre las páginas 186 y 187 del texto de estudio se muestran las tres Leyes de Kepler, donde, para cada una de las leyes, se relatan pequeños párrafos con el contexto y los hechos que llevaron al astrónomo a postular aquellas leyes y finalmente se muestra un pequeño cuadro con el enunciado de cada ley (Imagen 1.3).

Primera ley: Los planetas describen órbitas elípticas alrededor del Sol, el cual está situado en uno de sus focos.

Segunda ley: El radio vector (o vector posición) de un planeta con respecto al Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.

Tercera ley: Los cuadrados de los períodos de revolución de los planetas alrededor del Sol (T) son directamente proporcionales a los cubos de los semiejes mayores, o radios medios (a):

$$T^2 = K \cdot a^3$$

Donde K es una constante de proporcionalidad, igual para todos los planetas, que solo depende de la masa del Sol.

Imagen 1.3: Enunciados Leyes de Kepler. Página 186-187.

Fuente: Texto de Física para el estudiante. 2º medio.

Así también, en las páginas ya mencionadas y presentados de forma paralela al contenido, se muestran pequeños cuadros de ayuda que complementan y facilitan un mejor entendimiento para el estudiante. Estos cuadros mencionan datos como: La ubicación de los focos dentro de una elipse (Imagen 1.4) y el semieje mayor (a) (Imagen 1.5).

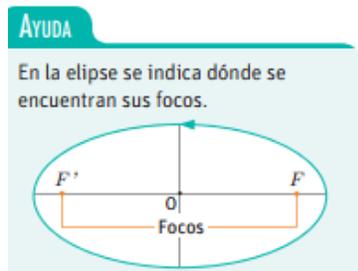


Imagen 1.4: Cuadros de ayuda sobre focos de elipses. Página 186. Fuente: Texto de Física para el estudiante. 2º medio.

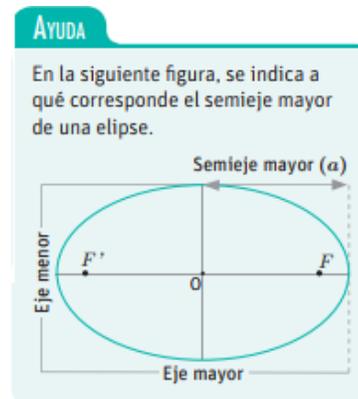


Imagen 1.5: Cuadros de ayuda sobre semieje mayor de elipses. Página 187. Fuente: Texto de Física para el estudiante. 2º medio.

A continuación, una vez ya se han mencionado las tres Leyes de Kepler, se entrega al estudiante, en las páginas 188 y 187, un taller de estrategias donde se les muestra un problema que debe ser resuelto utilizando la tercera Ley de Kepler y se les enseña, de forma detallada, una estrategia de cuatro pasos a seguir (Imagen 1.6) para la resolución de este tipo de ejercicios. Este taller busca que el o la estudiante valore la predictibilidad de la tercera Ley de Kepler.

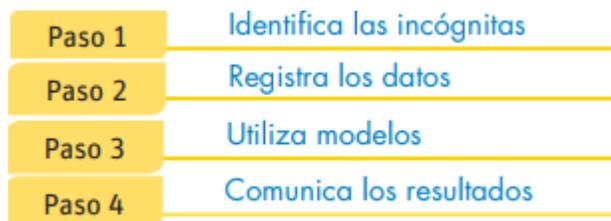


Imagen 1.6: Taller de estrategias, pasos a seguir para resolver un problema. Páginas 188-189. Fuente: Texto de Física para el estudiante. 2º medio.

Luego, se le presenta un desafío al estudiante el cual consta de cinco ejercicios para que resuelva utilizando y aplicando la tercera Ley de Kepler y los pasos que enseñados en el taller de estrategias.

Entre las páginas 198 y 199 del texto se presenta una sección llamada "Integra tus nuevos aprendizajes", la cual, tal como se indica, consiste en una actividad para que el o la estudiante evalúe su propio aprendizaje de los contenidos. Aunque esta sección no está enfocada únicamente en Kepler, ya que es a modo de síntesis de todos los contenidos de la unidad vistos hasta ese punto, comienza con un apartado llamado "Aprendiendo a responder" en el cual se

presenta una pregunta modelada y la forma en que se debe desarrollar, de forma similar a lo visto en las páginas anteriores, pero más breve, utilizando la tercera Ley de Kepler.

Seguido a esto se plantea la actividad para el o la estudiante la cual, como se menciona anteriormente, abarca todos los contenidos de la unidad vistos hasta ese punto y, además se señala, para cada pregunta, la habilidad que se espera desarrolle el o la estudiante al momento de responder. De estas, las preguntas 1 y 6 se deben desarrollar utilizando Leyes de Kepler, más específicamente la segunda ley, planteando las habilidades de analizar (Imagen 1.7) y evaluar (Imagen 1.8).

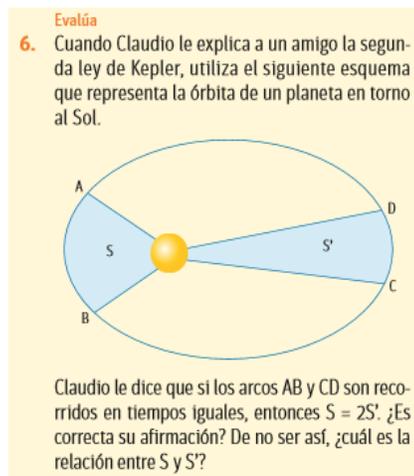
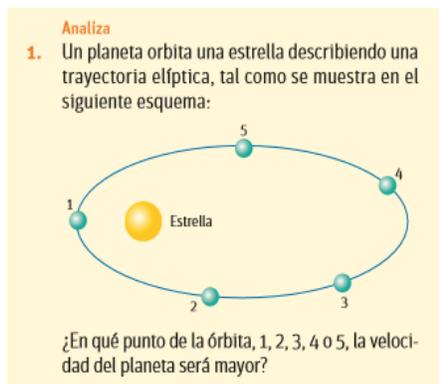


Imagen 1.7: Integra tus nuevos aprendizajes, pregunta relacionada con Leyes de Kepler. Página 198. Fuente: Texto de Física para el estudiante. 2º medio.

Imagen 1.8: Integra tus nuevos aprendizajes, pregunta relacionada con Leyes de Kepler. Páginas 199. Fuente: Texto de Física para el estudiante. 2º medio.

Como cierre de la actividad se le propone al estudiante una auto evaluación que se muestra con el nombre de "¿Cómo vas?", aquí se muestra un cuadro con los temas que abarcaban las preguntas, la habilidad a desarrollar y el nivel de desempeño que será lo que responda el o la estudiante como "Logrado, Medianamente logrado o Por lograr" y preguntas generales sobre el desempeño del estudiante y su avance respecto a los contenidos. En el cuadro mencionado se observa la fila de las preguntas relacionadas con las Leyes de Kepler (Imagen 1.9).

Indicador	Ítems	Habilidades	Nivel de desempeño
Identifiqué y expliqué las diferentes leyes de Kepler.	1 y 6	Analizar y evaluar.	L: dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: un ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto. <input type="checkbox"/>
L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr			

Imagen 1.9: ¿Cómo vas?, autoevaluación preguntas relacionadas con Kepler. Página 199. Fuente: Texto de Física para el estudiante. 2º medio.

Entre las páginas 212 y 213 se muestra, a modo de resumen, una línea del tiempo con todos los personajes y hechos históricos mencionados durante la Unidad 4. En esta línea del tiempo, página 213 existe un pequeño cuadro que habla sobre Johannes Kepler y sus aportes para la ciencia.

En las páginas 218 y 219 se le presenta al estudiante nuevamente la sección "Sintetiza tus aprendizajes" pero esta vez con el apartado "Nociones esenciales", la cual muestra un mapa conceptual donde se abarcan los contenidos de las lecciones 8 y 9. Dentro de este mapa, en la página 218, se mencionan las Leyes de Kepler como uno de los principales modelos históricos que dieron cuenta del movimiento planetario y de su dinámica y también se nombra como el perfeccionamiento del modelo de Copérnico.

A partir de la página 220, hasta la página 223, se encuentra la evaluación final de toda la Unidad 4 con el nombre de "Consolida tus aprendizajes", la cual tiene como objetivo verificar como se han integrado en el o la estudiante los conocimientos y habilidades trabajadas a lo largo de toda la unidad. Dentro de esta evaluación se encuentran ciertos ítems que deben ser resueltos aplicando las Leyes de Kepler.

En la página 221, ítem 2, se muestra una imagen con una parte del sistema solar (hasta el cinturón principal de asteroides) y el enunciado "El cinturón de asteroides se encuentra a una distancia aproximada de 3UA del Sol, tal como se muestra en el diagrama". Luego, se muestran tres preguntas (Imagen 1.10) que el o la estudiante deberá responder en base a la imagen, el enunciado y aplicando la tercera Ley de Kepler. Este propone para el o la estudiante desarrollar la habilidad de analizar.

- a. Si suponemos que en dicha región se hubiera formado un planeta, ¿cuál habría sido su período orbital?
- b. ¿Cómo varía el período orbital de un cuerpo celeste a medida que se aleja del Sol?
- c. Si el radio orbital de un planeta presenta variaciones, ¿cómo es su velocidad de traslación cuando se encuentra más cerca del Sol?

Imagen 1.10: Consolida tus aprendizajes, preguntas Ítem 2. Página 221.

Fuente: Texto de Física para el estudiante. 2º medio.

El otro ítem que posee relación con las Leyes de Kepler, es el Ítem 7 en la página 222. Aquí, en el enunciado, se plantea la situación sobre la órbita de una cometa alrededor del Sol y además se mencionan 5 puntos, los cuales se pueden apreciar mejor en la imagen que acompaña al enunciado (Imagen 1.11). Para este Ítem el o la estudiante deberá ser capaz de responder la pregunta planteada a partir del análisis de la situación y la segunda Ley de Kepler.

- Analiza**
7. Supón que la trayectoria que describe un cometa en torno al Sol puede ser representada mediante el esquema de la derecha. Si la rapidez máxima del cometa ocurre cuando pasa por el punto 1, ¿en qué punto del esquema, 2, 3, 4 o 5, debería estar situado el Sol? Justifica tu respuesta.

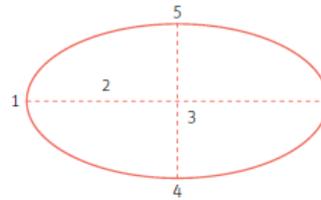


Imagen 1.11: Consolida tus aprendizajes, Ítem 7. Página 222. Fuente: Texto de Física para el estudiante. 2º medio.

Finalmente, una vez terminada la actividad, se presenta una autoevaluación para los y las estudiantes en la cual una fila está relacionada a los contenidos de Kepler, al igual que la Imagen 1.9, pero con la diferencia que esta vez las preguntas relacionadas a aquel contenido fueron los ítems 2 y 7 y ambas buscaban desarrollar la habilidad de analizar.

Es así como, de forma posterior al análisis de las páginas ya nombradas, es posible mencionar que el texto propone al estudiante una serie de actividades que tienen como finalidad lograr alguno de los siguientes objetivos: Complementar información, Trabajo del estudiante, Ejercitación, Establecer estrategias, Integrar aprendizajes, Consolidar aprendizajes, Evaluar y Sintetizar.

En la Tabla 1.2 se muestran los nombres de los recursos utilizados para lograr los objetivos señalados anteriormente.

Objetivo del recurso	Actividad
Complementar información	Ayuda.
Trabajo del estudiante	Trazando una Curva.
Ejercitación	Desafío. Ahora tú.
Establecer estrategias	Taller de estrategias.
Integrar aprendizajes	Integra tus nuevos aprendizajes. Aprendiendo a Responder.
Consolidar aprendizajes	Consolida tus aprendizajes.
Síntesis	Nociones esenciales. Sintetiza.
Evaluación	¿Cómo vas? Para cerrar.

Tabla 1.2: Actividades del texto del estudiante y su objetivo. (Creación propia con fuente en Texto de Física para el estudiante. 2º medio).

1.3.2 GUÍA DIDÁCTICA PARA EL DOCENTE.

Además del texto para el estudiante, el MINEDUC entrega la Guía didáctica para el docente, la cual contiene indicaciones para que el o la docente lleve a cabo las actividades planteadas en el texto del estudiante, junto con Fichas de refuerzo, Fichas de profundización y evaluaciones.

En la página 140 de la Guía didáctica para el docente, se plantean recomendaciones para que el docente pueda trabajar las páginas 186 y 187 del texto para el estudiante. Estas recomendaciones tienen como objetivo destacar la rigurosidad con que se midieron los datos utilizados por Kepler para elaborar sus leyes. Además, añade indicaciones para trabajar con la actividad "Trazando una curva", donde se propone al docente señalar que las órbitas de los planetas cercanos al sol poseen excentricidades pequeñas, por lo que sus órbitas son similares a circunferencias. Finalmente, se entrega indicaciones para trabajar con el Taller de estrategias de las páginas 188 y 189 del texto del estudiante; planteándose que pueden surgir dudas al trabajar con notación científica, de manera que se sugiere al docente repasar brevemente este tema. Además, solicita rigurosidad en el paso a paso del desarrollo para que los y las estudiantes lo apliquen en la sección de Desafío que se encuentra dentro del Taller de estrategias.

En la página 150 de la Guía didáctica para el docente se encuentra una Ficha de refuerzo del aprendizaje. Esta ficha contiene ocho preguntas, cada una con una habilidad a desarrollar. Siendo las preguntas 1 y 6 (Ver Imágenes 1.12 y 1.13) aquellas que tienen relación con las Leyes de Kepler y cuyas habilidades son describir y explicar respectivamente.

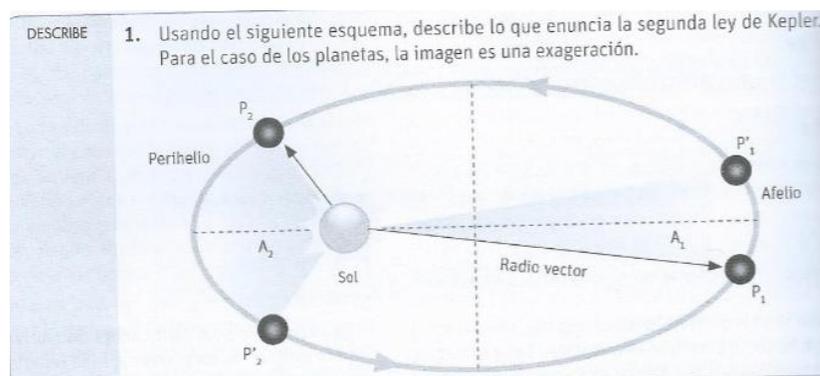


Imagen 1.12: Pregunta 1 de la Ficha de refuerzo. Página 150. Fuente: Guía didáctica para el docente. 2º medio.

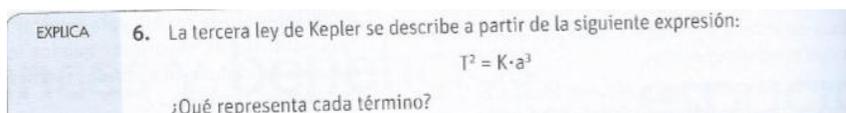


Imagen 1.13: Pregunta 6 de la Ficha de refuerzo. Página 150. Fuente: Guía

didáctica para el docente. 2º medio.

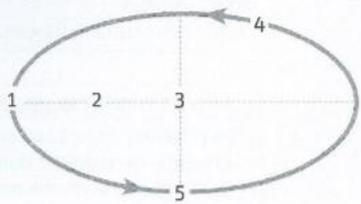
Además de la Ficha de reforzamiento, se tiene una Ficha de profundización en la página 151 de la Guía didáctica para el docente, donde la pregunta 6 (Ver Imagen 1.14) tiene relación con las Leyes de Kepler. Las cuales tienen como objetivo que el o la estudiante evalúe cada una de las afirmaciones y proponga una corrección en caso de ser erradas.

EVALÚA 6. Fernando describe la tercera ley de Kepler señalando que los cuadrados de los períodos de revolución de los planetas alrededor del Sol son proporcionales al cuadrado de los semiejes mayores o radios medios. ¿Es correcta su afirmación? Justifica tu respuesta.

Imagen 1.14: Pregunta 6 de la Ficha de profundización. Página 151. Fuente: Guía didáctica para el docente. 2º medio.

Por último, la Guía didáctica para el docente plantea en las páginas 156 y 157 una evaluación de once preguntas de selección múltiple, siendo las preguntas 4, 5, 6 y 7 aquellas relacionadas con las Leyes de Kepler (Ver Imágenes 1.15, 1.16, 1.17 y 1.18). La pregunta 4 tiene como finalidad aplicar la primera ley de Kepler para ubicar el sol dentro del esquema mostrado. La pregunta 5 busca que los y las estudiantes utilicen la segunda ley de Kepler para calcular relaciones entre los tiempos que tarda un planeta en recorrer los arcos mostrados en el esquema de la pregunta. Luego en la pregunta 6 se plantea a los y las estudiantes expresar la tercera ley de Kepler como ecuación. Y finalmente, la pregunta 7 busca que los y las estudiantes apliquen la tercera ley de Kepler para determinar la longitud del semieje mayor.

1. Para describir la primera ley de Kepler, Sofía realiza el siguiente esquema:

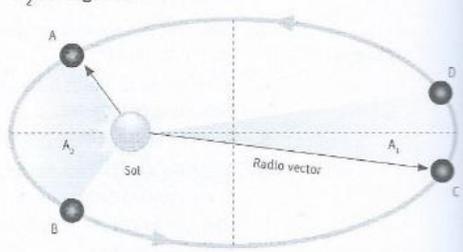


¿En qué punto debería ubicar el Sol Sofía?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

Imagen 1.15: Pregunta 4 de la Evaluación. Página 156. Fuente: Guía didáctica para el docente. 2º medio.

A partir de lo descrito por la segunda ley de Kepler, ¿cuál es la relación entre los tiempos en que recorre un planeta el arco AB y el arco CD, si A_1 y A_2 son iguales?



- A. $t_{AB} = 3t_{CD}$
- B. $3t_{AB} = t_{CD}$
- C. $t_{AB} = t_{CD}$
- D. $t_{AB} = 2t_{CD}$
- E. $2t_{AB} = t_{CD}$

Imagen 1.16: Pregunta 5 de la Evaluación. Página 156. Fuente: Guía didáctica para el docente. 2º medio.

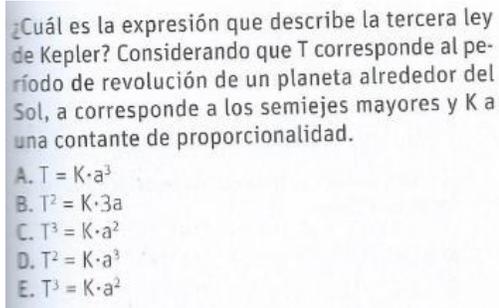


Imagen 1.17: Pregunta 6 de la Evaluación. Página 157. Fuente: Guía didáctica para el docente. 2º medio.

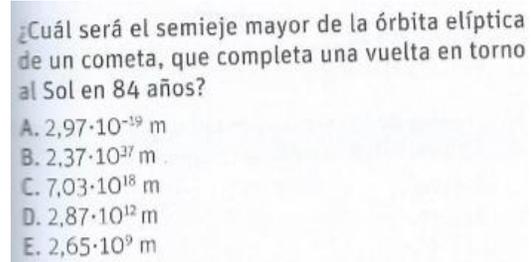


Imagen 1.18: Pregunta 7 de la Evaluación. Página 157. Fuente: Guía didáctica para el docente. 2º medio.

Es posible señalar que las preguntas de la Ficha de refuerzo tienen como objetivo que los y las estudiantes analicen y describan las Leyes de Kepler mientras que en la Ficha de profundización tiene el objetivo de analizar situaciones referentes a las Leyes de Kepler identificando y corrigiendo errores. De esta manera en ambas fichas los y las estudiantes pueden responder utilizando sus propias palabras, siendo preguntas abiertas. Mientras que las preguntas de la evaluación son preguntas cerradas donde los y las estudiantes deben aplicar las Leyes de Kepler.

1.3.3 RECURSOS DIGITALES COMPLEMENTARIOS (RDC).

Junto con el texto para el estudiante y la Guía didáctica para el docente, el MINEDUC proporciona un pendrive con los RDC y Guías imprimibles. Para cada unidad del texto para el estudiante se tienen tres conjuntos de RDC con orientaciones para el uso de estos por parte del docente. Estas orientaciones al docente están estructuradas a modo de planificación de clases; con inicio, desarrollo y cierre; además de tener los OA e indicadores de evaluación.

Los RDC para el contenido de Leyes de Kepler tienen como objetivo describir la trayectoria de los planetas alrededor del Sol y verificar la tercera ley de Kepler. Para ello se plantean dos preguntas de selección múltiple y un mapa conceptual que debe ser completado arrastrando los conceptos que posee el propio RDC.

La Imagen 1.19 muestra la primera pregunta de selección múltiple del RDC, en ella se deben marcar todas las opciones que tienen relación con la primera Ley de Kepler. Al realizar la revisión de las respuestas, si se han seleccionado correctamente las opciones, aparece una ventana emergente con una breve retroalimentación, en la cual se enuncia la primera ley. En caso de no acertar aparece una retroalimentación, donde se señala que la primera ley establece el tipo de órbita de los planetas, pero sin mencionar que son elípticas. De esta manera en caso de errar, el o la estudiante tiene una pista para dar con las respuestas correctas.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones tiene relación con la primera ley de Kepler?

- Los planetas describen órbitas circulares en torno al Sol.
- Una de sus consecuencias es que pueden identificar el afelio y el perihelio
- Los planetas describen órbitas elípticas en torno al Sol.
- El Sol se ubica en uno de los focos de la elipse que describen los planetas.
- El sol se ubica en el centro de la circunferencia que describen los planetas.

Imagen 1.19: Actividad A del RDC. Unidad IV. Fuente: Recurso Digital Complementario. 2º medio.

En la Imagen 1.20 aparece la segunda pregunta de selección múltiple, esta requiere de la aplicación de la tercera ley de Kepler. Al igual que en la primera pregunta, el RDC entrega retroalimentaciones para las respuestas correctas e incorrectas, sin embargo, estas retroalimentaciones hacen referencia a la segunda ley de Kepler, de manera que en caso de contestar erróneamente el mensaje no entrega una pista de cómo responder correctamente.

Si suponemos que la distancia entre el sol y cierto planeta X de nuestro sistema solar es el triple de la longitud entre la tierra y el sol, y además, consideramos que la órbita de ambos planetas es aproximadamente circunferencial, ¿cuál es el período orbital del planeta x?

- 27
- 3 veces la distancia entre la tierra y el sol
- $\sqrt{27}$

Imagen 1.20: Actividad B del RDC. Unidad IV. Fuente: Recurso Digital Complementario. 2º medio.

Por último, en la Imagen 1.21 se tiene el mapa conceptual junto con los conceptos necesarios para completarlo. Este mapa conceptual busca sintetizar cada una de las Leyes de Kepler. Al realizar la revisión de las respuestas, el RDC entrega el porcentaje de acierto y marca en color rojo aquellos recuadros que contienen un concepto errado y en color verde aquellos conceptos en los que se ha acertado. En caso de que el mapa conceptual esté completamente correcto aparece una ventana emergente que enuncia las tres leyes a modo de retroalimentación. Por el contrario, si existe al menos un error, aparece una ventana emergente solicitando que se intente nuevamente. De esta manera, en caso de errar, no existe una retroalimentación que permita guiar al estudiante hacia la respuesta correcta.

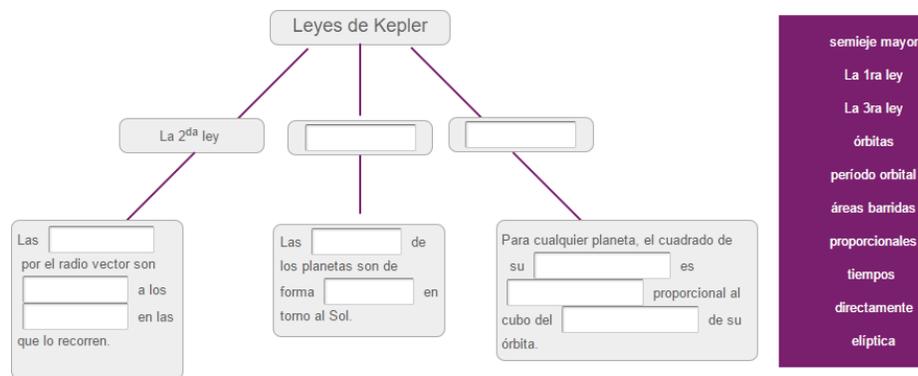


Imagen 1.21: Actividad C del RDC. Unidad IV. Fuente: Recurso digital complementario. 2º medio.

Teniendo presente los cambios realizados al currículum chileno y a sus objetivos, junto con todos los recursos que el MINEDUC proporciona para llevar a cabo la enseñanza de las Leyes de Kepler se presentan los Estándares Orientadores, que contiene los conocimientos y competencias que debe tener un docente para desempeñarse eficazmente en su especialidad.

1.4 COMPETENCIAS DOCENTES DE LOS PROFESORES DE FÍSICA.

El año 2010 el Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC) encargó la elaboración de un conjunto de Estándares Orientadores para Carreras de Pedagogía en Educación Media para las áreas de Lenguaje y Comunicación; Matemática; Historia, Geografía y Ciencias Sociales; Biología; Física; y Química. Estos estándares orientadores (EO) fueron elaborados a través del Centro de Perfeccionamiento e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP) y publicados el año 2012, teniendo en cuenta las BC del año 2009.

El documento de los EO contiene “los conocimientos mínimos e imprescindibles que cada profesor o profesora debe saber en el ámbito de su disciplina y de la enseñanza de la misma, así como las competencias genéricas, disposiciones y actitudes profesionales necesarias para desempeñarse eficazmente en los seis niveles escolares que comprenderá la Educación Media” (MINEDUC, 2012). Siendo así un instrumento para facilitar a las instituciones formadoras de profesores, el seguimiento de los logros alcanzados por los futuros docentes a través del proceso formativo.

Junto a los EO se establecen ocho habilidades profesionales básicas que permiten al futuro profesional enfrentar un entorno cambiante. Estas habilidades básicas se presentan en la Tabla 6 del anexo.

Los EO han sido organizados en dos grandes categorías que se articulan y complementan entre sí para proporcionar los conocimientos y habilidades necesarias para la práctica del futuro docente. A continuación, se presentan ambas categorías con una breve descripción de lo que tratan,

- I. **Estándares pedagógicos:** Contiene las competencias necesarias para el desarrollo adecuado del proceso de enseñanza, independiente de la disciplina impartida.
- II. **Estándares disciplinarios para la enseñanza:** Definen las competencias específicas que son necesarias para enseñar cada una de las áreas.

Dentro de los estándares disciplinarios, se han establecido 11 estándares que debe tener presente un futuro docente de física (Revisar Tabla 5 del Anexo). Estos 11 EO abordan los siguientes temas: Conocimiento sobre enseñanza-aprendizaje de la física, movimiento y fuerzas, ondas, fluidos, termodinámica, electromagnetismo, principios físicos a nivel atómico y subatómico, Tierra y universo, habilidades de pensamiento científico.

El EO 9 señala que el o la docente debe ser capaz de describir y comprender los aspectos principales asociados a la formación y evolución de cuerpos y estructuras cósmicas, así como la estructura y dinámica de la Tierra. Dentro de este EO se plantean nueve competencias que manifiestan el manejo del docente dentro del ámbito de Tierra y Universo, siendo posible vincular las competencias 3 y 8 con el OA. 14 de ciencias naturales para segundo medio. La Imagen 1.22 muestra dicha relación mediante el uso de flechas que vinculan específicamente los apartados señalados con los puntos a tratar dentro del OA. 14.

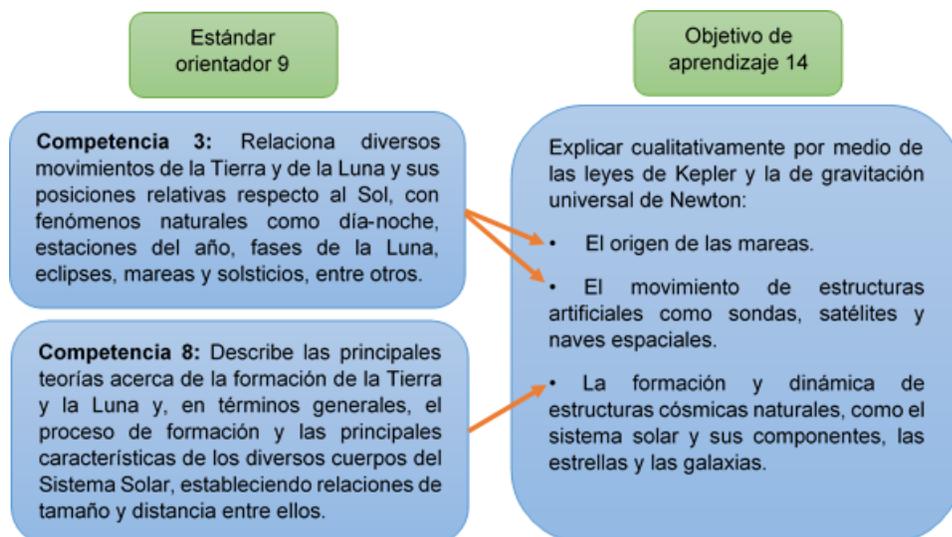


Imagen 1.22: Relación entre EO 9 y OA 14. (Elaboración propia con base en "Estándares orientadores para carreras de pedagogía en educación media" y "Bases Curriculares, actualización 2015").

En Septiembre de 2017, el MINEDUC presentó como propuesta el documento "Bases orientadoras para la elaboración Estándares Pedagógicos y Disciplinarios para la Formación Inicial Docente" que contiene los antecedentes y una visión sinóptica sobre los Nuevos Estándares Orientadores (NEO).

Para formular los NEO se establecen los ámbitos, que consisten en categorías que abarcan los contenidos esenciales de la profesión docente. Estos ámbitos son:

- **La identidad profesional:** Tiene relación con el concepto que los y las docentes van formando sobre su trabajo y profesión, considerando los conocimientos, creencias, emociones e interpretaciones que desarrollan mediante la experiencia.
- **La práctica pedagógica:** Hace referencia al conjunto de habilidades, conocimientos y disposiciones en torno al propio actuar del docente. En este ámbito la reflexión es el motor que permite una transformación y sistematización de la experiencia del docente.
- **Los saberes pedagógicos:** Consisten en el conjunto de saberes que le permiten al docente desempeñar su función social e identitaria. El o la docente debe ser capaz de interactuar, comunicar y desarrollar estos conocimientos.

En el esquema de la Imagen 1.23 se encuentran en el centro los tres ámbitos mencionados, siendo la práctica pedagógica el ámbito central, ya que los estándares orientadores buscan que el o la docente se desarrolle eficazmente durante su práctica pedagógica. Teniendo como base los ámbitos se construyen los estándares pedagógicos y disciplinarios. A cada NEO se le formulan sus indicadores, que permiten identificar si se está llevando a cabo el estándar.

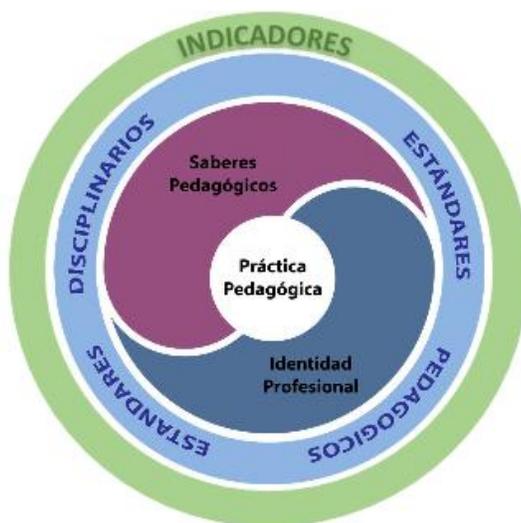


Imagen 1.23: Relación entre ámbitos, estándares e indicadores. (Elaboración propia con fuente en las Bases orientadoras para la elaboración Estándares Pedagógicos y Disciplinarios para la Formación Inicial Docente).

Para formular los NEO se propone considerar algunos enfoques sobre conocimientos, habilidades y disposiciones que se encuentran presentes en la formación inicial docente (FID) y que tienen relación con pedagogía, educación y profesión docente. Estos enfoques son: Enfoque de derechos, enfoque inclusivo, enfoque intercultural, enfoque de género, uso de TIC y trabajo colaborativo.

Teniendo las consideraciones anteriores, en Noviembre de 2017, el MINEDUC publica el documento "Valoración de Estándares Pedagógicos y Disciplinarios para la Formación Inicial Docente, Estándares disciplinarios de física para carreras de pedagogía en Ed. media" que contiene una propuesta preliminar de diez NEO disciplinarios para docentes de pedagogía en física. Estos NEO se encuentran agrupados según el ámbito al cual pertenecen; siendo los cinco primeros NEO perteneciente al ámbito de los saberes disciplinarios. Los NEO 06, 07 y 08 dicen relación con el ámbito de la práctica pedagógica y los últimos dos NEO referidos al ámbito de la identidad profesional.

Los NEO de física tienen como objetivo que el o la docente sea capaz de guiar a los y las estudiantes hacia la construcción de modelos y el desarrollo de habilidades, competencias y actitudes propias del pensamiento científico. Estos NEO están elaborados en torno a dos ideas articuladoras: la interacción y la conservación. Siendo la primera idea articuladora considerada como un elemento fundamental de los modelos, y la segunda una condición necesaria en la construcción de todo modelo.

1.5 RESUMEN DE LOS ANTECEDENTES CONSIDERADOS.

A partir de los antecedentes expuestos en el presente capítulo es posible notar que los cambios realizados al currículum de física buscan sustituir el enfoque basado en los contenidos y colocan énfasis en el aprendizaje de los y las estudiantes. Esta perspectiva basada en el aprendizaje se ve reflejada también al comparar los EO y los NEO para profesores de física, siendo los primeros formulados en torno a conceptos, mientras que los segundos se encuentran orientados no solamente al aprendizaje de contenidos, sino que también hacia el desarrollo de habilidades de pensamiento científico.

Por otro lado, es posible señalar que, a pesar de las modificaciones hechas al currículum, el contenido referido a las Leyes de Kepler continúa siendo considerado para describir el movimiento de traslación de los planetas del sistema solar y de otros cuerpos celestes. Así, como se muestra en el apartado 1.2.1 las Leyes de Kepler se han encontrado en el currículum en las últimas décadas, pero cambiando el nivel en el cual se presenta. Partiendo desde el MC, en el CMO. 03 del plan diferenciado de tercer año de enseñanza media, luego, en el MCA, en el

CMO. 13 pero esta vez en 2° medio, hasta las BC, donde sigue presentándose en segundo año de enseñanza medio pero esta vez en el OA. 14.

En lo que respecta al texto del estudiante sobre las competencias indicadas en el AE 02, se aprecia una sutil concordancia en lo referido a la descripción del movimiento de los planetas del sistema solar reseñando brevemente la visión cosmológica previa a la formulación de las Leyes de Kepler; además, le da gran importancia a la verificación de la tercera ley. Por otro lado, al analizar el texto respecto del CMO 13 se observa que no existe una vinculación entre las Leyes de Kepler y la ley de gravitación universal de Newton, siendo las primeras de carácter descriptivo sobre el movimiento planetario, mientras que la ley de gravitación tiene un carácter explicativo del fenómeno.

Si bien el texto del estudiante fue desarrollado teniendo en cuenta la antigua normativa, este puede ser analizado respecto al OA 14 para hacerse una idea sobre si el texto es capaz de explicar cualitativamente la dinámica de estructuras cósmicas naturales y artificiales. En este sentido el texto solamente aborda la descripción del movimiento de estructuras naturales, planetas y cometas, sin considerar el movimiento de cuerpos artificiales.

Realizando el mismo tipo de análisis a los recursos presentes en la guía didáctica para el docente y los RDC, se tiene que estos están principalmente enfocados en la segunda y tercera ley de Kepler. Además, estos recursos son en su mayoría preguntas cerradas y que pueden ser respondidas memorizando las Leyes de Kepler. De esta manera, estos recursos no permiten hacer predicciones, lo cual es parte fundamental del CMO 13 y del AE 02. Visto desde la perspectiva del OA 14, tampoco permiten la vinculación entre Leyes de Kepler y la ley de gravitación universal de Newton.

Capítulo 2: Marco Teórico

En el presente capítulo se describen los conceptos teóricos en los cuales se encuentra basada la propuesta didáctica, comenzando por los conceptos de alfabetización científica y enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), refiriéndose el primero a la finalidad que plantea el MINEDUC para la enseñanza de las ciencias y el segundo a un enfoque centrado en educar considerando cómo el contexto sociocultural y el desarrollo científico y tecnológico se afectan mutuamente. Siguiendo la línea tecnológica se describen los manipulativos virtuales para la enseñanza de la física vistos como herramientas digitales que apoyan y/o facilitan el aprendizaje de conceptos y fenómenos físicos abstractos o difíciles de reproducir experimentalmente.

Por otro lado, en lo que se refiere a la didáctica, se describe el aprendizaje activo como un enfoque donde cada estudiante construye su propio conocimiento a partir del análisis, síntesis y evaluación de los contenidos de la clase. Dentro del aprendizaje activo se señalan las Clases Demostrativas Interactivas como una metodología de enseñanza estructurada en ocho pasos que giran en torno a la discusión y por tanto permiten la contextualización de los contenidos estudiados. Finalmente se explican brevemente investigaciones y propuestas referidas a la enseñanza de las Leyes de Kepler.

2.1 ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

El concepto de Alfabetización científica que ha sido más aceptado y además difundido viene por parte de PISA y además es dirigido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (Navarro & Föster, 2012). Esta la define como:

"La capacidad de un individuo de utilizar el conocimiento científico para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y sacar conclusiones basadas en evidencias respecto de temas relativos a la ciencia, comprender los rasgos específicos de la ciencia como una forma de conocimiento y búsqueda humana, ser consciente de cómo la ciencia y tecnología dan forma a nuestro mundo material, intelectual y cultural, y tener la voluntad de involucrarse en temas relativos a la ciencia y con ideas científicas, como un ciudadano reflexivo." (OCDE, 2009)

Por otro lado, la alfabetización científica, en las personas, no se puede solo calificar entre dos extremos, es decir, gente alfabetizadas o analfabetas en cuanto a la ciencia. Si no que, diversos autores, como Bybee (1997), la OCDE (2008) (citados en Navarro & Föster, 2012), entre otros, han contribuido en crear escalas para definir una graduación en la alfabetización, creando instrumentos para definir niveles de esta.

Bybee define cinco niveles de alfabetización en su modelo, estos son: En primer lugar, se encuentra el Analfabetismo científico, en este nivel se ubican aquellos estudiantes una falta de vocabulario y manejo insuficiente de conceptos, quienes debido a una baja capacidad cognitiva presentan una dificultad al identificar una pregunta relacionada con ciencias. Luego, en segundo lugar, se encuentra la Alfabetización científica nominal, en él se hayan aquellos estudiantes que logran comprender preguntas y conceptos ligados a las ciencias, pero que presentan ideas erróneas o concepciones inexactas. En tercer lugar, Alfabetización científica funcional y tecnológica, en este nivel los y las estudiantes poseen un vocabulario científico, pero solo en base a contextos específicos, como por ejemplo una pregunta de una prueba, es decir, que los ven de forma más superficial y predomina el uso de la memoria. En este nivel son capaces de leer y escribir párrafos utilizando cierto vocabulario científico simple, pero sin una comprensión más profunda de los mismos. El cuarto nivel es nombrado como Alfabetización científica conceptual y procedimental, donde además de comprender los conceptos científicos, son capaces de relacionarlos con la globalidad de las ciencias y los métodos y procedimientos de la investigación. En este nivel los y las estudiantes comprenden la estructura de las disciplinas científicas y los procedimientos con el fin de lograr desarrollar nuevos conocimientos y técnicas. En último lugar, se encuentra el nivel Alfabetización científica multidimensional, en el cual se encuentras aquellos que son capaces de lograr una comprensión de las ciencias más allá de solo los conceptos que se presentan dentro las disciplinas y los procedimientos de investigación propios de estas. Los y las estudiantes que recaen en este nivel son capaces de desarrollar un entendimiento y apreciación de la ciencia logrando crear relaciones dentro de las disciplinas entre ciencia, tecnología y problemas sociales. Además, aquí se incluyen dimensiones filosóficas, históricas y sociales de la ciencia y de la tecnología. Sin embargo, es poco probable que se logre alcanzar este nivel en la escuela.

2.1.1 IMPORTANCIA DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

En las BC de Ciencias Naturales se señala que "El currículum pone énfasis en la alfabetización científica de las y los estudiantes, es decir, pretende lograr que adquieran los conceptos y las ideas básicas de la ciencia para comprender las experiencias y situaciones cercanas y, así, generar soluciones creativas para los problemas cotidianos." (MINEDUC, 2015)

Por otro lado, en el Marco Referencial (MR) de ciencias naturales se habla de "¿Por qué se debe enseñar ciencias?", a lo cual se responde que esta discusión es un tema latente en la actualidad y se liga de forma directa con el concepto de alfabetización científica. Estableciendo como el rol fundamental de profesores y profesoras, en la enseñanza de las ciencias, lograr que todos los y las estudiantes tengan la opción de convertirse en ciudadanos informados, con una opinión y capaces de participar en todo lo relacionado con la ciencia a nivel de la sociedad, por

lo cual se hace necesario que la enseñanza sea abierta a la diversidad y ofreciendo una igualdad de oportunidades para que todos logren un aprendizaje.

Como se ha mencionado en el apartado 2.1 y, además, según lo descrito por diversos autores y documentos, un estudiante alfabetizado científicamente es capaz de adquirir habilidades y actitudes respecto a la ciencia y no solo relacionar conceptos de esta. La Asociación de Profesores de Ciencia de Norteamérica (NSTA), define las siguientes características que se deberían observar en un estudiante alfabetizado científicamente:

• Comprende conceptos centrales, hipótesis y teorías científicas, y es capaz de usarlas.
• Utiliza conceptos científicos, habilidades procedimentales y valores para adoptar decisiones responsables en el diario vivir.
• Comprende que la ciencia y la tecnología influyen en la sociedad y que ésta también influye en ellas.
• Comprende que el conocimiento científico es provisorio y que está sujeto a cambio de acuerdo a la generación de nuevas evidencias.
• Distingue entre evidencia científica y opinión personal, entre otras cosas.

Tabla 2.1: Características de un estudiante alfabetizado científicamente según NSTA. (Fuente: Marco Referencial, Ciencias Naturales).

En este sentido, el MINEDUC declara explícitamente que: "La enseñanza de la ciencia no busca únicamente que los y las estudiantes aprendan contenidos científicos, sino también que desarrollen actitudes tales como el escepticismo y la valoración del mundo natural, que adquieran y refuercen habilidades como la creatividad, la capacidad de argumentación en base a la evidencia, el pensamiento lógico, la inferencia y el hacerse preguntas científicas, comprendiendo, finalmente, que el conocimiento científico se genera a través de la investigación que realizan personas comunes y corrientes como son los científicos" (MINEDUC, 2013)

Un ejemplo en la actualidad de una mala alfabetización científica se puede observar en las declaraciones del actual mandatario de una de las mayores potencias mundiales como lo es Estados Unidos, es decir, Donald Trump. Quien, en su cuenta oficial de Twitter, ha llegado a decir frases tales como "En el este, podría ser la víspera de Año Nuevo más fría de la que se tenga registro. Tal vez nos vendría bien un poco de ese viejo calentamiento global por el que nuestro país, pero no los demás, iba a pagar billones de dólares para protegernos de él.

¡Abríguense!" (Trump, 2017) (Traducido en Infobae, 2017). O también, como se indica en el diario virtual El País: "Tras ganar las elecciones de noviembre, Trump aseguró tener una "mente abierta" sobre el asunto, pero puso a un negacionista climático al frente de la agencia medioambiental y ha diluido las regulaciones impuestas por el gobierno de Barack Obama." (Faus, 2017). Todo esto, viniendo del presidente de un país, puede causar un cierto grado de confusión en las personas, ya que es visto como una autoridad. Así también enfocándose en Chile se puede observar el caso de Aroldo Maciel, de nacionalidad brasileña, quien dice tener un método que es capaz de predecir sismos, y que se le ha dado un espacio en la televisión abierta de Chile donde da declaraciones asegurando que: *inventó un "método" que puede pronosticar sismos a través de un "sistema de migración sismográfica"* (El ciudadano, 2017). A pesar de que expertos han afirmado que su método no es eficaz hasta el día de hoy se le dan espacios para que este pueda hablar y en ocasiones generar caos en la comunidad, ya que existen personas que creen en sus predicciones.

Una manera para medir el nivel de alfabetización científica alcanzado por los y las estudiantes en distintas partes del mundo son las pruebas PISA, diseñada por la OCDE. Estas se aplican cada tres años y están diseñadas para lograr conocer las competencias desarrolladas por los y las estudiantes, es decir, sus habilidades y aptitudes tanto en el análisis como en la resolución de problemas, con que puedan enfrentar situaciones que se presentarán en su vida y les exigirá utilizar dicha información (OCDE). Luego de la prueba PISA 2015, Chile está establecido como los mejores resultados dentro de América Latina, ya que obtuvo un alza en los últimos resultados, sobre todo en lectura. La Agencia de Calidad de la educación señala también que en ciencias y matemática los resultados se mantuvieron estables, mostrando que aún existe una brecha con los países más desarrollados dentro de la OCDE. Esto es debido a que, a pesar de los buenos resultados a nivel de América Latina, Chile muestra un desempeño que se ubica bajo la mayoría de las naciones desarrolladas (Herrera, 2016). Mostrando que aún queda un camino por recorrer con la alfabetización científica dentro de la educación del país.

Con respecto a la alfabetización científica sobre las Leyes de Kepler, se podría decir que el conocer es uno de los requisitos básicos para considerarse un ser alfabetizado científicamente, tal como lo señala Sequeiros (2010) en su artículo. Esto ya que las Leyes de Kepler son la conexión directa para comprender la transición que existe desde el primer modelo heliocéntrico más reconocido, el de Copérnico, hasta la ley de gravitación universal de Newton.

Además de la alfabetización científica, en la cual se busca que los y las estudiantes además de solo comprender los conceptos sean capaces de aplicarlos en problemáticas que se le puedan presentar en su vida cotidiana, también es necesario considerar la alfabetización tecnológica, ya que ambas están relacionadas entre sí y además con influencia en el contexto social en cual se desarrollan.

2.2 CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Así como por un lado se habló de la Alfabetización Científica, también se hace necesario hablar de los términos Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y el vínculo recíproco que existe entre ellos; ya que, a medida que se le logran descubrimientos en la ciencia se van logrando también avances tecnológicos, y viceversa, los cuales afectarán a la sociedad de una u otra forma.

Los estudios sobre CTS se originan hace aproximadamente tres décadas, en base a las corrientes que surgieron en investigación de filosofía y sociología ligadas a la ciencia. Tal como señala la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) para la Educación, la Ciencia y la Cultura, CTS trata de entender los aspectos sociales del fenómeno científico-tecnológico, tratando de entender tanto las condicionantes sociales como las consecuencias sociales y ambientales.

El enfoque general que posee es interdisciplinar, ya que en él se incluyen disciplinas de las ciencias sociales y la investigación académica en humanidades como la filosofía y la historia de la ciencia y la tecnología, la sociología del conocimiento científico, la teoría de la educación y la economía del cambio técnico. Siendo considerado, en centros educativos y la educación superior, como un campo de trabajo consolidado.

En la tabla 2.2, se presentan los objetivos sociales de CTS definidos por la OEI:

Promover la alfabetización científica, mostrando la ciencia como una actividad humana de gran importancia social. Forma parte de la cultura general en las sociedades democráticas modernas.
Estimular o consolidar en los jóvenes la vocación por el estudio de las ciencias y la tecnología, a la vez que la independencia de juicio y un sentido de la responsabilidad crítica.
Favorecer el desarrollo y consolidación de actitudes y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social relacionadas con la innovación tecnológica o la intervención ambiental.
Propiciar el compromiso respecto a la integración social de las mujeres y minorías, así como el estímulo para un desarrollo socioeconómico respetuoso con el medio ambiente y equitativo con relación a generaciones futuras.
Contribuir a salvar el creciente abismo entre la cultura humanista y la cultura científico-tecnológica que fractura nuestras sociedades.

Tabla 2.2: Objetivos sociales de CTS definidos por la OEI. (Fuente: <http://www.oei.es/historico/cts.htm>).

El hecho que se introdujera la tecnología en la educación comienza desde que el movimiento CTS introdujera aspectos de esta en la educación primaria y secundaria, tal como lo señalan Solomon y Aikenhead (1994) y Yager (1996) (citados en Cajas, 2001). Logrando tener una gran influencia en toda Iberoamérica (Moreno, 2000; Vilches, 1999; Gil, 1998) (citados en Cajas, 2001).

2.2.1 ENFOQUE CTS Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Siguiendo la postura de Fourez (citado en Massarini, 2011), es posible señalar que los objetivos de la alfabetización científico-técnica apuntan no a conocimientos particulares, si no que más bien a un conjunto global que permita orientarse en el universo.

Es a partir de este enfoque que nace la necesidad de crear nuevas estrategias para que, en la escuela, los y las estudiantes logren una completa comprensión de las ideas, modelos y aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la actualidad, analizando también los contras, tales como limitaciones y riesgos. Pero también es necesario dar a conocer los procesos sociales para la construcción del conocimiento científico y tecnológico, logrando unificar la enseñanza de los procedimientos y métodos con sus respectivos contextos históricos, sociales y culturales (Massarini, 2011). Es así que, durante el proceso de enseñanza, en la escuela, con el enfoque CTS, el principal rol de orientador y conductor recaerá en los profesores.

Hart y Robottom (1990) (citados en Trivelato, 1999) señalan que el marco de la enseñanza de las ciencias en la escuela crea una brecha entre los contenidos enseñados a los y las estudiantes y las necesidades que presenta una sociedad postindustrial. Dicha brecha es posible disminuirla si se logra que los ciudadanos comprendan la sociedad orientada hacia la ciencia y la tecnología.

Por otro lado, quienes trabajan directamente en la enseñanza de las ciencias deben adaptar los métodos educativos según las necesidades de quienes serán los encargados de promoverla a los y las estudiantes. Es así que Trivelato (1999) señala que: "La enseñanza de las asignaturas científicas requiere transformaciones o, por lo menos, cuestionamientos que respondan a las modificaciones sociales, a la creciente diversificación cultural de la sociedad, al impacto tecnológico, a los cambios en el mercado de trabajo y a las mismas transformaciones de la ciencia."

Finalmente, es necesario mencionar que las condiciones sociales y económicas hacen necesaria una nueva mirada a como las ciencias se presenta en los currículos escolares. Es por esto que también se hace necesario revisar cómo es que influye este enfoque CTS en la educación y en el currículum nacional.

2.2.2 ENFOQUE CTS EN EL CURRÍCULUM NACIONAL

Las BC (act. 2015) de ciencias, de 7° a 2° medio, establecen cinco elementos centrales para el currículum de la educación en Chile. Entre dichos elementos se encuentran las Grandes Ideas de la Ciencia, la Alfabetización Científica y el Enfoque CTS, entre otros.

En el currículum, el enfoque CTS plantea dos objetivos a lograr:

1. El primer objetivo va orientado a motivar y acercar a los y las estudiantes hacia el estudio de las ciencias, para que de esta manera se les pueda mostrar una finalidad concreta y cercana relacionada al conocimiento científico.
2. El segundo, va enfocado a que los y las estudiantes sean capaces de comprender como es que las aplicaciones, tanto científicas como tecnológicas, pueden ser capaces de generar consecuencias en otras áreas, como, por ejemplo, los ámbitos social, económico, político y ético. En otras palabras, que la actividad en la ciencia y tecnología tienen repercusiones en la sociedad.

Estos objetivos tienen como finalidad facilitar la comprensión de las grandes ideas las cuales son el vínculo para lograr diversos puntos, estos son: la distribución del conocimiento científico y la comprensión de este como un algo contingente, la explicación del entorno en términos científicos, el desarrollo tanto de actitudes personales como de trabajo grupal y por sobre todo realizar el vínculo entre el conocimiento científico y las aplicaciones para cumplir con las necesidades de la sociedad.

Finalmente, lo que se espera es que los y las estudiantes logren apropiarse de los procedimientos, habilidades y capacidades, para que puedan utilizar sus aprendizajes en ciertas situaciones que puedan emerger. Es así que el enfoque CTS también pretende que los alumnos valoren los aprendizajes, creando en ellos el interés y la capacidad de reconocer que este aprendizaje debe estar disponible de igual manera para todos. "Que perciban que todos los individuos necesitan de la ciencia para sobrevivir, para entender el mundo natural y para progresar en esa comprensión, sea que se dediquen profesionalmente a ella o no." (MINEDUC, 2015).

Como ya se ha mencionado a lo largo del apartado 2.2 el enfoque CTS muestra cómo es que la alfabetización científica y la alfabetización tecnológica comparten objetivos en común, ya que ambos, ciencia y tecnología, se complementan entre sí, ya que un descubrimiento científico puede llevar a un avance tecnológico, y viceversa, y además ambos a su vez también afectan a la sociedad. Por lo que para implementar el enfoque CTS en la educación es necesario recurrir a nuevos recursos tanto para que los y las estudiantes logren un completo aprendizaje apropiándose de los conocimientos científicos y tecnológicos para aplicarlos en problemáticas cotidianas, como también para poder utilizar estos avances tecnológicos para comprender la

ciencia de una mejor manera, como es el ejemplo de los manipulativos virtuales en la enseñanza de la física.

2.3 MANIPULATIVOS VIRTUALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Como señala Lanciano (1989) (citado en Varela, Pérez, Serrallé y Arias, 2013), abordar la enseñanza de la astronomía únicamente libros de texto es una dificultad. De esta manera autores como Arribas (2001) y Vega Navarro (2001) (citados en Varela, Pérez, Serrallé y Arias, 2013) proponen el uso de observaciones diurnas o visitas a planetarios como una manera para enfrentar esta dificultad. Solves y Palomar (2011) consideran provechoso el uso de modelos y representaciones a escala, que permitirían al alumnado formase una idea clara de las dimensiones del sistema estudiado.

De esta manera el uso de las TIC permite reproducir fenómenos celestes y experimentar con ellos (Varela, Pérez, Serrallé y Arias, 2013). Dentro de estas TIC se encuentran los manipulativos virtuales o Applets, que son programas informáticos basados en el lenguaje de programación JAVA, presentando la ventaja de poder ser ejecutados directamente desde una página web (Bohigas, X., Jaén, X. y Novell, M., 2003).

Dentro de los Applets se distingue la categoría de los Physlet (Fislet) que consisten en Applets relacionados con la física. Entre las características que estos manipulativos presentan son: El control de variables, suelen ser programas de tamaño pequeño, pueden ser configurables por el o la docente para que los adapte a sus propias necesidades, en su mayoría son gratuitos (Bohigas, X., Jaén, X. y Novell, M., 2003).

Estos Applets tienen la característica de que su utilización es intuitiva, de manera que los y las estudiantes pueden aprender a usarlos mediante el ensayo-error sin que esto requiera una "pérdida" de tiempo.

Bohigas, X., Jaén, X. y Novell, M. (2003) distinguen tres situaciones en las que es recomendable el uso de los Physlet.

1. *Investigación de sistemas físicos de forma controlada:* En esta situación señalan el estudio de sistemas que evolucionan con el tiempo, de manera que los y las estudiantes puedan controlar el tiempo hacia adelante o hacia atrás, congelar la imagen o repetir la simulación del fenómeno más de una vez.
2. *Simulación de sistemas físicos difícilmente reproducibles en el laboratorio:* En este caso los autores mencionan el estudio de las Leyes de Kepler mediante simulaciones, ya que difícilmente se pueda reproducir un sistema planetario en el laboratorio. Es así, como las

simulaciones permiten el estudio exhaustivo de diversos sistemas planetarios, con la única restricción de que es una simulación y no un experimento real.

3. *Ayuda en el aprendizaje de conceptos abstractos:* Para este caso se ejemplifica con el aprendizaje del concepto de campo eléctrico y se propone utilizar un Physlet como una experiencia donde se puedan recoger, procesar y analizar datos entregados por el Applet.

Es evidente que un concepto físico puede estar involucrado en más de una de estas situaciones, es por ello que los Applets resultan ser herramientas de amplio alcance y debido a la diversidad de manipulativos virtuales disponibles es posible abarcar gran variedad de fenómenos físicos. En el caso de la Leyes de Kepler, se puede recurrir a Applets que permitan obtener medidas de áreas, velocidades instantáneas, distancias medias y periodos de la órbita de planetas, de manera que se pueda trabajar cada una de las leyes desde un punto de vista tanto matemático como conceptual.

En el sitio web de University of Nebraska-Lincoln posee un conjunto de manipulativos virtuales relacionados con temas astronómicos, a los cuales se puede acceder directamente en el enlace que se presenta a continuación (<http://astro.unl.edu/animationsLinks.html>). Otra universidad que posee Applets, no tan solo de astronomía, es la University of Colorado Boulder, los manipulativos virtuales que tratan el tema de las Leyes de Kepler están en el siguiente enlace (<https://phet.colorado.edu/en/search?q=kepler>). En la tesis “Diseño de una secuencia didáctica basada en competencias científicas para contenidos de tierra y universo en 1º medio” (Pinilla, 2015) se desarrolla una propuesta didáctica utilizando Applets de University of Nebraska-Lincoln.

Vistas las TIC's se procede a describir el aprendizaje activo de la física, detallando con mayor precisión la metodología de Clases Demostrativas Interactiva, la cual será utilizada para desarrollar la propuesta didáctica.

2.4 APRENDIZAJE ACTIVO DE LA FÍSICA

Existe suficiente evidencia que avala que las clases tradicionales no son lo suficientemente efectivas para el aprendizaje de conceptos físicos. Una de las razones de esto es el desinterés de los y las estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias. Según Solbes, Monserrat, & Furió (2007) quienes aplicaron un cuestionario a estudiantes de 3º y 4º ESO (Educación Secundaria Obligatoria del sistema educativo español), con la finalidad de detectar las causas de desinterés por la física y la química, encontrando que, de los 91 estudiantes, un 70,8% señalaron que las clases de estas disciplinas son aburridas y difíciles; y un 85,5% mencionan que existe mucha fórmula y poca práctica. En este mismo sentido, Polino (2012) señala que los y las estudiantes no muestran interés por carreras de ciencias e ingeniería, a pesar de considerar a los científicos

e ingenieros como profesionales prestigiosos y que cumplen una función social importante. Este desinterés se vincula, según Polino (2012), a la “inadecuación de los contenidos respecto a las expectativas adolescentes y escasa utilización de recursos pedagógicos” (P.188).

Frente a la poca efectividad de las clases tradicionales se plantea el uso de metodologías de aprendizaje activo como una opción para mejorar el aprendizaje de las ciencias. De acuerdo a la definición entregada por el Centro de Investigación sobre Aprendizaje y Enseñanza de la Universidad de Michigan, el aprendizaje activo es un proceso donde los y las estudiantes realizan actividades que promuevan el análisis, síntesis y evaluación del contenido de la clase. Estas actividades pueden ser leer, escribir, discutir, resolver problemas o cualquier actividad que coloque énfasis en el rol activo de quien aprende, siendo este el responsable de construir su propio conocimiento.

Algunas de las características que destacan del aprendizaje activo de la física mencionados por Orozco (2012) son:

- El instructor y texto de estudio dejan de ser las autoridades de la clase, de manera que los y las estudiantes construyen sus propios conocimientos a partir de observaciones reales del mundo físico y siendo guiados por el instructor.
- Se ponen en juego las creencias de los y las estudiantes sobre los conceptos físicos, comparando sus predicciones con la observación de fenómenos reales.
- Se fomenta la colaboración y discusión entre pares.
- El trabajo en laboratorio no se utiliza para la comprobación de las teorías aprendidas en clases, sino como un medio para aprender conceptos.

El ciclo PODS (Predecir, Observar, Discutir y Sintetizar) consiste en una estrategia que busca que los y las estudiantes elaboren predicciones sobre un fenómeno o experimento antes de observarlo. Luego deben observar el fenómeno y pasar a la etapa de discusión, en la cual comparten lo observado. Finalmente, sintetizan lo observado y elaboran una explicación del fenómeno. En la imagen 2.1 se puede observar un diagrama que muestra las etapas del ciclo PODS.

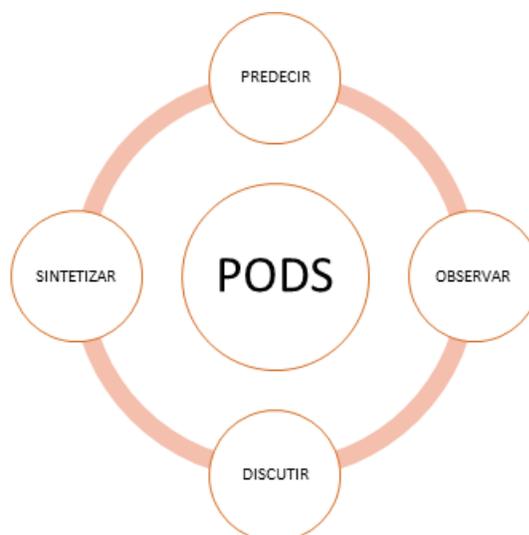


Imagen 2.1: Ciclo PODS para el Aprendizaje Activo de la física. (Fuente: El aprendizaje activo de la Física en los cursos en línea del IPN).

Si bien pareciera que el ciclo PODS posee una secuencia lineal unidireccional, esto no es así ya que a partir de una etapa se puede regresar a otra. Por ejemplo, a partir de la etapa de discusión es posible volver a realizar una etapa de observación.

En el apartado 2.4.1 se describen las características de las Clases Demostrativas Interactivas, que es una metodología de aprendizaje activo en la cual pueden identificarse cada una de las etapas del ciclo PODS.

2.4.1 CLASES DEMOSTRATIVAS INTERACTIVAS

Las Clases Demostrativas Interactivas (CDI) son una metodología de aprendizaje activo desarrollada en la década de los 90 por David Sokoloff, profesor del Departamento de Física de la Universidad de Oregon; y Ronald Thornton, profesor de Física y Educación en Tufts University. Esta metodología nació a partir de la búsqueda de desarrollar ambientes de aprendizaje activo que puedan ser utilizadas tanto en grupos pequeños como en grupos grandes y que permitan lograr un mejor aprendizaje.

A grandes rasgos, durante la aplicación de esta metodología los y las estudiantes deben realizar predicciones escritas antes de observar el fenómeno de estudio. Una vez realizadas las predicciones individuales, se realiza una etapa de discusión, donde los y las estudiantes discuten grupalmente, extraen las predicciones más comunes y generan una predicción final. Con la hipótesis final elaborada, se procede a la observación del fenómeno junto con la obtención y análisis de datos, para luego comparar los resultados obtenidos con la hipótesis

planteada. Finalmente se extrapolan las ideas y conceptos estudiados a otras situaciones en las cuales pueden ser aplicados.

Sokoloff y Thornton exponen en su libro "Interactive Lecture Demonstrations, Active Learning in Introductory Physics" un proceso de ocho pasos para realizar las CDI. Estos pasos se presentan en la Tabla 2.3.

Pasos Del Proceso Clases Demostrativas Interactivas	
1.	Describir la demostración y realizarla sin desplegar medidas.
2.	Pedir a los estudiantes que registren su predicción individual en la hoja de predicciones.
3.	Hacer que los estudiantes participen en pequeños grupos de discusión.
4.	Obtener las predicciones comunes de los estudiantes de la clase.
5.	Pedir a cada estudiante que registre la predicción final en la hoja de predicciones.
6.	Llevar a cabo la demostración con medidas desplegadas.
7.	Pedir a algunos estudiantes que describan los resultados y los discutan en el contexto de la demostración. Estudiantes pueden completar la hoja de resultados.
8.	Discutir otras situaciones físicas que se basen en mismo concepto.

Tabla 2.3: Pasos para realizar las CDI. (Fuente: Interactive Lecture Demonstrations, Active Learning in Introductory Physics).

Es evidente que dentro de los ocho pasos se pueden identificar cada una de las etapas del ciclo PODS. De esta manera los pasos 1 y 2 están centrados en la etapa de Predicción, siendo la observación del fenómeno sin presentar mediciones una manera para que los y las estudiantes puedan comprender en qué consistirá la demostración en caso de que sea complejo de explicar con palabras. Los pasos 3, 4 y 5 se centran en la etapa de Discusión de cada una de las predicciones, de manera que se puedan extraer las predicciones más comunes además de sintetizar las predicciones individuales en una predicción final. En el paso 6 se desarrolla la etapa de Observación del fenómeno y la presentación de datos, los cuales serán analizados y discutidos en el paso 7, de manera que se vuelve a realizar una etapa de Discusión. Finalmente, el paso 8 busca extrapolar las ideas y conceptos tratados en la clase a situaciones análogas, discutiendo sus características.

Evidentemente, las CDI tienen como eje central la discusión como una estrategia para la construcción del aprendizaje, por lo que su uso se condice con el objetivo de desarrollar una secuencia didáctica en base al enfoque CTS, ya que mediante la discusión se puede dar

importancia al contexto en que estas fueron formuladas las Leyes de Kepler y su influencia en el posterior desarrollo de la ley de gravitación universal.

2.5 ENSEÑANZA DE LAS LEYES DE KEPLER

En el presente apartado se señalarán algunas investigaciones y propuestas didácticas que se han realizado para la enseñanza de las Leyes de Kepler, en la última década.

2.5.1 INVESTIGACIONES

Los autores Rivera, Madrigal, Cabrera y Mercado (2014) han estudiado la evolución del concepto de fuerza durante el renacimiento, desde las nociones de Nicolás Copérnico hasta las ideas de Galileo Galilei. De esta manera han identificado una evolución en las concepciones que presentaba Kepler al intentar explicar las razones por las cuales los planetas orbitaban de la manera que él señalaba en sus leyes. En un comienzo Kepler aludía este comportamiento a un "alma motriz" la cual era emanada por el sol, sin embargo, en su libro "Mysterium Cosmographicum" habla de una fuerza sustancial similar a la fuerza de los imanes. Es así como se puede apreciar una primera aproximación a la idea de fuerza como una interacción entre los planetas, claramente sin explicarla.

Ramírez y Reyes (2016) proponen una secuencia didáctica para la enseñanza de la primera ley de Kepler abordada desde el estudio de la elipse, tanto su estudio como lugar geométrico como su construcción mecánica. En la aplicación de su propuesta obtuvieron como resultado que los y las estudiantes lograron identificar cómo cambiaba la excentricidad de la elipse al acercar o alejar los focos, relacionando además la excentricidad con qué tan achatada sería la elipse. Por otro lado, lograron comprender que las órbitas planetarias son líneas imaginarias de forma elíptica y posicionando el sol en uno de los focos.

Para la enseñanza de las tres Leyes de Kepler, Santana y Talero (2011) realizan un estudio a partir de la modelación de órbitas planetarias con el uso de ordenador. Para la primera ley utilizan valores reales de las distancias en el perihelio y las velocidades tangenciales en ese punto para cada planeta, de manera que se continúa realizando modificaciones discretas a los valores de las velocidades hasta que se dibuja la trayectoria del planeta, es así como son capaces de construir las órbitas elípticas e identifican los valores de excentricidad de estas. Para la segunda ley imprimen las orbitas trazadas y estudian la medida de las áreas que se formal al transcurrir intervalos de tiempo iguales. Finalmente, la tercera ley la estudian en torno al gráfico del cubo del semieje mayor de cada planeta versus el cuadrado del periodo orbital, obteniendo una relación lineal. Es evidente que en este estudio es necesario el conocimiento en el uso del software para comprender a cabalidad su funcionamiento.

A partir del año 2013 Investigadores de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso han desarrollado un proyecto Fondecyt (Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico) cuyo nombre es Specto: Desarrollo de Competencias Metavisuales. En dicho proyecto abordan diversos temas de ciencia utilizando aplicaciones de realidad aumentada para dispositivos móviles, siendo las Leyes de Kepler un tema trabajado dentro del proyecto y cuya aplicación de realidad aumentada para Android tuvo su última actualización el año 2017. La realidad aumentada consiste en la observación del entorno mediante un dispositivo tecnológico, de manera que se mezclan los elementos tangibles de la realidad con elementos virtuales en tiempo real. De esta manera en algunos de los elementos con realidad aumentada que presenta el proyecto se puede observar el movimiento de la Tierra en torno al Sol de diferentes perspectivas, identificando así cómo es iluminada la Tierra, para así identificar las estaciones del año como efecto de la inclinación del eje terrestre durante su órbita. Además, se puede observar el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra mientras esta última gira en torno al Sol. También posee elementos con realidad aumentada que solamente funcionan como una imagen o un gif, sin permitir interaccionar con estos. Por otro lado, las preguntas formuladas en el documento son generales, de manera que no resulta sencillo identificar claramente alguna estrategia para formular las Leyes de Kepler.

2.5.2 PROPUESTAS DIDÁCTICAS

Con la finalidad de tener en consideración otras propuestas didácticas que se han realizado para la enseñanza de las leyes de Kepler, en los apartados 2.5.2.1, 2.5.2.2 y 2.5.2.3 se describirán tres tesis. La primera de ellas corresponde a una tesis de pregrado y las últimas dos corresponden a tesis de magister. Junto a la descripción de cada tesis se presentará una breve crítica de las actividades propuestas.

2.5.2.1 TESIS DE PREGRADO

En la tesis de pregrado "Unidades didácticas de carácter histórico-filosófico para la enseñanza de la física a nivel de enseñanza media" (Fuentes González, Núñez Sepúlveda, & Vílches Jara, 2012) se presenta una propuesta para la enseñanza (en enseñanza media) de tres temas, usando como metodología el ciclo de aprendizaje de Kolb: (i) La naturaleza de la luz, (ii) el principio de Arquímedes y (iii) la 1ª ley de Kepler. El ciclo de Kolb consta de cuatro etapas: Exploración, Reflexión, Conceptualización y Aplicación.

Para la enseñanza de la 1ª ley de Kepler se planifica un total de cuatro horas pedagógicas, las cuales corresponden a dos clases. Estando la primera clase destinada a las etapas de Exploración y Reflexión, quedando así las etapas de Conceptualización y Aplicación para la segunda clase.

En la primera clase se comienza con la etapa de Exploración y se compone de la fase de Inicio de la clase con un tiempo de 30 minutos aproximadamente. El objetivo para esta etapa menciona que "Los estudiantes reconocen la importancia de la circularidad en los mapas astronómicos de la antigüedad", logrando que sean capaces de describir las órbitas planetarias. Para esto el o la docente deberá enfatizar sobre los mapas astronómicos basados en los modelos geocéntricos y heliocéntricos, con el fin que los y las estudiantes identifiquen figuras geométricas predominantes en aquellos mapas. Se espera que el o la docente utilice como recurso una presentación en power point la cual deberá ser proyectada. Además, se propone una evaluación formativa con el fin de reconocer preconceptos que puedan presentar los y las estudiantes respecto a las órbitas planetarias.

En el tiempo restante de la clase se presenta la etapa de Reflexión que se compone por el desarrollo y el cierre de la clase, utilizando un total de 60 minutos de los cuales 55 son destinados al desarrollo y 5 minutos de cierre. Los objetivos para esta etapa mencionan que los y las estudiantes "Reconocen que las órbitas de los planetas no son circulares y Reflexionan acerca del cambio histórico del paradigma científico acerca del movimiento de los planetas", para esto deberán reconocer la elipse como una figura geométrica. Para el desarrollo se deberá utilizar la Guía Actividad 1: "Trazando órbitas planetarias" con la cual, utilizando los materiales mencionados, dibujarán las trayectorias de Marte y Saturno y posteriormente responderán preguntas de análisis relacionadas a las formas de las trayectorias de ambos planetas, las cuales el o la docente, utilizando las conclusiones de los y las estudiantes, tendrá que explicar que poseen una forma elíptica.

Posteriormente, utilizando la Guía Actividad 2: "Dibujando una elipse", deberán usar los materiales mencionados en ella para lograr dibujar una elipse utilizando el método del jardinero y también responder preguntas de análisis relacionadas a como cambiaría la forma de la elipse si varía la distancia entre los focos. Finalmente, en el cierre de la clase, los y las estudiantes comparten los resultados obtenidos y formulan conclusiones sobre la forma elíptica, así también, utilizando dichas conclusiones la importancia de ver las órbitas planetarias como elípticas y no circulares.

En la segunda clase se plantea la etapa de Conceptualización con un tiempo destinado de 50 minutos y en la cual los y las estudiantes deben reconocer los elementos de una elipse y vincularlos a la 1ª ley de Kepler, para ello se plantea un inicio de 30 minutos en el cual cada estudiante debe trazar el semieje mayor y el semieje menor de las trayectorias descritas por Marte y Saturno siguiendo las instrucciones que se presentan en la actividad 3 de la guía de trabajo. Luego del inicio se plantea un desarrollo de 35 minutos en los cuales el o la docente explica la 1ª ley de Kepler destacando el trabajo que fue necesario para su formulación y la importancia que tuvo la órbita de Marte para lograr dicha formulación.

Dentro de la actividad 3 se presentan preguntas referidas a como varía la excentricidad de las elipses al alejar o acercar los focos, la invarianza de la excentricidad al cambiar de escala y una pregunta vinculada a la importancia de las observaciones de Tycho Brahe en el trabajo de Kepler.

Finalmente se presenta un cierre de la clase enfocado en la etapa de Aplicación del ciclo Kolb, para el cual se tiene destinado un tiempo de 40 minutos. Esta etapa tiene como objetivo que los y las estudiantes apliquen la 1ª ley de Kepler para realizar predicciones sobre la órbita del cometa Halley, además de reconocer la excentricidad de las elipses como una característica que permite distinguirlas. Para cumplir con los objetivos planteados se utiliza la actividad 4 de la guía de trabajo, en ella se encuentran indicaciones procedimentales para la construcción de la trayectoria del cometa Halley utilizando el "método del jardinero" y conociendo del valor de excentricidad y una distancia focal establecida. Además, consta con preguntas referidas a la comparación de la órbita del cometa Halley con la órbita del planeta Tierra, tanto por su forma como por su excentricidad; y una pregunta referente a los datos necesarios para poder dibujar la trayectoria de un planeta alrededor de su estrella. En última instancia se señala que el o la docente debe dar luces de que las observaciones con respecto a la rapidez de los planetas permitieron a Kepler formular su segunda ley.

En la planificación indicada para la primera clase se puede observar que la distribución del tiempo le da un gran enfoque a la parte de introducción, sin embargo, para el cierre de clase de deja un tiempo muy corto de 5 minutos, el cual es prácticamente la mitad del mínimo recomendado que son 10 minutos.

La presentación en PPT que se adjunta para la fase de introducción, donde se ubica la etapa de exploración, se compone principalmente de imágenes de los distintos modelos del sistema solar anteriores a Kepler, con las cuales se busca principalmente resaltar las formas circulares que aparecen en estos, con esto los y las estudiantes pueden tender a pensar que por lo tanto las orbitas de los planetas también serán circulares, siendo que posteriormente se les deberá decir que eso no es así. Al leer el objetivo de esta etapa se puede notar que es principalmente que se logre identificar dicha circularidad. La presentación de PPT además de las imágenes también contiene información tales como datos históricos acerca de Kepler y las observaciones realizadas antes de este, haciendo que en esta parte de la clase la participación de los y las estudiantes se limite a responder unas pocas preguntas acerca de lo que se observa en las imágenes, siendo hasta el momento una propuesta mayormente conductista.

Para la etapa de reflexión, la cual tiene como objetivo que se identifique que las orbitas de los planetas no son circulares, se debe trabajar con dos guías en las que se estudiarán principalmente las orbitas de los planetas Marte y Saturno, sin explicar en ningún momento por qué son elegidos estos dos planetas para realizar la actividad.

La primera guía se basa en que, utilizando lápiz y compás, se dibujen las orbitas de los planetas ya indicados sobre una plantilla en la que se marca el Sol y algunos puntos de la trayectoria de dichos planetas, pero que, dado a los materiales, tendrán que limitarse a dibujar orbitas circulares para después lograr observar que con dicha figura no se pueden cubrir todos los puntos de la trayectoria. Además, se presentan preguntas que los y las estudiantes deberán responder de acuerdo a lo realizado y observado, sin embargo, hay preguntas que pueden presentar ciertas dificultades al momento de responderse, como, por ejemplo: "¿Qué diferencia tiene la trayectoria de Marte con la de Saturno?"; "¿Qué paradigma histórico derriba la forma geométrica que encontraste, con respecto a la órbita de los planetas?". Donde, al momento de responder la primera pregunta no se podrá identificar una diferencia dado que ambas serán dibujadas de una forma circular y para la segunda pregunta se hace necesaria información extra además de la que se puede obtener de lo realizado hasta el momento.

En la segunda actividad se deberá dibujar las orbitas nuevamente, pero esta vez utilizando el método del jardinero, utilizando dos chinchas e hilo. Así, al momento de realizar una comparación entre los dibujos realizados entre la primera y la segunda guía, se pueda observar que la figura creada por la trayectoria de los planetas no es un círculo si no que una elipse. Al igual que en la actividad anterior, se presentan dos preguntas para que los y las estudiantes contesten una vez hayan realizado los dibujos, pero en esta actividad una de las preguntas se basa en ver que sucedería si los chinchas se encontraran más juntos al momento de dibujar la elipse y en cuestionar por qué anteriormente no se consideró dicha figura como una posibilidad para la forma que describe la trayectoria de los planetas.

Para el cierre de esta clase, se limitan solamente a que entre compañeros se comenten los resultados obtenidos y observados en ambas actividades para que entre los mismos generen conclusiones y que a nivel de curso se hable del cambio de paradigma sobre la forma que describen las orbitas de los cuerpos celestes.

En la planificación de la segunda clase se presentan incongruencias en los tiempos estimados para la etapa de Conceptualización, ya que se señala el uso de 50 minutos mientras que durante el procedimiento se describe un total de 65 minutos. Además, en esta etapa se plantea un objetivo referido a la naturaleza de la luz, lo cual no tiene relación con la 1ª ley de Kepler.

En cuanto a la guía utilizada en la etapa de Conceptualización, la cual contiene la actividad 3, presenta la pregunta "Si tuvieras que escoger entre Ptolomeo, Copérnico, Tycho Brahe y Kepler para realizar una entrevista ¿a quién escogerías? ¿Por qué?" La cual no permite a los y las estudiantes dar significación a los elementos de la elipse, ni vincularlos con la 1ª ley de Kepler, de esta manera aparece como una pregunta que no tiene relevancia dentro del tema.

En el caso de la guía que contiene la actividad 4, centrada en la etapa de Aplicación, se presenta un conjunto de diez pasos que deben hacer los y las estudiantes para construir la trayectoria del cometa Halley, estos pasos tienen la característica de ser específicos, y, por tanto, no dan la oportunidad a los y las estudiantes para ingeniar algún método que permita dibujar dicha trayectoria. Además, se plantea la pregunta "¿Hubiese sido posible que Tycho Brahe o Kepler determinaran la órbita de este cometa? Argumenta tu respuesta.", la cual no es posible de responder con la información que se les debe entregar a los y las estudiantes según la planificación y las orientaciones al docente.

Cabe decir, como una observación, que el trabajo de investigación se basa principalmente en la realización de clases utilizando el ciclo de Kolb y no se centra en un contenido en específico, como se puede observar en la mayor parte de las tesis de pregrado, si no que abarca diversos temas tales como la naturaleza de la luz, la 1ª ley de Kepler y el principio de Arquímedes. Lo cual puede generar una cierta dificultad al momento de llevar la propuesta a la práctica, ya que solo se podría observar una parte de esta dependiendo el contenido que el o la docente elija implementar. Así también, llama la atención que el ciclo completo se divide entre las dos clases, utilizando dos etapas en la primera y dos etapas en la segunda, en lugar de organizarla para que en cada clase se realice el ciclo completo.

2.5.2.2 TESIS DE MAGÍSTER: CASO 1.

En el año 2014, en Bogotá, Colombia, Diego Alejandro Lopera Bernal escribe su tesis para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, la cual lleva por título "Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza: Aprendizaje del movimiento planetario con la utilización de un aula virtual".

Dicha propuesta se basa en las falencias que se detectan en los y las estudiantes, cuando estos cursan niveles de educación básica, respecto a la enseñanza de las leyes de Kepler y la ley de atracción gravitacional, ya que no se evidencia una relación entre las leyes de Newton y el movimiento de los planetas y por otro lado tampoco se profundiza en la enseñanza de las Leyes de Kepler.

El principal enfoque va para los y las estudiantes del ciclo V de enseñanza media, lo cual viene siendo el equivalente al tercer año de enseñanza media en Chile, donde los contenidos de las leyes de Newton, gravitación universal y las leyes de Kepler son mostrados a estos, pero sin mostrar relación alguna, dando la idea de que estos actúan cada uno de manera aislada en la naturaleza, dificultando la correcta comprensión de los conceptos acerca del movimiento de los planetas alrededor del Sol.

Esta propuesta tiene como objetivo el diseñar una estrategia didáctica para la enseñanza del concepto de movimiento planetario y para lograrlo pretende diseñar y aplicar una prueba de

diagnóstico para reconocer los conocimientos que poseen sobre las leyes de Kepler, "Relacionar las leyes de Kepler con la teoría de Newton acerca del movimiento planetario" y "Aplicar un aula virtual para la enseñanza del movimiento planetario, realizada en coursesites". Para esta ocasión se trabaja con estudiantes entre 14 y 17 años, los cuales presentan una dificultad para relacionar el movimiento de los planetas con las leyes que describen dicho movimiento, mencionando que una de las posibles causas puede deberse a un cambio constante de profesor en la asignatura de Física.

Se comienza hablando sobre el movimiento planetario y como la visión de este ha ido evolucionando, es así como pasa por la historia y visión de Ptolomeo, Copérnico, Galileo, hasta llegar finalmente, a Kepler. De este último es que se muestran los enunciados de sus tres leyes con sus respectivas explicaciones. Posteriormente, se comienza a establecer una relación entre las leyes de Kepler con la teoría de Newton, donde, utilizando conceptos tales como las leyes de Newton, la ley de gravitación universal, interacción entre dos masas, la relación entre área y tiempo, el vector excentricidad y la expresión en cálculo vectorial de la 1ª ley de Kepler, para finalmente obtener una nueva ecuación que exprese la 3ª ley de Kepler en base de la ley de gravitación universal. La relación que se establece entre Kepler y Newton tiene una gran inclinación matemática y se basa principalmente en lograr obtener la 3ª ley de Kepler a partir de la ecuación de gravitación universal y viceversa.

Finalmente se describe la propuesta sobre la enseñanza - aprendizaje del movimiento planetario utilizando un aula virtual, en este caso es la página "Coursesites".

Se comienza a describir cómo utilizar el aula virtual, acompañado también con imágenes para facilitar la comprensión de las instrucciones. Luego de enseñar a los y las estudiantes la pantalla de introducción, se le indica cómo llegar hasta una pestaña que contendrá tres carpetas con los nombres "Semana uno, Semana dos y Semana tres", esto da el indicio de que la propuesta está pensada para ser aplicada a lo largo de tres clases. Lo primero es una presentación en Prezi con los contenidos de las clases, donde la primera semana se verá el movimiento de los planetas y las leyes de Kepler y la segunda semana las leyes de Newton y la relación entre las leyes de Kepler y la ley de gravitación universal de Newton, tal como se mostraba también anteriormente. La última semana muestra contenidos sobre relatividad general.

Pero antes de comenzar a ver en más detalles los contenidos dentro de cada carpeta, los y las estudiantes deben realizar una prueba de diagnóstico que se encuentra en la carpeta "Primera semana". Esta prueba posee tres preguntas, las cuales están orientadas a que el o la estudiante sea capaz de dibujar la trayectoria que recorre la Tierra alrededor del Sol. Partiendo de que ellos dibujen una idea vaga sobre cómo puede ser, suponiendo que dibujarán un círculo,

para que posteriormente se cuestionen su verdadera forma mediante pistas tales como que hay momentos en que la Tierra se encuentra más cerca del Sol.

Por último, no se muestra en detalle como son los contenidos de cada carpeta, pero se puede observar que contienen desde videos, diversas actividades y páginas para que exploren los y las estudiantes como blogs y foros.

A partir de lo leído en el trabajo de investigación podemos ver, en primer lugar, que los estudiantes que fueron seleccionados para realizar el estudio, lo cual genera una cierta confusión para identificar hacia que nivel de la escuela está dirigida la propuesta. A pesar de que la problemática se define de forma clara, a lo largo de la tesis se muestran los contenidos con una vista y un desarrollo sumamente matemático, tal como se indicó anteriormente, y no se explica de forma clara la parte conceptual de estos.

Además, el trabajo se dedica en su mayoría a explicar dichos contenidos antes que hablar y explicar la metodología que será utilizada, las indicaciones al docente y los objetivos que se espera cumplir con cada una de las actividades. Lo único que es posible observar es la actividad de diagnóstico, pero esta, dado a las tres preguntas que la componen y la ausencia de objetivos, no logra mostrar de manera clara que es lo que se pretende lograr con dichas preguntas o que se pretende observar de los y las estudiantes. Por otro lado, se muestra los resultados obtenidos de dicho diagnóstico, los cuales se calificaron en tres categorías, por pregunta: Acertadas (A), regular (R) y equivocadas (E). Sin embargo, no se detalla que puntos se deben cumplir en cada pregunta para que los resultados estén en cada una de las categorías. Se dice que los resultados obtenidos no son satisfactorios ya que se esperaba que en la primera pregunta un cien por ciento de los y las estudiantes lograran responder correctamente y que además al comparar los resultados de la pregunta uno con los de la pregunta tres, se puede ver que aquellos que respondieron correctamente la primera no manejaban de forma correcta los contenidos relacionados a las leyes de Kepler, por lo que se presenta una posible solución la cual consiste en buscar datos relacionados a las orbitas de los planetas alrededor del Sol, con los cuales se podrá obtener una función la cual al ser ingresada en "Wolfram alpha" se obtendrá la forma de una elipse.

A pesar de que el autor logra identificar un problema real en los y las estudiantes sobre que no establecen una relación entre las leyes de Newton, gravitación universal y las leyes de Kepler, lo que se muestra a lo largo del trabajo de investigación es una presentación de contenidos más que una propuesta que guie a otros docentes para utilizar una metodología efectiva que cumpla con los objetivos planteados.

2.5.2.3 TESIS DE MAGÍSTER: CASO 2.

En el año 2013 Wilfredy Bayona publica su tesis de magister "Propuesta didáctica para la enseñanza de las leyes de Kepler por medio de aprendizaje colaborativo" (Bayona Navarro, 2013) que tiene como finalidad fortalecer las áreas de física y matemática del Colegio Pablo VI ubicado en el municipio de La Paz, Bolivia. Esta propuesta se encuentra dividida en actividades teóricas y prácticas, siendo las primeras acompañadas de elementos audiovisuales y las segundas de experimentos sencillos que ayuden a comprender mejor la teoría mediante actividades que fomenten la creatividad y la capacidad de analizar situaciones. Además, como estrategia metodológica se propone el uso del aprendizaje colaborativo, que permite una construcción del conocimiento a partir del contraste de puntos de vista.

La propuesta didáctica se encuentra diseñada de tal manera que un Club de Astronomía aplica un diagnóstico y tres talleres al décimo grado del Colegio Pablo VI. El diagnóstico consiste en un test indagatorio que tiene como finalidad evaluar los preconceptos sobre las leyes de Kepler, estando estas últimas implícitas dentro de las preguntas del test. Este test contiene 13 preguntas referidas a temas como: planetas del sistema solar, definición de órbita y excentricidad, distancias entre planetas y el Sol, periodos de traslación de planetas, rapidez de los planetas durante la traslación y formulación de leyes de Kepler.

Por otro lado, cada taller se comprende de siete aspectos en su estructura: Nombre de la actividad, Guía de trabajo, Preconceptos, Objetivo, Conceptos a trabajar, Metodología y Aspectos a tener en cuenta.

En el primer taller se aborda el estudio de la 1ª ley de Kepler en grupos de 5 a 6 estudiantes, para ello, durante el inicio de la clase se realiza una lectura sobre la vida de Kepler con la finalidad de situar a los y las estudiantes en el contexto histórico. Luego los auxiliares (integrantes del Club de Astronomía) entregan orientaciones destinadas a reconocer y comprender los elementos de una elipse. Una vez comprendido cada elemento se procede a completar la tabla de la guía de trabajo con los valores de las distancias focales de cada planeta. Finalmente, utilizando los valores de las distancias focales y de la longitud del semieje mayor de la elipse, se construyen las órbitas de cada planeta a escala sobre el suelo utilizando el método del jardinero.

Durante el segundo taller se trabaja la 2ª ley de Kepler comenzando con dos lecturas, una sobre la vida de Kepler y otra sobre la vida de Tycho Brahe. En la guía de trabajo, antes de las actividades, se menciona el enunciado de la 2ª ley de Kepler. Luego los y las estudiantes deben determinar los valores del afelio (distancia más lejana del Sol) y del perihelio (distancia más cercana del Sol) de cada planeta. Utilizando la 2ª ley de Kepler y considerando la forma del sector barrido por el radio vector como un triángulo isósceles, se determina la distancia que

recorre el planeta en el afelio cuando el mismo planeta recorre 30 millones de kilómetros en el perihelio. Al obtener una distancia recorrida más pequeña en el afelio y considerando que se utilizó el mismo tiempo los y las estudiantes pueden apreciar que la rapidez en el afelio es menor que en el perihelio. Finalmente, con todos los cálculos realizados y utilizando un esquema con las órbitas a escala, se colocan sobre el esquema cintas de colores que representan las distancias recorridas en el afelio y el perihelio para comparar visualmente los resultados calculados.

En el último taller se estudia la 3ª ley de Kepler en grupos de 5 o 6 estudiantes, comenzando con una lectura que muestra la construcción de los planetas que hacía Kepler inscribiendo y circunscribiendo sólidos platónicos en la Tierra, mostrando así la idea de perfección matemática con la que Kepler concebía el universo. Después, en la guía de trabajo se presenta explícitamente la tercera ley, ya que esta es utilizada en la primera parte de la actividad para calcular el periodo orbital de los planetas a partir de la distancia media al Sol de cada planeta. Luego se realiza una aproximación de las órbitas elípticas de los planetas a órbitas circunferenciales y se calcula el perímetro de cada una. A continuación, se calcula la distancia recorrida por cada planeta durante 30 días, para ello se asume que el desplazamiento sobre la órbita circunferencial se realiza con una velocidad media constante, de esta manera se puede establecer una relación directamente proporcional entre la distancia recorrida y el tiempo. Con las distancias recorridas en 30 días calculadas, se cortan cintas de colores (las cuales se encuentran a escala con las órbitas del sistema planetario utilizado en el segundo taller), de esta manera los y las estudiantes pueden apreciar que a medida que aumenta la distancia media al Sol, disminuye la distancia recorrida por los planetas en el mismo intervalo de tiempo; así pueden concluir que la velocidad media es menor para los planetas más lejanos al Sol.

Sobre la propuesta se puede destacar el uso de una estrategia donde se construye y representan a escala los resultados obtenidos a partir del uso de la segunda y 3ª ley de Kepler, ya que esto permite a los y las estudiantes observar que a medida que un planeta se encuentra orbitando más cerca del Sol recorre distancias mayores y, por tanto, su rapidez también es mayor. A partir de este hecho se puede establecer la interrogante sobre cuál es la razón de este fenómeno, dando paso al estudio de la gravitación universal de Newton para explicarlo.

Por otro lado, en las guías de trabajo para los y las estudiantes se presentan errores respecto a las razones que daba Kepler para explicar el movimiento de los planetas, señalándose que Kepler creía en una fuerza que ejercía el Sol sobre los planetas, sin embargo, el concepto de fuerza no existía en la época de Kepler y fue planteado décadas más tarde por Isaac Newton. Además, cada guía presenta fórmulas que no se logran entender correctamente por la manera en estas se presentan, estando una de las fórmulas de la primera guía escrita erróneamente.

Capítulo 3: Marco metodológico

Durante el presente capítulo se realiza descripción de la secuencia didáctica. Para ello, en el apartado 3.1 se comienza con una descripción general de la secuencia y se procede a detallarla en el apartado 3.2, donde se exponen las planificaciones de cada clase y las descripciones de las guías de trabajo para los y las estudiantes. Para una mayor comprensión del apartado 3.2 se sugiere revisar las guías de trabajo (apéndice 2) e indicaciones al docente que se encuentran en el apéndice 4.

El apartado 3.3 detalla el proceso de refinamiento de la secuencia didáctica y se encuentra desglosado en tres subapartados. En el subapartado 3.3.1 se describen las opiniones entregadas por expertos docentes respecto a los elementos de la secuencia didáctica (guías, indicaciones al docente, videos, applets y planificaciones). Luego en el subapartado 3.3.2 se realiza una descripción de la implementación de la secuencia en el aula de enseñanza media.

Por último, en el apartado 3.3.3, se consideran las opiniones de los expertos y el análisis de la implementación en el aula para mostrar el detalle de las modificaciones incorporadas a la secuencia didáctica.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA.

La presente propuesta didáctica se encuentra destinada a la enseñanza de las leyes de Kepler utilizando la metodología de las CDI. La propuesta consta de 3 clases de 2 horas pedagógicas, donde cada una de ellas está referida a una ley de Kepler en particular.

El uso de las CDI como metodología de enseñanza permite que los y las estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento científico (tales como: predecir; observar, recoger y organizar información y compartir resultados) sin la necesidad de invertir tiempo en realizar las demostraciones, ya que esta actividad se encuentra destinada al docente. De esta manera es posible optimizar el tiempo para la enseñanza de las leyes de Kepler, lo cual es una de las falencias detectadas en la tesis de pregrado, que destina 4 horas pedagógicas para la enseñanza de una sola ley.

Por otro lado, la utilización de Applets y videos durante las clases permite al docente mostrar datos y reproducir la demostración rápidamente. Además, permiten analizar las órbitas de los planetas a escala, tanto individualmente como a nivel de sistema solar. Estas TIC utilizadas presentan una ventaja con respecto a la propuesta didáctica que realiza Bayona en su tesis de magíster, que consiste en permitir controlar las diversas variables rápidamente y de manera sencilla, manteniendo las escalas.

Para cada una de las clases los y las estudiantes utilizarán una guía de trabajo con actividades y preguntas referidas a la ley de Kepler correspondiente a la clase. Estas guías de trabajo se encuentran disponibles en el apéndice 2 de la presente tesis. Junto a las guías se adjuntan, dentro del apéndice 4, una serie de indicaciones al docente referidas a la utilización de cada guía y a la gestión de los tiempos de discusión.

En el apartado 3.2 describe con mayor detalle cada una de las clases, para ello se presenta la planificación de cada clase junto a la descripción y explicaciones de las actividades de cada guía de trabajo.

3.2 DETALLE DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA.

Como se ha señalado en el apartado 3.1, la secuencia didáctica está estructurada en tres clases, de 2 horas pedagógicas cada una, y se enfoca en la enseñanza de las leyes de Kepler. Es por esto que es necesario señalar que se considera que ya han sido estudiados los modelos que precedieron a las leyes de Kepler, como los modelos de Eudoxo, Ptolomeo y Copérnico.

En los subapartados 3.2.1, 3.2.2 y 3.2.3 se describen las clases 1, 2 y 3, respectivamente. En dichas descripciones se exponen las planificaciones de clases y las descripciones realizadas a cada una de las guías de trabajo para los y las estudiantes.

3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PRIMERA CLASE.

Durante la primera clase se estudiará la 1ª ley de Kepler. Para ello se plantea una secuencia de actividades que permitan a los y las estudiantes identificar los elementos y parámetros que posee la elipse, de manera que reconozcan la excentricidad como la característica que expresa cuan achatada es una elipse. Una vez estudiada la elipse, se busca que los y las estudiantes sean capaces de reconocerla cómo la cónica que describe las órbitas de los planetas junto con la ubicación del Sol sobre uno de los focos de la elipse, tal cual lo expresa la 1ª ley de Kepler.

Para comprender de mejor manera la estructura de la primera clase se presenta: la planificación (apartado 3.2.1.1) y una breve descripción de la guía de trabajo (apartado 3.2.1.2). Es importante señalar que las indicaciones al docente y la guía 1 se encuentran en el apéndice 2.

3.2.1.1 PLANIFICACIÓN PARA LA PRIMERA CLASE.

A continuación, se presenta la planificación de la primera clase, la cual contiene los objetivos y habilidades que se busca desarrollar. Además, muestra los elementos a utilizar tanto en la clase como en la evaluación de la guía. Finalmente posee una síntesis de la clase.

Planificación Clase 1		
Asignatura: Física	Nivel: Segundo medio	Tiempo: 2 horas pedagógicas
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar la elipse como una sección cónica y conocer los elementos que posee. • Estudiar la excentricidad de las elipses. • Analizar la excentricidad de las órbitas de los planetas. 		
Contenidos: Secciones cónicas La Elipse 1ª Ley de Kepler	Habilidades: Observar y plantear preguntas. Procesar y analizar evidencia. Habilidades comunicativas.	Actitudes: Interés. Trabajo proactivo y colaborativo. Curiosidad. Pensamiento Crítico.
Estrategia: Clases Demostrativas Interactivas (CDI)	Materiales didácticos: Guía 1: Aprendiendo sobre la 1ª ley de Kepler. Video: "Trazado de una elipse y sus elementos principales" ¹ . Applet 1: "Eccentricity Demonstrator" ² . Applet 2: "Planetary Orbit Simulator" (Kepler's 1st law) ³ .	Instrumento de evaluación: Rúbrica 1
Síntesis de la primera clase: <p>Durante el inicio de la clase se comienza hablando sobre las secciones cónicas, para ello se describe la intersección entre planos y conos como una manera para construir cónicas. Luego los y las estudiantes reconocen cada cónica con su nombre. A continuación, se enfoca el estudio en la construcción de la elipse mediante el método del jardinero y la identificación de sus elementos principales utilizando un video y definiciones.</p> <p>En el desarrollo de la clase los y las estudiantes comienzan realizando predicciones sobre el cambio en la forma de una elipse al variar la distancia entre ambos focos, estas predicciones se realizan de manera escrita y pictórica. A continuación, cada estudiante comparte las predicciones con un grupo de compañeros y el o la docente se encarga de</p>		

¹ Ver en referencias bibliográficas.

² Applet diseñada por University of Nebraska-Lincoln. Recuperado desde <https://goo.gl/hMJax7>.

³ Applet diseñada por University of Nebraska-Lincoln. Recuperado desde <https://goo.gl/8Yi7Wo>.

recopilar las predicciones más comunes. Luego los y las estudiantes realizan una predicción final de manera individual, de manera escrita y pictórica (ubicando los focos en dos elipses de distinta forma).

Concluidas las predicciones, el o la docente describe el applet 1 y realiza la demostración presentando mediciones que serán útiles para responder las preguntas de la guía y determinar la relación entre la excentricidad y la forma de una elipse. Con las observaciones realizadas, los y las estudiantes describen y dibujan las elipses que se forman para excentricidades de valores 0; 0.5 y 0.9. Además, responden preguntas referidas al cambio de la forma al variar la excentricidad. Finalmente, cada estudiante calcula la excentricidad de una elipse.

Para el cierre de la clase el o la docente utiliza el applet 2 para relacionar lo estudiado sobre las elipses con la 1ª ley de Kepler, de manera que los y las estudiantes deben responder preguntas referidas a la forma que tienen las órbitas de los planetas y la ubicación del Sol.

3.2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA 1.

La guía 1 se encuentra dividida en siete etapas que están secuenciadas a partir de los ocho pasos propuestos por Sokoloff y Thornton para realizar una clase demostrativa interactiva.

La primera etapa, llamada "Antes de comenzar" presenta cada una de las cónicas, a través de esquemas que muestran la intersección de planos y conos, las cuales los y las estudiantes deben unir mediante líneas con el nombre correspondiente. Luego se presenta un video donde se explica la construcción de elipses mediante el método del jardinero; en este punto se plantea a los y las estudiantes identificar los elementos de una elipse a partir de un conjunto de definiciones que se le entregan explícitamente en la guía. Aquí se encuentra el primer paso de las CDI, describir y realizar la demostración sin desplegar medidas, ya que el video muestra la construcción a partir de la colocación de dos focos y una cuerda, sin detallar la distancia de separación entre focos ni longitud de la cuerda.

La segunda etapa lleva por nombre "Es momento de predecir" y tiene como finalidad que los y las estudiantes construyan una hipótesis sobre el cambio en la forma de una elipse a medida que se juntan sus focos. En esta etapa se plantea una actividad donde se solicita al estudiante dibujar a mano alzada la elipse que piensa que se formará en tres situaciones, comenzando por una situación donde los focos se encuentran ampliamente separados hasta una situación donde ambos focos coinciden en la misma ubicación. Además, se presentan dos preguntas, en la primera (Pregunta D) los y las estudiantes deben describir con palabras el cambio ocurrido en la

forma de la elipse desde la primera situación hasta la última. Y la segunda (Pregunta E) se encuentra orientada a identificar en cual situación fue considerada una elipse con una forma más circunferencial. En esta etapa se encuentra presente el segundo paso de las CDI, realizar una predicción individual en una hoja de predicciones.

Durante la tercera etapa, de nombre "Compartiendo y discutiendo tus predicciones", se observa el tercer paso de las CDI que consiste en hacer que los y las estudiantes participen en pequeños grupos de discusión. Aquí se señala al estudiante que debe compartir su predicción con un grupo de compañeros siguiendo las instrucciones del docente. Estas instrucciones para moderar la discusión grupal se encuentran dentro de las indicaciones al docente. Además, se presenta un espacio para que los y las estudiantes anoten las diferencias entre sus predicciones y las de sus compañeros. En esta etapa se lleva a cabo el cuarto paso de las CDI, donde el o la docente debe recoger las predicciones más comunes de la clase, para ello también se presentan indicaciones al docente.

La cuarta etapa se llama "Predicción final", en esta los y las estudiantes deben construir individualmente una predicción final sobre cómo cambia la forma de una elipse al variar la separación de los focos. Además, se plantea una actividad donde deben estimar la ubicación de los focos para dos elipses distintas. En esta etapa se tiene el quinto paso de las CDI, donde cada estudiante debe replantearse su predicción inicial y elaborar una predicción final.

La quinta etapa posee el nombre "Conozcamos la aplicación" y se encuentra relacionada con el sexto paso de las CDI, que consiste en llevar a cabo la demostración y desplegar medidas. En esta etapa el o la docente utiliza el manipulativo virtual "Eccentricity Demonstrator", para ello se entregan indicaciones al docente enfocadas en entregar datos útiles para responder las preguntas de la sexta etapa.

"Describiendo tus observaciones" es la sexta etapa de la guía y está relacionada con el séptimo paso de las CDI, donde los y las estudiantes deben describir y discutir los resultados. Para ello se plantea inicialmente la pregunta I, que contiene una tabla con tres valores de excentricidades, para los cuales deben realizar el dibujo mostrado por el manipulativo virtual y describir de manera escrita la forma de la elipse y la separación de los focos en cada caso. Luego se presentan tres preguntas, estando las preguntas J y K orientadas a definir el concepto de excentricidad y describir lo que le sucede a una elipse cuando la excentricidad aumenta, y la pregunta L enfocada en reconocer las condiciones que hacen que una elipse se vea como una circunferencia. Por último, se tiene una actividad M y N donde se presenta una elipse y se solicita calcular la excentricidad de esta.

Finalmente, la séptima etapa se llama "Identificando la elipse en las órbitas planetarias" y está vinculada al octavo paso de las CDI, que consiste en discutir sobre situaciones análogas a la

estudiada. Para ello se utiliza el manipulativo virtual "Planetary Orbit Simulator", con el cual se presentan las órbitas de diversos planetas del sistema solar, a partir de los cuales los y las estudiantes extraerán y registrarán información sobre la ubicación del Sol, la forma y la excentricidad de las órbitas de los planetas. Además, se añade un espacio para que cada estudiante registre el enunciado de la 1ª ley de Kepler.

Cabe destacar que tanto el video sobre la construcción de elipses, como los manipulativos virtuales utilizados poseen un código QR y un enlace para que cada estudiante pueda acceder a ellos desde su casa.

3.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA SEGUNDA CLASE.

En la segunda clase de la secuencia didáctica se estudiará la 2ª ley de Kepler. Para ello se plantean actividades que permitan a cada estudiante: reconocer los conceptos de afelio y perihelio, y analizar la rapidez de los planetas mientras orbitan. De esta manera las actividades están orientadas a que cada estudiante comprenda el significado físico que tiene la 2ª ley de Kepler, cuya redacción es completamente geométrica.

A continuación, se presentan la planificación de la clase 2 junto a la descripción de las actividades de la guía 2. Se recomienda revisar el apéndice 4 para ver las indicaciones al docente y la guía 2 (apéndice 2).

3.2.2.1 PLANIFICACIÓN PARA LA SEGUNDA CLASE.

A continuación, se presenta la planificación de la segunda clase, la cual contiene los objetivos y habilidades que se busca desarrollar. Además, muestra los elementos a utilizar tanto en la clase como en la evaluación de la guía. Finalmente posee una síntesis de la clase.

Planificación Clase 2		
Asignatura: Física	Nivel: Segundo medio	Tiempo: 2 horas pedagógicas
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> Reconocer los conceptos de afelio y perihelio en las órbitas de los planetas. Entender la 2ª ley de Kepler como una forma de describir la velocidad de los planetas mientras orbitan alrededor del Sol. 		
Contenidos: Afelio y perihelio. Velocidad de los	Habilidades: Observar y plantear preguntas. Procesar y analizar evidencia.	Actitudes: Interés Trabajo proactivo y

planetas en su órbita. 2ª ley de Kepler.	Habilidades comunicativas.	colaborativo Curiosidad Pensamiento Critico
Estrategia: Clases Demostrativas Interactivas (CDI)	Materiales didácticos: Guía 2: Aprendiendo sobre la 2ª ley de Kepler. Video: "Recorrido sobre la elipse" ⁴ . Applet: "Planetary Orbit Simulator".	Instrumento de evaluación: Rúbrica 2

Síntesis de la segunda clase:

La clase se comienza con preguntas que tienen la finalidad de activar los conocimientos que los y las estudiantes adquirieron en la clase 1, los cuales son: Las elipses y la 1ª ley de Kepler. Luego el o la docente realiza una retroalimentación de dichos contenidos. Además, se incluye una actividad donde los y las estudiantes deben reconocer, a partir de las definiciones de afelio y perihelio, en que parte de la órbita de un planeta se encuentran dichos puntos.

El desarrollo de la clase comienza, con la predicción por parte de los estudiantes, utilizando el applet "Planetary Orbit Simulator" para observar como el planeta Mercurio se mueve en su órbita alrededor del Sol. A partir de lo observado, deben formular predicciones acerca sobre si varía o no la rapidez del planeta a medida que se mueve. Dichas predicciones deberán ser compartidas y discutidas en grupos de trabajo, donde el profesor(a) conducirá una puesta en común para obtener las predicciones más comunes en el curso. Luego, los y las estudiantes realizarán, de manera individual, una predicción final respecto a la rapidez de los planetas.

Una vez finalizada la etapa de predicción, se utilizará nuevamente el applet "Planetary Orbit Simulator", pero esta vez seleccionando la pestaña "Kepler's 2nd Law", la cual permite marcar áreas iguales en la órbita. Utilizando un cronometro al momento de marcar dichas áreas, los y las estudiantes deben responder preguntas respecto al tiempo

⁴ Video de elaboración propia a partir de capturas de pantalla del applet "Planetary Orbit Simulator", recuperado desde <https://goo.gl/i6CP36>.

en que el radio vector que une los planetas con el Sol traza las áreas. Finalmente se deberá registrar la 2ª ley de Kepler.

Para el cierre de la clase se mostrará un el video "Recorrido sobre la elipse", el cual divide la elipse de forma vertical por el centro y muestra el tiempo que el planeta demora en recorrer cada una de las mitades. A partir de lo visto en el video, se debe responder tres preguntas con el fin de identificar en cuál de las dos mitades el planeta se mueve a una mayor rapidez.

Finalmente, el o la docente retoma las predicciones iniciales y utiliza el applet "Planetary Orbit Simulator", y selecciona la pestaña "Newtonian Features", para mostrar que en el perihelio el planeta se mueve su mayor rapidez y en el afelio a la menor rapidez.

3.2.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA 2.

La guía 2 se encuentra estructurada en siete etapas, las cuales están organizadas siguiendo los ocho pasos propuestos para las CDI.

En la primera etapa "Antes de comenzar" se presentan las actividades A, B, C y D, que tienen como finalidad retomar lo visto en la clase 1. De esta manera, las preguntas A y B se encuentran referidas a identificar el concepto de excentricidad con la forma de la elipse (de manera pictórica y escrita). Por otro lado, las preguntas C y D tienen el objetivo de identificar la 1ª ley de Kepler de mediante el uso de dibujos y completar el enunciado de dicha ley. Además, se presenta la pregunta E, que está destinada a que cada estudiante identifique el afelio y el perihelio (puntos que se utilizarán durante el desarrollo de la guía 2).

Entre el final de la primera etapa y el comienzo de la segunda, el docente muestra la animación que se describe en las indicaciones al docente. En este instante se identifica el primer paso de las CDI, donde el o la docente realiza y describe la demostración sin mostrar mediciones.

La segunda etapa de la guía se llama "Es momento de predecir" y está orientada a que cada estudiante realice, individualmente, predicciones sobre la rapidez de traslación de un planeta. Para ello se plantea la pregunta F, que se encuentra referida a si la rapidez de traslación será constante o variable durante toda la órbita. Además, se presenta la actividad G, en la cual cada estudiante debe dibujar el vector velocidad en el afelio y en el perihelio considerando la dirección, sentido y magnitud correspondiente. En esta etapa se observa el segundo paso de las CDI, que consiste en realizar y registrar una predicción individual.

En la etapa III, "Compartiendo y discutiendo tus predicciones", los y las estudiantes deben registrar (en la pregunta H) las diferencias que presentan las predicciones de sus compañeros

respecto de las suyas. Para guiar la discusión y obtener las predicciones más comunes del curso, se recomienda al docente revisar las indicaciones al docente que se proponen para la clase 2. En esta etapa se encuentran los pasos 3 y 4 de las CDI, los cuales consisten en: Participar en pequeños grupos de discusión, y, Obtener las predicciones más comunes de los y las estudiantes.

Para la cuarta etapa "Predicción final", se plantea la pregunta I, cuya finalidad es que cada estudiante elabore y registre una nueva predicción individual sobre si la rapidez de traslación de un planeta es constante o variable. En esta pregunta los y las estudiantes deben justificar su predicción final considerando, si es necesario, los aportes de sus compañeros en la etapa de discusión. Esta etapa representa el quinto paso de las CDI, que consiste en registrar una predicción final.

En la quinta etapa "Conozcamos la aplicación", el o la docente debe utilizar la aplicación "Planetary Orbit Simulator" y mostrar las mediciones necesarias para responder las preguntas de la etapa VI. Para utilizar el applet adecuadamente se debe seguir las indicaciones al docente para la clase 2. El paso de las CDI que se identifica en esta esta etapa es el sexto: Llevar a cabo la demostración con medidas desplegadas.

La sexta etapa se llama "Describiendo tus observaciones" y está destinada a que cada estudiante registre y describa los datos obtenidos en la quinta etapa. Para ello, en la pregunta J, se presenta una tabla donde los y las estudiantes deben registrar los tiempos medidos (Ver indicaciones al docente sobre cómo medir dichos valores). Luego, la pregunta K, está enfocada a que cada estudiante identifique que el tiempo empleado en barrer cada área (de igual tamaño) es el mismo. Por último, se plantea la pregunta M, donde se debe registrar la 2ª ley de Kepler. En esta etapa se representa el séptimo paso de las CDI, que consiste en describir los resultados obtenidos y discutirlos en el contexto de la demostración.

Finalmente, la séptima etapa llamada "Describiendo la rapidez de los planetas a partir de la segunda ley de Kepler" tiene por finalidad que los y las estudiantes identifiquen que los planetas orbitan al Sol con una rapidez variable. Para cumplir este objetivo se propone el uso del video "Recorrido sobre la elipse" (Ver indicaciones al docente sobre su uso). Referente a este video se presenta la pregunta M que está orientada a determinar que ambos trayectos mostrados son de igual longitud, y la pregunta M referida a los tiempos que tarda Mercurio en recorrer cada trayecto. A partir de las preguntas M y N, los y las estudiantes pueden contestar la pregunta O, la cual está orientada a establecer que en el trayecto azul (trayecto más cercano al Sol) la rapidez es mayor, ya que Mercurio tarda menos tiempo en cubrir la misma distancia. Por último, la pregunta P tiene el objetivo de identificar que en el perihelio Mercurio se traslada a su máxima rapidez, mientras que en el afelio lo hace a su rapidez mínima.

3.2.3 DESCRIPCIÓN DE LA TERCERA CLASE.

La tercera clase corresponde a la última de la secuencia didáctica y tiene como finalidad estudiar la 3ª ley de Kepler junto con identificar la evolución de los modelos del sistema solar desde Eudoxo hasta Kepler. Para ello se proponen actividades que se enfocan en identificar en los distintos modelos del sistema solar algunas características tales como: la forma, ubicación del Sol, rapidez de los planetas, cambios en el brillo de los planetas y explicación del movimiento retrógrado. Además, se plantean preguntas referidas a la relación entre el periodo orbital y la distancia media al Sol. Finalmente, se extrapola la 3ª ley de Kepler a satélites que orbitan el planeta Tierra.

A continuación, se presentan la planificación de la clase 3 junto con la descripción de las actividades incluidas en la guía 3. Se sugiere revisar el apéndice 2 para revisar la guía 3 con sus indicaciones al docente (apéndice 4).

3.2.3.1 PLANIFICACIÓN PARA LA TERCERA CLASE.

A continuación, se presenta la planificación de la tercera clase, la cual contiene los objetivos y habilidades que se busca desarrollar. Además, muestra los elementos a utilizar tanto en la clase como en la evaluación de la guía. Finalmente posee una síntesis de la clase.

Planificación Clase 3		
Asignatura: Física	Nivel: Segundo medio	Tiempo: 2 horas pedagógicas
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> • Estudiar los cambios de paradigmas relacionados con la visión del sistema Solar. • Reconocer que el periodo orbital de un planeta depende de la distancia que lo separa del Sol. • Utilizar la 3ª ley de Kepler para determinar periodos de planetas y satélites (naturales y artificiales). 		
Contenidos: Modelos del sistema solar (Eudoxo, Ptolomeo, Copérnico). 3ª ley de Kepler.	Habilidades: Observar y plantear preguntas. Procesar y analizar evidencia. Habilidades comunicativas.	Actitudes: Interés Trabajo proactivo y colaborativo Curiosidad Pensamiento Crítico
Estrategia: Clases Demostrativas	Materiales didácticos: Guía 3: Aprendiendo sobre	Instrumento de evaluación:

Interactivas (CDI)	<p>la 3ª ley de Kepler.</p> <p>Video: "Visiones del cosmos"⁵.</p> <p>Video: "Periodos de órbitas"⁶.</p> <p>Applet: "Planetary Orbit Simulator".</p> <p>Applet: "Earth orbit plot"⁷.</p> <p>PPT: "Evolución de los modelos planetarios".</p>	Rúbrica 3
--------------------	--	-----------

Síntesis de la tercera clase:

En el inicio de la clase se compararán las diferentes visiones planteadas en los modelos de Eudoxo, Ptolomeo y Copérnico con la descripción del movimiento planetario entregada por las leyes de Kepler, para ello se observará el video "Visiones del cosmos". Esta comparación se realizará mediante el uso de una tabla que contiene elementos como: Tipo de modelo, forma de la órbita, ubicación del Sol, cambio de brillo y movimiento retrógrado de los planetas.

Durante el desarrollo de la clase se realizarán predicciones sobre la relación entre el periodo orbital y la distancia media a la que se encuentra cada planeta. Luego se realizará la observación del video "Periodos de órbitas" para obtener los datos de distancias medias y periodos orbitales de Saturno, Urano y Neptuno, que serán registrados y analizados. Una vez elaborada la representación gráfica se entrega la 3ª ley de Kepler, con la cual se calculará el periodo orbital de Plutón.

Para el cierre de la clase se mostrará que el valor de la constante "K" es una constante local. Para ello se mostrará que la 3ª ley se cumple con los objetos que orbitan el planeta Tierra. Así se realizarán cálculos respecto al periodo orbital y distancia de satélites geoestacionarios. Para esta actividad se utilizará el applet "Earth orbit plot".

⁵ Video de elaboración propia con base en video "Eudoxo, Ptolomeo y Copérnico" (Ver en referencias bibliográficas y en la applet "Planetary configurations simulator" (<https://goo.gl/Bc9by2>). Recuperado desde <https://goo.gl/1pm1xH>.

⁶ Video de elaboración propia a partir de capturas de pantalla del applet "Planetary Orbit Simulator", recuperado desde <https://goo.gl/WNZvYJ>.

⁷ Applet diseñada por University of Nebraska-Lincoln. Recuperado desde <https://goo.gl/DH8SeZ>.

3.2.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA 3.

Al igual que las guías 1 y 2, la guía 3 se encuentra estructurada en siete etapas, las cuales siguen la secuencia de pasos de la CDI.

La primera etapa lleva por nombre "Antes de comenzar". En ella se encuentran las preguntas A y B que tienen como finalidad describir el tamaño y el brillo aparente de los planetas cuando se encuentran más cerca de la Tierra. Además, se presenta una tabla en la actividad C, la cual tiene como finalidad que los y las estudiantes identifiquen las características (Tipo de modelo, forma de las órbitas, ubicación del Sol, brillo y movimiento retrógrado) que poseen los modelos de Eudoxo, Ptolomeo y Copérnico, y las características dadas por las primeras dos leyes Kepler. Esta etapa tiene la finalidad de identificar los cambios de paradigma desde Eudoxo hasta Kepler.

Al comienzo de la segunda etapa, llamada "Es momento de predecir", se presenta un enlace de acceso al applet "Planetary Orbit Simulator" con la cual el o la docente debe mostrar la órbita de algunos planetas siguiendo las indicaciones al docente presentes en el apéndice 4. Luego, las preguntas D y E están destinadas a que cada estudiante realice una predicción sobre la relación entre el periodo orbital y la distancia media al Sol. Además, a modo de predicción, en la pregunta F cada estudiante debe escoger la representación gráfica que considere correcta. En esta etapa se encuentran presente los pasos 1 y 2 de las CDI (realizar la demostración sin desplegar medidas y elaborar una predicción individual, respectivamente).

La tercera etapa "Compartiendo y discutiendo tus predicciones" presenta la actividad G, donde cada estudiante debe registrar las semejanzas y diferencias entre sus predicciones y las de sus compañeros(as). En esta etapa es importante que el o la docente actúe como mediador de la discusión, para ello se propone revisar las indicaciones al docente de la clase 3. Esta etapa presenta los pasos 3 y 4 de las CDI, que consisten en que los estudiantes participen en pequeños grupos de discusión y recoger las predicciones más comunes de los estudiantes, respectivamente.

"Predicción final" es la cuarta etapa de la guía 3. En ella se presenta la pregunta H donde cada estudiante debe realizar una predicción final sobre la relación entre el periodo de los planetas y su distancia media al Sol, a partir de lo discutido en la tercera etapa. Además, en la actividad I deben dibujar una predicción final sobre la representación gráfica de la relación mencionada. En esta etapa se desarrolla el paso 5 de las CDI (registrar una predicción final en la hoja de predicciones).

En la quinta etapa "Viendo cómo funciona la aplicación" el o la docente debe explicar y reproducir el video que muestra los periodos orbitales de Saturno, Urano y Neptuno. Para más detalles sobre como guiar esta etapa se propone leer las indicaciones al docente para la clase

3. Es posible identificar el paso 6 de las CDI (llevar a cabo la demostración con medidas desplegadas).

La sexta etapa lleva por nombre "Describiendo tus observaciones". Esta etapa tiene como finalidad registrar los datos obtenidos en la quinta etapa y describirlos. En la actividad J se busca que cada estudiante registre en la tabla los datos mostrados en el video y calcule el periodo orbital (en años) de Saturno, Urano y Neptuno. A partir de los valores en J, cada estudiante debe contestar la pregunta K, la cual busca establecer que la relación del periodo orbital de los planetas Saturno, Urano y Neptuno no es 1:2:3 como lo es la relación entre sus distancias medias. Luego en la actividad L, los y las estudiantes deben construir el gráfico Periodo orbital vs Distancia media utilizando los valores de la tabla que se muestra en J. Finalmente, en el recuadro de la pregunta M cada estudiante debe anotar la 3ª ley de Kepler y utilizarla en la pregunta N para calcular el periodo orbital de Plutón. En esta etapa se utiliza el paso 7 de las CDI, en el cual los y las estudiantes describen y discuten los resultados obtenidos.

Por último, la séptima etapa se llama "Describiendo órbitas de satélites alrededor de la Tierra", en ella se extrapola la 3ª ley de Kepler al sistema Tierra-Satélites. Para destacar el carácter local de la 3ª ley, se plantea la pregunta O, donde cada estudiante debe calcular el valor de la constante "K" para el sistema mencionado (a partir de los valores de periodo y distancia de los satélites GPS). Una vez calculado el valor de la constante "K" se plantea la pregunta P, destinada a determinar el periodo y calcular el radio de órbita de los satélites geoestacionarios. En esta etapa se observa el paso 8 de las CDI, donde se trabaja una situación física basada en el mismo concepto.

Además, al final de la guía se presenta un código QR y el link de acceso a la cápsula informativa sobre las visiones aristotélica y copernicana del movimiento planetario, con la finalidad de profundizar en la incorporación de elementos del enfoque CTS.

3.3 REFINAMIENTO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA.

Para mejorar los elementos de la secuencia didáctica (guías, indicaciones al docente, videos, applets y planificaciones) se realizó una validación por opinión de expertos docentes y la implementación de la secuencia didáctica en el aula de enseñanza media.

En el caso de la validación se elaboró una encuesta para que tres expertos entreguen su opinión mediante el nivel de acuerdo o desacuerdo respecto que tienen sobre los indicadores presentados y registren comentarios que consideren apropiados. Dichos expertos llevan más de cinco años de ejercicio docente en enseñanza media y dos de ellos han enseñado las leyes de

Kepler en los últimos cinco años. El objetivo de la validación por opinión de expertos es tener un respaldo desde la experiencia de los docentes para la posterior implementación de las guías en el aula.

Por otro lado, se realizó la implementación de la secuencia didáctica en el Colegio Superior Cambridge. El 4° medio en el que fue implementada la secuencia está constituido por un total de 21 estudiantes, dicho curso fue escogido debido a su disponibilidad horaria. La implementación de la secuencia didáctica tiene como finalidad detectar cuales son las preguntas que generan conflicto en los estudiantes e identificar si los tiempos estimados son apropiados.

En los apartados 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3 se detallan los resultados obtenidos de las encuestas de validación y de las implementaciones realizadas. Además, se describen los cambios incorporados a los distintos elementos de la secuencia didáctica.

3.3.1 OPINIÓN DE EXPERTOS

Para cada una de las clases se indicarán los niveles de valoración que presentaron los expertos docentes respecto a los indicadores presentes en las encuestas de validación. Además, se describen con comentarios señalados por los expertos.

❖ PRIMERA CLASE

Los resultados obtenidos de las encuestas de validación para la clase 1 muestran que los tres expertos están de acuerdo o totalmente de acuerdo con que las indicaciones al docente le permiten realizar las demostraciones contempladas, hacer puestas en común y facilitar a los estudiantes realizar predicciones.

Por otro lado, todos los expertos manifiestan estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con que la guía 1 presenta una redacción clara y precisa, posee espacios suficientes para contestar las preguntas y registrar resultados, y contiene actividades sencillas que pueden ser realizadas en 2 horas pedagógicas.

En cuanto a los indicadores referidos al cumplimiento de los objetivos propuestos en la guía 1 y el desarrollo de habilidades científicas, los expertos 1 y 2 mostraron estar de acuerdo o totalmente de acuerdo. Por su parte, el experto 3 señaló que los objetivos 1 y 2 son apropiados para la clase y manifestó estar en desacuerdo con que el objetivo 3 "Analizar las órbitas de los planetas" se trabaje en profundidad. Además, señala estar totalmente en desacuerdo con que la guía permite el desarrollo de habilidades científicas y comenta que es necesario indicar las habilidades que se estima desarrollar en cada momento.

Los comentarios hechos por el experto 2 considera que la guía 1 entrega suficientes elementos para comprender la 1ª ley de Kepler. Además, señala que es necesario contemplar el tiempo de instalación de equipos de proyección en las indicaciones al docente e indica que la clase "fomenta la analogía como habilidad de pensamiento utilizando estrategias el razonamiento lógico y conocimientos de matemáticas más que investigación o rigor científico".

❖ SEGUNDA CLASE

Al igual que en la primera clase, los tres expertos mostraron estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con que las indicaciones al docente le permiten realizar las demostraciones contempladas, hacer puestas en común y facilitar a los estudiantes realizar predicciones.

También manifiestan estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con que la guía 2 se encuentra redactada de manera clara y precisa cumpliendo los objetivos propuestos para la segunda clase, además de poseer actividades sencillas de implementar dentro de las 2 horas pedagógicas y presentar los espacios suficientes para responder las preguntas, registrar datos y describir resultados.

Respecto a si las actividades propuestas permiten que los y las estudiantes desarrollen habilidades científicas, los expertos 1 y 2 se mostraron de acuerdo o totalmente de acuerdo, mientras que el experto 3 expresó estas en desacuerdo pues no se indican cuáles son las habilidades científicas que se pretenden desarrollar.

Por otro lado, los tres expertos manifestaron estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con que el video "Recorrido sobre la elipse" es pertinente con los objetivos de la clase y presenta una calidad que permite identificar variables y obtener los datos deseados.

Los comentarios realizados por el experto 2 apuntan a incorporar en las indicaciones al docente los tiempos de instalación de medio audiovisual y a modificar el enunciado de la pregunta P, ya que se hace referencia sí misma, es decir, se solicita responder la pregunta P a partir de lo contestado en la pregunta P.

Por su parte, el experto 3, señala que el cierre de la clase es abrupto con la comparación de velocidades y propone que "se recopile lo aprendido en clases junto con el(la) profesor(a)" o utilizar un video que "muestre la Luna con respecto a nosotros y se note el cambio de rapidez, una aplicación de la 2ª ley, pero más cercana". También comenta que todo video que se comparta en la clase debe ser mediado por el o la docente, para que así todos observen las variables y datos que permitan encaminar las ideas de los estudiantes en función de los objetivos de la clase.

❖ **TERCERA CLASE**

A partir de los resultados de la encuesta de validación para los elementos de la tercera clase, es posible indicar que los tres expertos se encuentran de acuerdo o totalmente de acuerdo con que las indicaciones al docente le permiten realizar las demostraciones y hacer puestas en comunes, además de facilitar a que los y las estudiantes realicen predicciones.

El experto 1 se mostró de acuerdo o totalmente de acuerdo con los indicadores que se refieren a la claridad de las preguntas, cumplimiento de objetivos planteados para la clase, desarrollo de habilidades científicas, dificultad de las actividades y tiempo de implementación. Por su parte, el experto 2 señaló estar con de acuerdo o totalmente de acuerdo con todos los indicadores mencionados. Mientras que el experto 3 señaló estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con casi todos los indicadores, manifestando estar en desacuerdo con que las actividades permitan cumplir los objetivos planteados y totalmente en desacuerdo con que las actividades puedan implementarse en 2 horas pedagógicas.

En cuanto a los indicadores sobre la calidad y pertinencia de los videos utilizados en la tercera clase, los tres expertos señalaron estar totalmente de acuerdo.

El experto 2 señala en sus comentarios que la guía es bastante ambiciosa, ya que demanda mucho trabajo individual y luego grupal. Además, añade que las actividades se ven desvirtuadas debido a que los tiempos de las actividades grupales e individuales no están claramente definidos en la guía.

Por otro lado, los comentarios realizados por el experto 3 apuntan, por un lado, a que el concepto de tamaño aparente de la pregunta A puede generar confusión en los y las estudiante, sugiriendo colocar un par de imágenes o una situación donde se aprecie el cambio de tamaño y preguntar en cual caso el planeta está más cerca o más lejos, para luego explicar el concepto de tamaño aparente. Por otro lado, señala que las actividades de la guía 3 están bien, no obstante, considera que es larga y que podría terminar la clase en el ítem IV, siendo desde el ítem V en adelante otra clase.

3.3.2 IMPLEMENTACIÓN EN EL AULA

En el siguiente apartado se realizará un análisis acerca de la experiencia de implementación de la secuencia didáctica en un 4° año de enseñanza media. La descripción se realiza a partir de dos elementos obtenidos luego de implementada la clase: Las respuestas de los estudiantes en las guías, evaluadas a partir de una rúbrica (Apéndice 3) y el registro en audio de toda la clase. Además de la experiencia propia por parte de los dos docentes en formación a cargo de la implementación y las observaciones del docente a cargo del área Física en el Colegio Superior Cambridge.

❖ PRIMERA CLASE

Al momento de implementar la primera clase se tuvo que considerar un mayor tiempo en el inicio además del necesario para instalar los equipos, en este caso conectar el ordenador a un televisor que se encontraba en la sala, ya que como era primera vez frente al curso (con 21 estudiantes presentes en esta clase) se tuvo que presentar la propuesta y explicar de forma breve en que iba a consistir y cuál sería la forma para trabajar. En este instante también se consideró el tiempo para leer los objetivos de la clase.

Para esta primera implementación no se detalló que habría partes en las cuales los y las estudiantes deben trabajar de manera individual, lo cual repercutió posteriormente.

En la primera actividad, a partir de los resultados obtenidos en la rúbrica de evaluación, se puede observar que la mayor parte del curso (19 estudiantes de 21 presentes en esta clase) fue capaz de identificar cada cónica con su respectivo nombre (actividad A) una vez que se realizó la explicación de que son las secciones cónicas y como se forma cada una, habiendo solo una persona que no logro relacionar ninguna cónica de forma correcta. Así también, al leer las descripciones de cada elemento de la elipse, la mayor parte de los y las estudiantes logró identificar de forma correcta cada uno de estos elementos en el dibujo (actividad B), donde solo 4 estudiantes identificaron entre 4 y 6 elementos.

En el momento de realizar las predicciones iniciales no se especificó que estas debían ser trabajadas de manera individual, por lo que las respuestas de estos(as) pueden estar influenciadas por sus compañeros y no representar de forma total el pensamiento individual de cada estudiante. Aun así, los resultados obtenidos por la rúbrica en este punto indican que 17 estudiantes fueron capaces relacionar de forma correcta los dibujos realizados (actividad C) con sus descripciones en las respuestas de las preguntas D y E.

Al momento de realizar las discusiones grupales, estas no obtuvieron resultados tan favorables como las otras categorías dentro de la rúbrica, ya que los y las estudiantes realizaron las predicciones iniciales en colaboración con sus compañeros(as), entonces no pudieron identificar aquellos puntos en que estaban de acuerdo y en cuales existían diferencias.

Al realizar la predicción final aproximadamente dos tercios del curso fue capaz de contestar dicho ítem (preguntas G y H) de forma que existiera una coherencia entre lo escrito y lo dibujado, mientras que 4 estudiantes fueron capaces de relacionar solo una pregunta con la ubicación de los focos que dibujaron y solamente 3 personas no fueron capaces de realizar una predicción final.

Respecto a los resultados obtenidos en cuanto al registro de datos y descripción de resultados, fue posible observar que una gran parte del curso (17 estudiantes) fueron capaces de obtener el máximo puntaje en cuanto al registro de datos, pero tan solo 13 personas fueron capaces de describir los resultados de forma pertinente con los datos obtenidos y, por lo tanto, alcanzar el máximo puntaje en la segunda categoría mencionada. Estando los restantes en la categoría intermedia y por tanto ningún estudiante obtuvo el puntaje mínimo.

En cuanto a la implementación de la clase, se presentó la aplicación "Eccentricity demonstrator" y se mostraron las formas que obtiene la elipse cuando su excentricidad en 0.0, 0.5 y 0.9 para que pudiera ser completada la tabla de la pregunta I y ser respondidas las preguntas J, K y L. Sin embargo, en ese momento no se estableció de forma clara los tiempos necesarios para responder esas cuatro preguntas y esto resultó en utilizar más tiempo del que se consideraba necesario. Con el fin de alcanzar a realizar el ítem VII, el cual es el cierre de la guía, se tomó la decisión de omitir las preguntas M y N en esta clase.

En el ítem VII, para lograr realizar todo el cierre de la clase, se mostró la aplicación con los respectivos planetas indicados al docente (Indicaciones al docente clase 1 en el apéndice 4), pero se toma la decisión de responder las preguntas, desde la O hasta la Q, de manera conjunta con todo el curso al mismo tiempo, ya que el tiempo que quedaba disponible no se consideraba necesario para dejar a los y las estudiantes responder de manera individual. Con esto se logró dar el enunciado de la primera ley de Kepler para ser registrado en la pregunta R.

Finalmente, se puede ver, en los resultados obtenidos con la rúbrica, que 16 estudiantes lograron identificar de forma correcta la forma elíptica de las órbitas de los planetas alrededor del Sol, ubicando al Sol en uno de los focos y, por lo tanto, relacionar esto a una correcta comprensión de lo que propone la 1ª ley de Kepler por parte de los y las estudiantes. Mientras que 3 estudiantes solamente reconocen que la forma de la órbita es elíptica y 2 no logran reconocer la forma, ni ubicar correctamente los focos.

❖ SEGUNDA CLASE

En la segunda clase se presentaron 17 estudiantes. A diferencia de la primera clase, el tiempo empleado en el comienzo fue menor ya que solo se tuvo que instalar el equipo (computador conectado al televisor y un parlante conectado al computador) y ya no se utilizó el tiempo empleado en presentarse al curso. Sin embargo, antes de leer los objetivos escritos en la guía, fue necesario especificar que, en ciertos momentos de la guía, especialmente en los ítems de predicción, sería necesario trabajar de manera individual, ya que, esto forma parte de la metodología con la que se está trabajando.

Una vez leídos los objetivos en la clase, se dio tiempo a los y las estudiantes de responder desde la pregunta la A hasta la D, las cuales están enfocadas a activar los contenidos vistos la clase anterior. Al revisar la rúbrica se logra apreciar que 15 estudiantes fueron capaces de responder las preguntas relacionadas a las elipses y la 1ª ley de Kepler, identificando los contenidos vistos la clase anterior. Las dos personas restantes tan solo respondieron, de manera correcta, algunas de estas preguntas, identificando de manera parcial estos contenidos.

Por otro lado, también dentro de primer ítem, en el momento de identificar la ubicación de afelio y perihelio dentro de la órbita de un planeta se puede ver que 15 estudiantes lograron responder de forma correcta esta pregunta (pregunta E). Por otro lado, 2 estudiantes no reconocieron la ubicación de ninguno de los dos puntos. Sin embargo, para la pregunta E surge la duda en muchos(as) estudiantes sobre cómo justificar sus respuestas.

Para la predicción inicial se volvió a manifestar que este ítem deberá ser respondido de forma individual, ya que es necesario conocer las predicciones que sean capaces de formular cada estudiante. Luego, tal como se le indica al docente (indicaciones al docente clase 2 apéndice 4), se mostró la aplicación con *planeta* moviéndose por su órbita y se dio la indicación de responder las preguntas F, G y H a partir de lo observado. En la pregunta F algunos(as) estudiantes tuvieron la duda de cómo justificar dicha respuesta, a lo que se le respondía que, dependiendo de la respuesta a la pregunta, en el caso de responder constante bastaba con mencionar porque en todos los puntos se observaba una misma rapidez, mientras que si se respondía que varía habría que mencionar en qué momentos se movía más rápido y cuando más lento.

Por otro lado, a la mayoría de los estudiantes se les dificultó responder la pregunta H, ya que encontraban que justificar los vectores dibujados era algo redundante.

Para la predicción inicial 12 estudiantes fueron capaces de formular de forma clara sus respuestas, manteniendo una coherencia y un hilo conector entre las tres preguntas que componen este ítem. En cambio, 5 personas, de las 17 presentes este día, lograron formular predicciones, pero no mantienen una coherencia clara entre sus respuestas.

Ya que, en esta clase, a diferencia de la primera, se respondió la predicción inicial de manera individual, se logró que los y las estudiantes compartieran sus respuestas con sus compañeros(as) y generaran una discusión en la cual se compartieron las diferencias y similitudes entre las predicciones formuladas. Esto se vio reflejado en la rúbrica, ya que esta vez 11 estudiantes obtuvieron la máxima puntuación (2 puntos) para la categoría de discusión y 6 obtuvieron la puntuación media (1 punto) al no lograr identificar con claridad las diferencias o similitudes.

También, por el hecho de realizar la discusión, se pudo generar una instancia luego es escritas las diferencias y similitudes con sus compañeros, en la cual, guiados por el docente, se compartieron a nivel de curso las ideas que salieron en cada grupo de trabajo acerca de las respuestas de la predicción inicial.

A partir de la discusión y la puesta en común es que los y las estudiantes respondieron a la predicción final, en la cual, al ser revisada con rúbrica, se logra observar que 15 estudiantes logran generar una predicción final acorde a lo discutido, mientras que 2 generan una predicción final, pero no del todo relacionada a lo discutido.

Cuando se mostró, en el ítem V, la aplicación con la 2ª ley de Kepler se indicó que las áreas que trazaba el applet eran siempre iguales, a lo cual se dio una explicación breve con que significaba eso, sin generarse mayores inconvenientes para comprenderlo.

Una vez en el ítem VI y antes de responder la pregunta K, se debió considerar un tiempo extra para explicar por cada puesto el uso del cronometro de los celulares, ya que era necesario para para la pregunta ya mencionada.

Cuando se intentó realizar las indicaciones para responder la pregunta K, que consistía en utilizar la aplicación con la 2ª ley de Kepler, tal como se mostró anteriormente, y que trazara de forma constante todas las áreas posibles, realizando un sonido cada vez que se completara un área, sucedió que al completarse la primera área no se reprodujo el sonido, por lo que el primer tiempo cronometrado en la tabla de la pregunta K contenía el equivalente a dos áreas y que al dividirlo por 2 taba el tiempo promedio que se demoró en completar cada una de las áreas (Este error no se considerará para posibles modificaciones en la propuesta, ya que se atribuyó a un fallo puntual de la aplicación).

Una vez registrados los datos, se contestó la pregunta L y se registró el enunciado de la 2ª ley de Kepler en la pregunta M. Para esta última pregunta se tuvo que emplear un breve tiempo en explicar a qué se refiere el enunciado cuando menciona los radios vectores, pero una vez explicado no hubo inconvenientes en la comprensión de este concepto.

Finalmente, en el ítem VII, se observó el video "Recorrido sobre la elipse", en el cual se fue explicando, de forma paralela a su reproducción, que los ejes formados son respecto al centro de la elipse y no uno de sus focos, lo que lleva a que ambas mitades de la elipse sean simétricas entre sí. Además, se mencionó que cada vez que comenzara a correr el cronometro en el video, el planeta se ubicaría sobre el eje uno de vértices en que se interceptaba la elipse con el eje vertical. Así también, cada tiempo registrado en el video se anotó en la pizarra para no tener que recurrir a buscar los momentos en que se detenían los cronómetros cada vez que un(a) estudiante no lo recordara.

Una vez respondidas las preguntas N y O, se procedió a responder la pregunta P a partir de una puesta en común con todo el curso y basándose en las respuestas que estos mismo escribieron en las dos preguntas anteriores.

Por último, la pregunta Q también fue respondida de esta misma manera, con la diferencia que la puesta en común fue realizada mientras se observaba la aplicación "Planetary Orbit Simulator" en la pestaña "Newtonian Features" permitiendo observar los vectores de velocidad a lo largo de la órbita de un planeta y verificando así que la mayor velocidad se alcanza en el perihelio y la menor en el afelio. Esta puesta en común finalizó al realizar una comparación de lo visto en la aplicación con lo dibujado anteriormente en la pregunta G, lo cual también fue el cierre de la clase.

Al observar los resultados de la rúbrica, se ve que 15 estudiantes lograron registrar los datos de forma correcta (como registro de datos de consideran las preguntas K, M, N y O), mientras que solo 2 registran los datos, pero no de forma correcta.

En la categoría "descripción de resultados" (compuesta por las preguntas L, P y Q), se obtuvo que 14 estudiantes alcanzaron el máximo puntaje (2 puntos) al describir los resultados de una forma pertinente con los datos registrados, mientras que 3 obtuvieron solo 1 punto al describir resultados, pero no totalmente acorde a los datos obtenidos.

Finalmente, en la última categoría de la rúbrica "2ª ley de Kepler", 14 estudiantes lograron identificar, a lo largo de la guía, que la rapidez con la que se mueven los planetas es variable y el enunciado de la 2ª ley de Kepler. Mientras que 3 estudiantes solo lograron identificar uno de estos dos elementos (la rapidez variable con que se mueven los planetas o la 2ª ley de Kepler).

❖ **TERCERA CLASE**

Para la tercera y última clase, se presentaron 19 estudiantes. Antes de comenzar la implementación, algunos(as) estudiantes se encontraban terminando una actividad previa, motivo por el cual se perdieron aproximadamente 15 minutos, algo que afectó en el término de la clase. Este tiempo mencionado fue utilizado para conectar los equipos necesarios, pero solo una vez que ya se pudo comenzar la clase fue que se dieron las respectivas indicaciones para recordar que en momentos se debería trabajar de manera individual y también la lectura de los objetivos de la clase.

Cuando ya se leyeron los objetivos, se indicó a los y las estudiantes responder las preguntas A y B de la guía siguiendo solamente lo que se mencionaba en los enunciados. Estas preguntas eran dirigidas a identificar en que momentos el tamaño aparente de un planeta, visto desde la Tierra, era mayor y también que cuando dicho tamaño aparente fuese mayor, el brillo con que se ve el planeta también aumentará. Se utilizaron 10 minutos en que fueran respondidas,

incluyendo el tiempo utilizado en resolver ciertas dudas que pudieran no comprender acerca de los enunciados.

Según los resultados obtenidos al revisar las guías mediante el uso de la rúbrica, los(as) 19 estudiantes presentes fueron capaces de identificar que cuando un planeta se encuentre más cerca de la Tierra su tamaño aparente será mayor y también relacionaron que cuando el tamaño aparente aumenta, el brillo también lo hace.

Luego, se mostró el primer video "visiones del cosmos", donde se utilizó aproximadamente 5 minutos, ya que el video fue acompañado con una explicación por parte del docente a cargo y momentos en que el video debió ser pausado.

En la tabla de la actividad C se utilizó un tiempo mucho mayor al estipulado para ser completada, ya que fue necesario resolver muchas dudas a los y las estudiantes en cuanto a las filas referentes a la rapidez de los planetas y el brillo aparente de estos, siendo necesario el tener que repetir ciertas escenas del video. Para esta pregunta e incluyendo el tiempo para la puesta en común realizada, se utilizó un tiempo aproximado de 20 minutos. Dicha puesta en común consistió principalmente en identificar qué elementos de sus antecesores fueron utilizados por Kepler para la formulación de sus leyes,

En la tabla de la pregunta C se pudo ver, gracias a la rúbrica, que solamente 7 estudiantes lograron identificar de manera correcta todos los elementos que correspondían a cada exponente, obteniendo la máxima puntuación en esa pregunta (2 puntos). Por otro lado, los 12 estudiantes restantes presentaron entre 1 a 6 errores, obteniendo solamente 1 punto.

Ya en el momento de predecir, se mostró a los y las estudiantes la aplicación Planetary Orbit Simulator, con los planetas desde Mercurio hasta Júpiter orbitando alrededor de Sol simultáneamente, con el fin de que notasen que estos demoraban distintos tiempos en completar una órbita. Cuando se terminó de mostrar la aplicación se definieron los conceptos de periodo y distancia media, para que pudiesen responder las preguntas de la predicción inicial.

Durante la predicción inicial se les indicó que trabajaran de manera individual. Este ítem fue respondido por los y las estudiantes, presentando algunas dudas en las preguntas E y F, ya que en la primera algunos(as) estudiantes notaban que la relación no era lineal pero no sabían el valor que debían responder en aquel caso, y en la pregunta F, ya que se encontraba redundante el tener que justificar el gráfico escogido por que ya estaba justificado con las respuestas anteriores.

Para la predicción inicial, 17 estudiantes escogieron un gráfico (en la pregunta F) que representaba sus respuestas de las preguntas D y E y justificaron dicha elección, obteniendo 2

puntos. Los otros 2 estudiantes restantes escogieron un gráfico en relación a sus respuestas anteriores, pero no justificaron dicha elección, obteniendo solamente 1 punto.

Luego de las preguntas de predicción inicial, los y las estudiantes compartieron sus respuestas con sus compañeros de puesto para así poder identificar ciertas similitudes y/o diferencias entre las predicciones realizadas, para anotarlas en el recuadro de la pregunta G. En esta ocasión no se logró realizar una puesta en común por motivos del tiempo disponible para completar la implementación.

En la evaluación para la discusión, donde se considera tanto lo visto en el trabajo de los grupos como su respuesta escrita en la pregunta G, se obtuvo que 9 estudiantes compartieron y discutieron sus predicciones iniciales, logrando identificar tanto las diferencias como similitudes, las cuales fueron registradas en la pregunta G, alcanzando los 2 puntos del indicador. Otros(as) 8 estudiantes realizaron las respectivas discusiones, pero no identificaron con claridad las similitudes y/o diferencias entre sus predicciones iniciales, obteniendo solamente 1 punto. Por último, dos estudiantes no realizaron las discusiones, por lo que, no reconocieron diferencias y/o similitudes.

Una vez ya compartidas las predicciones iniciales entre ellos(as), tuvieron que nuevamente trabajar de manera individual para responder las preguntas H e I de la predicción final, las cuales tienen como intención corroborar si las predicciones sobre la relación entre distancia media y periodo de los planetas tuvieron cambios luego de compartir respuestas entre compañeros(as).

Entre los 19 estudiantes, 14 respondieron las preguntas de predicción final en base a las similitudes y/o diferencias encontradas en la discusión con sus compañeros acerca de sus predicciones iniciales (2 puntos), 2 respondieron su predicción final, pero sin relación a lo discutido con sus compañeros(as) (1 punto) y 3 estudiantes no realizaron la predicción final (0 puntos).

Una vez ya terminadas las predicciones finales, se prosiguió a colocar el video "Periodos de orbitas" explicando que se eligieron los planetas Saturno, Urano y Neptuno para cronometrar el tiempo en que cada uno tarda en completar una órbita en la aplicación "Planetary orbit simulator", fue necesario mencionar que para los casos de Urano y Neptuno se debió colocar la animación y el cronómetro a una rapidez por 4 (4x) en el video, ya que se demoraban mucho en completar su periodo. Finalmente se registraron los tiempos (en segundos) en la pizarra y también los valores de distancia media (Semimajor axis en UA) que aparecen en el mismo video.

Para el ítem VI no se consideró la pregunta J, puesto que por quedaba poco tiempo para terminar la clase, esta pregunta fue considerada sin relevancia y que podría ser omitida.

Además, una vez visto el video anterior se prosiguió a completar inmediatamente la tabla de la pregunta K, en la cual se debió explicar cómo realizar los respectivos cálculos para completar la columna faltante (periodo en años) utilizando una regla de 3. Debido a que la pregunta J no se realizó, la pregunta L también fue omitida a modo de optimizar de mejor manera el tiempo disponible para la clase.

Una vez que completadas las columnas de la tabla en K, se utilizaron los datos de las columnas de Distancia media (UA) y Periodo (años) de los cuatro planetas para completar el gráfico de la pregunta M y ver si la curva obtenida coincidía con lo elegido y dibujado en las predicciones inicial y final, respectivamente. Para corroborar la forma que debe tener el gráfico se utilizó la tercera pestaña de la aplicación "Planetary orbit simulator" la cual muestra dicha gráfica.

Las preguntas que se encuentran en el ítem VI se dividen, según la rúbrica, en dos categorías, registro de datos (preguntas K, M y N) y descripción de resultados (preguntas J, L y O). En la primera, 18 estudiantes lograron registrar los datos de manera correcta en los espacios destinados (2 puntos) y 1 estudiante no registró los datos, debido a que se retiró de la clase antes de llegar a este punto. Para la segunda categoría, 9 estudiantes describieron resultados de manera pertinente a los datos registrados (2 puntos), 8 estudiantes realizaron una descripción no del todo coherente con los datos registrados (1 punto) y 2 estudiantes no describieron los resultados (0 puntos).

Finalmente, se entregó el enunciado de la 3ª ley de Kepler para ser escrito en la pregunta N y, debido al poco tiempo disponible para terminar la implementación, se debió omitir la pregunta O y el ítem VII solamente alcanzó a ser explicado, diciendo que la 3ª ley puede ser aplicada en el caso de cualquier cuerpo orbitando alrededor de otro cuerpo más grande, como es el caso de la Tierra y sus satélites. Y debido al cambio del cuerpo en torno al que se orbita es necesario cambiar el valor de la constante "K" que presenta la 3ª ley de Kepler.

Dado a lo mencionado en el párrafo anterior, acerca de que el ítem VII no pudo ser desarrollado en la clase, y la última categoría dentro de la rúbrica, 18 estudiantes lograron identificar la 3ª ley de Kepler, pero no fue posible realizar aplicaciones de esta, obteniendo 0 puntos. Mientras que 1 estudiante logró aplicar la 3ª ley de manera parcial, obteniendo 1 punto.

3.3.3 MODIFICACIONES DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

Considerando las opiniones y comentarios de expertos, junto con el análisis de las implementaciones se detallarán las modificaciones realizadas a los elementos de la secuencia didáctica.

❖ PRIMERA CLASE

A partir de los comentarios del experto 3, se cambió el objetivo 3: "Analizar las órbitas de los planetas" por "Analizar la excentricidad de las órbitas de los planetas", el cual si se cumple con las actividades propuestas.

Referente a la guía, se decidió cambiar la pregunta M, que consistía en el cálculo de excentricidad para dos elipses concéntricas de distintos tamaños y mismo valor de excentricidad, por una pregunta donde deban calcular la excentricidad de una sola elipse. Esta modificación se realizó considerando que al implementar la clase 1, no se respondieron las preguntas M y N por el tiempo disponible. Al cambiar la pregunta M, fue necesario eliminar la pregunta N que se enfocaba en comparar las excentricidades de ambas elipses, por lo tanto, las preguntas O, P, Q Y R pasaron a ser las preguntas N, O, P y Q.

Tanto de los comentarios realizados por el experto 2 como del análisis de la implementación, se decidió modificar las indicaciones al docente e incorporar al inicio de la clase un tiempo de 7 minutos para la instalación de medios audiovisuales.

Además, en las indicaciones al docente se incorporaron las habilidades científicas que se pretende que desarrollen los y las estudiantes en cada una de las etapas de la clase. Esta modificación fue realizada, ya que el experto 3 indicó que era necesario mencionar las habilidades científicas a desarrollar en cada instante.

Las modificaciones realizadas en la guía 1 repercutieron en la posterior modificación de la rúbrica, las indicaciones al docente y la planificación de la clase.

❖ SEGUNDA CLASE

Al igual que para la clase 1, se señaló en las indicaciones al docente un tiempo de 7 minutos para instalar los dispositivos audiovisuales en el comienzo de la clase. Además, se incorporaron en las indicaciones al docente las habilidades científicas a desarrollar en cada etapa de la clase. Ambas modificaciones se debieron a las mismas razones expuestas en los cambios de la clase 1.

A partir de la implementación de la clase se identificó que para la actividad E, no es necesario justificar la elección de los puntos correspondientes al afelio y el perihelio, debido a que dicha

justificación se vuelve redundante al tener las definiciones de cada uno. Es por esto que se decidió eliminar en la actividad E la pregunta "¿Por qué?".

En las indicaciones al docente se especificó el tipo de justificación que se espera en la pregunta F, ya que durante la implementación se detectaron dudas sobre este punto.

Por otro lado, tras la implementación, se optó por eliminar la pregunta H en la versión final, porque dicha pregunta consistía en explicar los vectores dibujados en la actividad G, siendo redundantes las respuestas entregadas. Este cambio provocó que desde las preguntas I hasta la Q, pasen a ser desde la pregunta H hasta la P.

Se modificó el enunciado de la actual pregunta O (anteriormente pregunta P) debido a que esta pregunta solicitaba responderse a partir de la respuesta entregada en la misma pregunta y no a las respuestas de preguntas anteriores. Esta modificación se debió a uno de los comentarios del experto 2.

Finalmente, se añadieron indicaciones al docente sobre considerar un tiempo de 5 minutos para explicar el uso del cronómetro en el celular.

❖ **TERCERA CLASE**

A partir de los resultados obtenidos en la implementación en el aula se decidió eliminar, de la tabla de la actividad C, la fila que solicitaba señalar si la rapidez de los planetas es variable o constante en cada modelo. Este cambio se debe a que para responder dicha fila era necesario mencionar información que puede influir posteriormente en las predicciones de los y las estudiantes.

La pregunta E fue modificada en su redacción para no inducir a que el o la estudiante responda erróneamente que la relación entre el periodo orbital y la distancia media es lineal. Esto se consideró a partir de los comentarios de un estudiante durante la implementación, quien, al responder la pregunta señalaba que sabía que la relación no era lineal pero que sentía que la pregunta apuntaba a responder eso y por tanto no sabía que contestar.

En la pregunta F se redactó el enunciado de manera que el o la estudiante deba encerrar el número del gráfico que considere correspondiente a la relación entre periodo orbital y distancia media. Además, se eliminó la pregunta de justificación del gráfico, ya que esta justificación es redundante con las preguntas D y E.

En la etapa "Describiendo tus observaciones" se trasladó la tabla de registro de datos desde la pregunta K a la pregunta J y se fusionaron las antiguas preguntas J y L, que pasaron a ser la actual pregunta K. Esta fusión de las preguntas J y L se realizó para que los y las estudiantes puedan identificar de manera sencilla, que la proporción de los periodos orbitales de Saturno,

Urano y Neptuno no es la misma proporción que existe entre las distancias medias de estos. La fusión de estas preguntas provocó un cambio en la numeración alfabética de las preguntas posteriores.

Considerando que las actividades están pensadas para realizarse en 2 hora pedagógicas, se decidió eliminar la pregunta sobre el cálculo de la distancia (respecto del centro de la Tierra) del telescopio espacial Hubble. Además, se decidió la eliminación de dicha pregunta debido a que las actuales preguntas N y P permiten realizar el mismo tipo de cálculo solicitado.

Por último, se decidió agregar, mediante un código QR y un short link, una capsula informativa al final de la guía 3. En esta se incluye información respecto a la evolución de los modelos planetarios pasando por la visión aristotélica, la revolución copernicana, los avances gracias a la tecnología de Tycho Brahe y la transición hasta Kepler. Todo esto con el fin de incluir más elementos del enfoque CTS a los cuales puedan tener acceso los y las estudiantes.

Conclusiones

En el presente capítulo se detallan las principales conclusiones con respecto a la elaboración y validación de la secuencia didáctica sobre la enseñanza de las leyes de Kepler en 2° año de enseñanza media, junto a las consideraciones referidas a la implementación de dicha secuencia didáctica. Estas conclusiones tendrán en consideración el cumplimiento del OA 14, los logros de los objetivos (generales y específicos) planteados en la introducción del presente documento e impresiones respecto a la metodología CDI.

De esta manera, la secuencia didáctica se compone de tres clases, en las cuales se abordan las 3 leyes establecidas por Johannes Kepler mediante la aplicación de guías y el uso de TIC (videos y applets) por parte del docente. Para articular estos elementos se utilizó la metodología de clases demostrativas interactivas (CDI) y elementos del enfoque CTS con la finalidad de lograr el cumplimiento del objetivo de aprendizaje 14 (OA 14) establecido en las bases curriculares (BC) de ciencias naturales para segundo año de enseñanza media (2015). En este sentido el uso de videos y applets para mostrar el movimiento de los planetas y controlar variables facilitó la explicación cualitativa del movimiento de estructuras naturales y artificiales por medio de las leyes de Kepler, ya que al ver la simulación del movimiento de los planetas los y las estudiantes pueden identificar sin mayores dificultades las formas de las órbitas y los cambios en la rapidez de los planetas. Además, al ser el o la docente quien manipula los elementos audiovisuales, permite optimizar el tiempo de la clase, ya que no es necesario que los y las estudiantes aprendan a utilizar cada manipulativo virtual. Así, la tarea del estudiante se focaliza en desarrollar habilidades científicas como observar, predecir, comunicar y discutir, registrar datos y análisis de información.

Cabe señalar que la secuencia didáctica fue sometida a un proceso de refinamiento de los elementos que la componen (guías, indicaciones al docente y videos). Dentro de dicho proceso de refinamiento se encuentra la implementación de la secuencia en el aula (en un 4° medio) y las encuestas validación respondidas por expertos (profesores con más de 5 años de experiencia ejerciendo clases de física en colegios). Así se identificaron aquellas actividades a ser modificadas, agregados y/o eliminados, con el fin de optimizar los tiempos de implementación y el logro de los objetivos de cada clase.

Tras la implementación fue posible observar la aplicabilidad de la secuencia, en cuanto al tiempo de implementación y la cantidad de actividades. Además, permitió identificar si las preguntas formuladas apuntaban o no a lograr los objetivos planteados en cada guía y si se comprendía la redacción de estas. Con esto, se logró identificar que ciertas preguntas podían ser eliminadas, ya sea para optimizar de mejor manera el tiempo de implementación o por considerarse redundantes; mientras que otras podían ser modificadas, ya sea para volver a redactarlas o porque no cumplían del todo los objetivos propuestos. Así también, esta instancia

permitió definir de mejor manera los tiempos para los distintos momentos de la clase y sus puestas en común, llevando a realizar modificaciones a las indicaciones para el docente y a las guías para el estudiante.

Los comentarios realizados por los expertos validadores permitieron realizar modificaciones tales como: definir un tiempo necesario antes de comenzar las clases para la instalación de equipo audiovisual (elemento fundamental para realizar la secuencia didáctica con metodología CDI), incorporar en las indicaciones al docente las habilidades científicas que se pretenden desarrollar en cada instante de la clase, la reformulación de objetivos escritos en las guías para que fueran coherentes con las actividades propuestas y la modificación de preguntas de las guías.

Todos los refinamientos efectuados en el material de la secuencia didáctica tuvieron como finalidades cumplir el OA 14 y elaborar una propuesta que sea posible de llevar a cabo en las aulas de 2° medio.

La necesidad de esta propuesta surgió principalmente a partir de la descontextualización con la que se enseñan los contenidos relacionados al movimiento planetario, ya que se presenta cada modelo planetario por separado y sin establecer cuáles son las razones que obligaron a cambiar la visión del sistema solar. En el caso de las leyes de Kepler, se suele pasar por alto que Kepler consideró algunas ideas del modelo de Copérnico junto a los datos medidos por Tycho Brahe para formular sus leyes ni como sus leyes influyeron en la posterior formulación de la ley de gravitación universal.

Con el objetivo de contextualizar los modelos planetarios previos a las leyes de Kepler y establecer cuáles fueron las ideas y elementos que Johannes Kepler consideró para formularlas, se incorporaron algunos elementos del enfoque CTS en la propuesta, tales como:

La pregunta O de la guía 1 (apéndice 2) en la cual se nombra que Tycho Brahe utilizó el planeta Júpiter para realizar sus estudios, mientras que Kepler utilizó a Marte, obteniendo resultados más exactos. El video mostrado en la pregunta C de la guía 3, junto a la tabla que debe completarse una vez visto, donde se muestran los modelos del sistema solar antes de Kepler y como los distintos exponentes (Eudoxo, Ptolomeo y Copérnico) explicaban el movimiento retrogrado de los planetas, visto desde sus propios modelos del sistema solar.

Todo esto con el fin de contextualizar los contenidos y que al implementar las clases mediante la metodología de clases demostrativas interactivas (CDI), se puedan alcanzar los objetivos establecidos, tanto en cada guía de trabajo como los objetivos planteados (general y específicos) en un comienzo de la propuesta didáctica. Apuntando principalmente al desarrollo de las habilidades científicas que se establecen en cada una de las instancias de las clases dentro de la secuencia.

Referente al logro del objetivo general de la propuesta didáctica se puede señalar que el uso de la metodología CDI para la enseñanza de las leyes de Kepler, permitió que los y las estudiantes, con quienes se implementó la secuencia didáctica, lograran identificar correctamente la 1ª y 2ª ley de Kepler y comprender que estas describen la forma de las órbitas y la variación de rapidez de los planetas mientras orbitan alrededor del Sol y dependiendo de la distancia a la que se encuentren de este. En cuanto a la 3ª ley se puede señalar que los estudiantes lograron identificar la relación entre la distancia media de los planetas al Sol y sus periodos orbitales, sin alcanzar a aplicarla numéricamente. No obstante, tras el refinamiento realizado a la tercera guía para el estudiante, se realizaron cambios para optimizar el tiempo para la implementación de dicha guía. De esta manera, cada uno de los elementos de la propuesta didáctica permitió alfabetizar científicamente a los y las estudiantes respecto a la descripción del movimiento de los planetas que expresan las leyes de Kepler.

En cuanto a los objetivos específicos se puede concluir que el uso de herramientas TIC como manipulativos virtuales (applets) y videos facilitó en gran medida la simulación de las órbitas de los planetas, como también el control de variables y obtención de datos. Además, las indicaciones al docente poseen información suficiente para que el o la docente que desee implementar la secuencia pueda configurar los manipulativos virtuales, guiar puestas en común, realizar cálculos expuestos en la guía y articular los ocho pasos de las CDI.

Siguiendo con los objetivos específicos, la elaboración de rúbricas como instrumentos de evaluación permitió definir de manera clara y objetiva cada uno de los elementos que se consideraron como indicadores de logro de los objetivos planteados en cada una de las guías. Por último, los resultados obtenidos de las validaciones por juicio de expertos para las versiones preliminares de cada uno de los elementos elaborados (guías para el estudiante, indicaciones al docente y recursos audiovisuales), mostraron que estos poseían la información y actividades suficientes para la enseñanza de las leyes de Kepler. Además, dichas validaciones revelaron algunas mejoras para la secuencia didáctica, principalmente en lo que respecta a tiempos de implementación y señalar el tipo de habilidades científicas a desarrollar en cada momento de las clases, siendo incorporadas estas mejoras dentro de las indicaciones al docente.

A partir de lo mencionado en los párrafos anteriores se puede señalar que se ha cumplido el logro de cada uno de los objetivos específicos, ya que se diseñó una secuencia didáctica que consta de: actividades para el estudiante (en cada una de las guías), indicaciones al docente que permiten orientar de mejor manera el aprendizaje de los y las estudiantes, rúbricas como instrumento de evaluación y elementos audiovisuales. Además, se cumplió con el objetivo específico de refinar la propuesta mediante la opinión de expertos e incluyéndose la implementación en el aula como una fuente extra de datos para la mejora de la propuesta. El logro de los objetivos específicos conlleva a que finalmente se pueda cumplir el objetivo

general. Logrando elaborar una secuencia didáctica en la cual se utilice la metodología de Clases Demostrativas Interactivas (CDI) como eje articulador de las actividades y el uso de manipulativos virtuales como un apoyo para la enseñanza de las leyes de Kepler, desarrollando así ciertas habilidades científicas, tales como observar, predecir, registrar y analizar datos, y discutir resultados. De esta manera, es posible afirmar que la secuencia didáctica permite alfabetizar científicamente a los y las estudiantes de segundo año de enseñanza media.

Por otro lado, los videos de elaboración propia permitieron que el material fuese totalmente específico y dirigido a los objetivos que se planteados en cada guía. Así también el uso de códigos QR permite que cada estudiante pueda tener acceso a los manipulativos virtuales desde un computador fuera del horario de clase y a los videos durante la clase (y fuera de esta).

Con respecto a la metodología CDI, se puede señalar que el uso de predicciones individuales y discusiones grupales permitió a los y las estudiantes contrastar las ideas que cada uno posee respecto al movimiento de los planetas alrededor del Sol, de esta manera en las predicciones finales algunos estudiantes lograron incorporar nuevas ideas. Por otro lado, que recoger y analizar datos sea tarea esencial de los y las estudiantes, permite que estos puedan contrastar los resultados con las predicciones realizadas con anterioridad y así corroborar si sus ideas previas se condicen con los resultados obtenidos. De esta manera, el aprendizaje activo es transversal dentro de la propuesta didáctica, ya que cada estudiante es el responsable de modificar sus concepciones sobre el movimiento planetario a partir de lo que observa, analiza y discute.

Por último, además de lo ya mencionado, cabe también nombrar que la importancia de aplicar nuevas metodologías dentro del aula nace a partir del rechazo que presentan los y las estudiantes hacía las clases de ciencias, ya que, lo ven como contenidos muy alejados de su mundo cotidiano. Por eso, se hace necesario el buscar maneras de acercarlos(as) a las ciencias desde otros enfoques, siendo el caso de la presente propuesta las clases demostrativas interactivas (CDI), en las que se muestra siempre una demostración, ya sea virtual (como este caso) o física, del fenómeno o situación que se quiere demostrar, pero guiadas y utilizadas siempre por el o la docente de manera que también la clase pueda ser más clara y fluida.

Referencias Bibliográficas

- Agencia de la Educación. (s.f.). *PISA 2015: Chile mejora significativamente en lectura*. Recuperado el 2018, de <http://www.agenciaeducacion.cl/noticias/pisa-2015-chile-mejora-significativamente-lectura/>
- Astrodidáctica. (6 de Julio de 2013). *Astrodidáctica*. Obtenido de Astrodidáctica: <https://astrodidactica.com/2013/07/06/cual-era-la-vision-aristotelica-del-universo/>
- Astromía. (7 de Mayo de 2018). *AstroMía*. Obtenido de AstroMía: <http://www.astromia.com/historia/astromoderna.htm>
- Bayona Navarro, W. (2013). *Propuesta didáctica para la enseñanza de las leyes de Kepler por medio de aprendizaje colaborativo* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Bohigas, X., Jaén, X. y Novell, M., (2003) Applets en la enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3), 463 – 472. Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. en *enseñanza de las ciencias* (págs. 243-254).
- Cajal, A. (7 de Mayo de 2018). *Lifeder*. Obtenido de lifeder: <https://www.lifeder.com/aportaciones-tycho-brahe/>
- Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. en *enseñanza de las ciencias* (págs. 243-254).
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (7 de Mayo de 2018). *Museo Virtual de la Ciencia*. Obtenido de Museo Virtual de la Ciencia: <http://museovirtual.csic.es/salas/universo/universo7.htm>
- Departamento de Estudios Pedagógicos. (2015). *Guía didáctica del docente de Física 2º medio*. Santiago: Ediciones SM Chile S.A.
- Departamento de Estudios Pedagógicos. (2015). *Recurso Digital Complementario, Física 2º medio [Pendrive USB]*. Santiago: Ediciones SM Chile S.A.
- Departamento de Estudios Pedagógicos. (2016). *Texto del estudiante Física 2º medio*. Santiago: Ediciones SM Chile S.A.
- El ciudadano. (21 de Septiembre de 2017). Así fue el nuevo pronóstico de terremoto hecho por Aroldo Maciel que tiene a todos asustados. Recuperado el 2018, de <https://www.elciudadano.cl/tendencias/jddasi-fue-el-nuevo-pronostico-de-terremoto-hecho-por-aroldo-maciel-que-tiene-asustado-a-todos/09/21/>

- Elmundo. (7 de Mayo de 2018). *Elmundo*. Obtenido de Elmundo: <http://www.elmundo.es/ciencia/2016/06/26/576d240422601df7468b4574.html>
- Faus, J. (02 de Junio de 2017). ¿Qué opina Trump sobre el cambio climático? Recuperado el 2018, de https://elpais.com/internacional/2017/06/01/estados_unidos/1496343144_186083.html
- Fuentes González, M. E., Núñez Sepúlveda, P. A., & Vílches Jara, I. A. (2012). *Unidades didácticas de carácter Histórico-Filosófico para la enseñanza de la física a nivel de enseñanza media* (Tesis de pregrado). Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile.
- Ginnobili, S. [Santiago Ginnobili]. (2011, febrero 28). *Eudoxo, Ptolomeo, Copérnico* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=I4oOu8wINas>
- Herrera, J. (06 de Diciembre de 2016). *Prueba PISA: Chile muestra leve avance y sigue bajo el promedio de la OCDE*. Obtenido de <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=315359>
- Infobae. (29 de Diciembre de 2017). Donald Trump dijo que vendría bien “un poco de ese calentamiento global” ante la ola de frío extremo que azota Estados Unidos. Recuperado el 2018, de <https://www.infobae.com/america/eeuu/2017/12/29/donald-trump-dijo-que-vendria-bien-un-poco-de-ese-calentamiento-global-ante-la-ola-de-frio-extremo-que-azota-estados-unidos/>
- Lopera Bernal, D. A. (2014). *Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del movimiento planetario con la utilización de un aula virtual* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Lozada, B. (7 de Mayo de 2018). *Academia*. Obtenido de Academia: http://www.academia.edu/11867765/Thomas_Kuhn_Los_paradigmas_y_la_revoluci%C3%B3n_copernicana
- MASSARINI, A. (2011). “El enfoque CTS para la enseñanza de las ciencias: una clave para la democratización del conocimiento científico y tecnológico”, *Voces en el Fénix*, No 8, agosto de 2011, pp. 14-19.
- MINEDUC. (2004). *Cobertura curricular en segundo ciclo básico y enseñanza media sector media ciencias naturales*.
- MINEDUC. (2005). *Marco Curricular de la Educación Media. Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Media*. Santiago.

- MINEDUC. (2009). *Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media*. Santiago.
- MINEDUC. (2009). http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-34974_recurso_decreto102.pdf
- MINEDUC. (2011). *Física, Programa de Estudio para Segundo Año Medio, Unidad de Currículum y Evaluación*. Santiago.
- MINEDUC. (2012). *Estándares orientadores para carreras de pedagogía en educación media*. Santiago: LOM Ediciones Ltda.
- MINEDUC. (2013). *Marco referencial | Ciencias Naturales | Módulos didácticos*. Santiago.
- MINEDUC. (2015). *Bases Curriculares 7º básico a 2º medio*. Santiago.
- MINEDUC. (2015). *Nuevas Bases Curriculares y Programas de Estudio 7º y 8º año de Educación Básica / 1º y 2º año de Educación Media, Cartilla de Orientaciones Técnicas*. Santiago.
- MINEDUC. (2017). *Bases Orientadoras para la elaboración Estándares Pedagógicos y Disciplinarios para la Formación Inicial Docente*. Santiago.
- MINEDUC. (2017). *Valoración de Estándares Pedagógicos y Disciplinarios para la Formación Inicial Docente, Estándares disciplinarios de física para carreras de pedagogía en Ed. media*. Santiago.
- Navarro, M. & Förster, C. (2012). Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana* 2012, 49(1), p.1-p.17.
- OCDE. (s.f.). *El programa PISA de la OCDE. Qué es y para qué sirve*. Recuperado el 2018, de <http://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
- Organización de Estados Iberoamericanos. (s.f.). *Conceptos CTS*. Recuperado el 2018, de <http://www.oei.es/historico/cts.htm>
- Orozco Martínez, J. (2012). El aprendizaje activo de la Física en los cursos en línea del IPN. *Revista mexicana de bachillerato a distancia*, 71-77.
- Polino, C. (2012). Las ciencias en el aula y el interés por las carreras científico-tecnológicas: Un análisis de las expectativas de los alumnos de nivel secundario en Iberoamérica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 167-191.

- Ríos Gallego, J. A. [julioprofe]. (2014, octubre 14). *Trazando una elipse y sus elementos principales* [Archivo de video]. Recuperado de <https://goo.gl/hCX41G>
- Santana, F., & Talero, P. (2011). *Experimentos virtuales sobre el movimiento planetario*. Bogotá.
- Secretaría General de la OCDE. (2004). *Revisión de políticas nacionales de educación Chile*.
Obtenido de http://www2.facso.uchile.cl/psicologia/epe/epe_centro_documentacion_gepecu.html
- Sequeiros, L. (25 de Enero de 2010). *La alfabetización científica es necesaria en la formación teológica*. Recuperado el 2018, de https://www.tendencias21.net/La-alfabetizacion-cientifica-es-necesaria-en-la-formacion-teologica_a4032.html
- Sokoloff, D., & Thornton, R. (2006). *Interactive Lecture Demonstrations, Active Learning in Introductory Physics*. (Wiley, Ed.).
- Solbes, J., Montserrat, R., & Furió, C. (2007). *Universitat de València*. Obtenido de <https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/view/2428/1973>
- Trivelato, S. L. (1999). La formación de profesores y el enfoque cts. *Pensamiento educativo*, 24, 216-234. Recuperado el 2018
- Centro Costadigital. (2017). *Leyes de Kepler 2do Medio*. Valparaíso.
- Ramírez Moyano, D. C., & Reyes Ramos, R. F. (2016). Propuesta de enseñanza de la primera ley de Kepler a partir de los elementos de la elipse. *Revista Tecné*, 787-797.
- Rivera-Juárez, J., Madrigal-Melchor, J., Cabrera-Muruato, E., & Mercado, C. (2014). *Evolución histórica del concepto de fuerza*. Zacatecas.
- University of Michigan. (2016). *Center for Research on Learning and Teaching*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2017, de <http://www.crlt.umich.edu/tstrategies/tsal>.
- Varela, M., Pérez, U., Serrallé, J., & Arias, A. (2013). Evolución de las concepciones sobre astronomía de profesorado en formación tras una intervención educativa con 82 actividades de simulación. IX congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, (págs. 3612 - 3617).

Apéndices

Apéndice 1: Objetivos de Aprendizaje de habilidades y procesos de investigación.

Objetivos de Aprendizaje de habilidades y procesos de investigación científica: Con el fin de que los estudiantes desarrollen las habilidades utilizadas para el método científico, se proponen 5 etapas como OA:

Objetivos de Aprendizaje de habilidades y procesos de investigación
Observar y plantear preguntas: Los estudiantes deben aprender la observación de fenómenos para que en ellos surja la curiosidad y el cuestionamiento de una problemática frente a esa situación, logrando el planteamiento claro de una pregunta que buscará responder y finalmente generar predicciones que lo llevaran a la creación de una hipótesis frente al mismo problema.
Planificar y conducir una investigación: Una vez la problemática ya ha sido definida y planteada, se deben reconocer las variables que precisarán estudiar y la forma que deberá tener una respuesta de su problema para que se considere satisfactoria. En base a la pregunta y variables se deberá diseñar una investigación, para la cual se deben plantear en forma previa una serie de pasos a seguir, que tienen que ser posibles de replicar por cualquier otra persona que los lea. Es aquí donde se realiza la investigación en sí, así como también la recolección de datos que corresponde a las variables a ser estudiadas.
Procesar y analizar la evidencia: Luego de que la investigación ya ha sido realizada y los datos han sido obtenidos, deben aprender a organizarlos y representarlos mediante tablas, gráficos, etc. Un punto importante en esta etapa es que los estudiantes puedan comprender la explicación de fenómenos y creación de modelos para lograr un posterior análisis e interpretación de los datos que han sido obtenidos. A partir de esto último se deberá lograr formular conclusiones y observar si la hipótesis planteada en un comienzo coincide o no con estas.
Evaluar: Dentro del proceso de investigación científica evaluar la validez y la veracidad de los resultados obtenidos. Para ello las y los estudiantes deben revisar sus procedimientos y perfeccionarlos de ser necesario. Además, es importante verificar si los procedimientos pueden replicarse, ya sea para repetir la investigación o adaptarla a otras investigaciones. Otro punto importante de la evaluación es revisar el propio desempeño como el desempeño grupal.
Comunicar: Otro punto dentro del método científico es la comunicación de los resultados y conclusiones obtenidas, ya sea de manera oral o escrita. Para esto se debe tener en cuenta utilizar el vocabulario científico pertinente. Además de comunicar la información los estudiantes deben ser capaces de discutir posturas entre ellos, siempre argumentando y respetando las opiniones distintas a las propias.

Tabla 1: Objetivos de Aprendizaje de habilidades y procesos de investigación (Fuente: Bases Curriculares Ciencias Naturales, Actualización 2015)

Apéndice 2: Propuesta didáctica.

A continuación, se presentan códigos QR y short links, con el fin de facilitar el acceso a las guías utilizadas durante la secuencia didáctica:

GUÍA 1: APRENDIENDO SOBRE LA 1ª LEY DE KEPLER

¡ESCANEA AQUÍ!



<https://goo.gl/EWZ2wz>

GUÍA 2: APRENDIENDO SOBRE LA 2ª LEY DE KEPLER

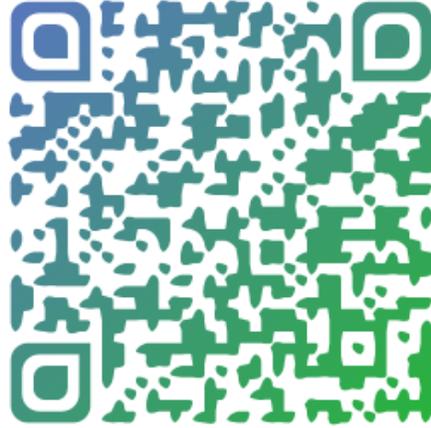
¡ESCANEA AQUÍ!



<https://goo.gl/AWLemo>

GUÍA 3: APRENDIENDO SOBRE LA 3ª LEY DE KEPLER

¡ESCANEA AQUÍ!



<https://goo.gl/nP9Luf>

Apéndice 3: Rúbricas de evaluación.

Rúbrica de evaluación Guía 1

Categoría	2 puntos	1 punto	0 punto
Identificación de elementos.	Une correctamente cada cónica con su esquema correspondiente. (19)	Une correctamente dos de las cuatro cónicas con su esquema correspondiente. (1)	Ninguna cónica es unida correctamente con su esquema. (1)
	Identifica correctamente los 7 elementos de la elipse. (17)	Identifica correctamente entre 4 y 6 elementos de la elipse. (4)	Identifica correctamente menos de 4 elementos de la elipse. (0)
Formulación de predicciones.	Las respuestas de las preguntas D y E están relacionadas con los dibujos realizados en la actividad C. (17)	Solo una de las respuestas (preguntas D o E) está relacionada con los dibujos realizados en la actividad C. (3)	Ninguna de las respuestas (preguntas D o E) está relacionada con los dibujos realizados en la actividad C. (0)
	Registra una predicción final y, además, la ubicación de los focos en la pregunta H es consecuente con la predicción final registrada en la pregunta G. (14)	Registra una predicción final pero la ubicación de los focos en la pregunta H no es consecuente con la predicción final registrada en la pregunta G. (4)	No registra una predicción final, por lo tanto, no puede contrastar si la ubicación de los focos en la pregunta H es consecuente con la predicción final registrada en la pregunta G. (3)
Discusión.	Se comparten y discuten las predicciones entre los grupos, logrando identificar cuáles son las similitudes y/o diferencias que se presentan en las predicciones individuales. (7)	Se comparten y discuten las predicciones entre los grupos, pero no logran identificar con claridad cuáles son las similitudes y/o diferencias que se presentan en las predicciones individuales. (12)	El grupo no discute las preguntas de predicción inicial, por lo tanto, no logra identificar las similitudes y/o diferencias entre estas. (2)
Registro de datos.	Todos los datos obtenidos son registrados de manera correcta en los espacios destinados para ello. (17)	Los datos no se registran correctamente. (4)	No se registran los datos obtenidos. (0)
Descripción de resultados.	La descripción de los resultados es totalmente pertinente con los datos obtenidos. (13)	La descripción de los resultados no es completamente pertinente con los datos obtenidos. (8)	No se describen los resultados obtenidos. (0)
1ª ley de Kepler	Identifica que las órbitas de los planetas son elípticas y ubica correctamente al Sol sobre uno de los focos de la elipse. (16)	Identifica que las órbitas de los planetas son elípticas y sitúa al Sol en un punto distinto a uno de los focos. (3)	No identifica correctamente la forma de las órbitas ni la ubicación del Sol. (2)

Rúbrica de evaluación Guía 2

Categoría	2 puntos	1 punto	0 punto
Identificación de elementos.	Responde correctamente las preguntas relacionadas a las elipses y la 1ª ley de Kepler, identificando los contenidos vistos en la clase anterior.	Responde correctamente solo alguna de las preguntas relacionadas a las elipses y la 1ª ley de Kepler, identificando de forma parcial los contenidos vistos en la clase anterior.	No responde las preguntas relacionadas a las elipses y la 1ª ley de Kepler, sin poder identificar ningún elemento de la clase anterior.
	(15)	(2)	(0)
	Identifica correctamente la ubicación del afelio y perihelio en la órbita de un planeta	Tan solo identifica correctamente la ubicación del afelio o perihelio en la órbita de un planeta	No identifica la ubicación del afelio ni del perihelio en la órbita de un planeta.
	(15)	(0)	(2)
Formulación de predicciones.	Formula sus predicciones iniciales, manteniendo claridad y coherencia entre las preguntas F y G.	Formula sus predicciones iniciales, pero no se presenta total claridad y coherencia entre las preguntas F y G.	No formula predicciones iniciales.
	(12)	(5)	(0)
	Registra una predicción final en base a lo discutido en sus compañeros(as).	Registra una predicción final pero no es coherente con lo discutido con sus compañeros(as).	No registra una predicción final.
	(15)	(2)	(0)
Discusión.	Se comparten y discuten las predicciones entre los grupos, logrando identificar cuáles son las similitudes y/o diferencias que se presentan en las predicciones individuales.	Se comparten y discuten las predicciones entre los grupos, pero no logran identificar con claridad cuáles son las similitudes y/o diferencias que se presentan en las predicciones individuales.	El grupo no discute las preguntas de predicción inicial, por lo tanto, no logra identificar las similitudes y/o diferencias entre estas.
	(11)	(6)	(0)
Registro de datos.	Todos los datos obtenidos son registrados de manera correcta en los espacios destinados para ello.	Los datos no se registran correctamente.	No se registran los datos obtenidos.
	(15)	(2)	(0)
Descripción de resultados.	La descripción de los resultados es totalmente pertinente con los datos obtenidos.	La descripción de los resultados no es completamente pertinente con los datos obtenidos.	No se describen los resultados obtenidos.
	(14)	(3)	(0)
2ª ley de Kepler	Identifica la 2ª ley de Kepler y detecta que la rapidez de los planetas es variable.	Solamente identifica la 2ª ley de Kepler o describe que la rapidez de los planetas es variable.	No registra la 2ª ley de Kepler ni describe que los planetas se mueven con rapidez variable.
	(14)	(3)	(0)

Rúbrica de evaluación Guía 3

Categoría	2 puntos	1 punto	0 punto
Identificación de elementos.	Identifica correctamente el cambio de brillo y tamaño aparente de los planetas. (19)	Identifica correctamente el cambio de brillo y/o tamaño aparente de los planetas. (0)	No identifica el cambio de brillo ni el cambio de tamaño aparente. (0)
	Completa toda la tabla con las características que le corresponde a cada modelo. (7)	Presenta hasta 6 errores en la tabla sobre las características de los modelos. (12)	No completa la tabla o posee más de 6 errores en esta. (0)
Formulación de predicciones.	El gráfico seleccionado en la pregunta F tiene coherencia con lo respondido en las preguntas D y E. Y justifica la elección de dicho gráfico. (17)	El gráfico seleccionado en la pregunta F tiene coherencia con lo respondido en las preguntas D y E. Pero no justifica la elección de dicho gráfico. (2)	No existe coherencia entre las respuestas a las preguntas D, E y F. (0)
	Registra una predicción final en base a lo discutido en sus compañeros(as). (14)	Registra una predicción final pero no es coherente con lo discutido con sus compañeros(as). (2)	No registra una predicción final. (3)
Discusión.	Se comparten y discuten las predicciones entre los grupos, logrando identificar cuáles son las similitudes y/o diferencias que se presentan en las predicciones individuales. (9)	Se comparten y discuten las predicciones entre los grupos, pero no logran identificar con claridad cuáles son las similitudes y/o diferencias que se presentan en las predicciones individuales. (8)	El grupo no discute las preguntas de predicción inicial, por lo tanto, no logra identificar las similitudes y/o diferencias entre estas. (2)
	Todos los datos obtenidos son registrados de manera correcta en los espacios destinados para ello. (18)	Los datos no se registran correctamente. (0)	No se registran los datos obtenidos. (1)
Descripción de resultados.	La descripción de los resultados es totalmente pertinente con los datos obtenidos. (9)	La descripción de los resultados no es completamente pertinente con los datos obtenidos. (8)	No se describen los resultados obtenidos. (2)
	3ª ley de Kepler Identifica la 3ª ley de Kepler y la aplica tanto en el sistema solar como en el sistema Tierra-satélites. (0)	Identifica la 3ª ley de Kepler y la aplica en el sistema solar o en el sistema Tierra-satélites. (1)	Identifica la 3ª ley de Kepler pero sin aplicarla. (18)

Apéndice 4: Indicaciones al docente.

INDICACIONES AL DOCENTE – CLASE 1

INICIO DE LA CLASE

Habilidades científicas por desarrollar: Clasificar, analizar.

***Al comienzo de la clase se deberá considerar un tiempo de aproximadamente 7 minutos, los cuales están dirigidos a la instalación del equipo audio visual.**

El o la docente comenzará presentando los contenidos de la clase, los cuales están relacionados a las elipses y la 1ª ley de Kepler. Posteriormente, deberá repartir la Guía 1: "Aprendiendo sobre la 1ª ley de Kepler", para mostrar a los y las estudiantes los objetivos que se encuentran escritos en la guía.

Al comenzar a trabajar en la guía se debe explicar que lo primero es conocer las cónicas, pero para lograr conocerlas se hace necesario dar una idea general sobre cómo responder la pregunta "¿Qué son las cónicas?", las cuales deberá presentarlas como las curvas que son obtenidas al intersectar un cono con un cierto plano y que existen cuatro de ellas, según la inclinación que posea dicho plano y que existen cuatro de estas.

Prosiguiendo con la actividad A de la guía, el profesor o la profesora solicitará a los y las estudiantes que, utilizando líneas, conecten el nombre y dibujo de la cónica según lo que ellos (as) consideren correspondiente.

Se recomienda realizar una puesta en común una vez que los y las estudiantes realicen la actividad A. En esta instancia se recomienda que el o la docente seleccione uno o dos estudiantes y le pregunte "¿Cuál imagen consideraste como la circunferencia?", si alguno de los estudiantes acierta con la tercera imagen de izquierda a derecha, el o la docente puede preguntar al curso "¿Quiénes consideran que la tercera imagen representa la circunferencia?" Y luego señalar que efectivamente es la respuesta correcta y explicar la inclinación que debe tener el plano que intersecta el cono para que se forme la circunferencia (ver cuadro ¿Cómo definir cada sección cónica?). En caso de que ninguno de los o las estudiantes seleccionados acierte al dibujo correcto, se recomienda inducir a la respuesta correcta mediante la pregunta "¿Quiénes unieron la tercera imagen con la palabra circunferencia?", para luego describir la inclinación del plano (ver cuadro ¿Cómo definir cada sección cónica?). Realizar esto mismo para la elipse, hipérbola y parábola.

Además, para la actividad A debe tenerse en cuenta que las imágenes vistas de izquierda a derecha corresponden a: Parábola, Hipérbola, Circunferencia y Elipse. Si la proyección es realizada sobre una pizarra se puede dibujar las líneas con un plumón.

¿Cómo definir cada sección cónica?

Como ayuda para el o la docente, a continuación, se entrega una breve descripción de cada sección cónica, donde se entregan las siguientes sugerencias:

- ◆ Circunferencia: Cono intersectado por un plano secante con una inclinación de 0° respecto a la horizontal, es decir, perpendicular al eje.
- ◆ Elipse: Cono intersectado por un plano secante que posea una inclinación menor a la generatriz (o generador) pero mayor que 0° .
- ◆ Parábola: Cono intersectado por un plano tangente, es decir, que sea paralelo a la generatriz (o generador).
- ◆ Hipérbola: Cono intersectado por un plano secante con una inclinación mayor a la generatriz (o generador) pero mayor que 90° .

Para que el o la docente estudie como definir las secciones cónicas puede utilizar como apoyo el video que se muestra en el siguiente enlace <https://goo.gl/UFXKkT>, el cual queda a disposición del docente para utilizar en la clase para los y las estudiantes.

Siguiendo en la guía, el o la docente deberá indicar que se trabajará únicamente con la elipse durante la clase, la cual posee ciertos elementos, tales como sus dos focos que son necesarios para poder dibujarla. En ese momento deberá proyectar el video "Trazando una elipse y sus elementos principales" (<https://goo.gl/hCX41G>), haciendo una pausa en el tiempo 2:35. Queda a elección de el o la docente si reproducir el video con o sin sonido o al doble de rapidez (x2). Se les debe indicar a los y las estudiantes que podrán tener acceso posterior al video a través del código QR o el link que aparecen en la guía.

Una vez visto el video se deberá realizar la actividad B que aparece en la segunda página de la guía, la cual consiste en que, a partir de la definición de cada elemento de la elipse, los y las estudiantes deberán marcarlos en la figura que aparece al final de dicha página, utilizando un color distinto para cada elemento. Además, el o la docente debe señalar que se utilizarán las letras "a", "b", "c" y "O" para designar los siguientes elementos: la longitud del semi eje mayor, la longitud del semi eje menor, la distancia semi focal y el centro, respectivamente.

Una vez realizada esta actividad será necesario realizar una puesta en común con todo el grupo de curso para verificar que todos puedan reconocer los elementos de la elipse, en especial la distancia semi focal (c) y el semi eje mayor (a), ya que estos serán utilizados posteriormente. Se propone que para realizar la puesta en común se vea el video nuevamente, pero esta vez completo, ya que allí se indican los elementos de la elipse.

DESARROLLO DE LA CLASE

Habilidades científicas por desarrollar: Predecir, comparar, observar, registrar datos, compartir y describir resultados.

En la sección "Es momento de predecir" los y las estudiantes, a partir de lo ya comprendido hasta este punto sobre la elipse, deberán dibujar individualmente la forma de las elipses según la separación entre sus focos en tres situaciones distintas, en la actividad C. El o la docente podrá señalar que recuerden lo visto en el video "Trazando una elipse y sus elementos principales" como una guía sobre la forma de las posibles elipses en cada una de las situaciones que se muestran. Posteriormente, se tendrá que responder dos preguntas sobre las formas de las elipses que se dibujaron y las predicciones que cada estudiante formuló (D y E). Es importante que el o la docente supervise que esta sección de la guía sea realizada exclusivamente de forma individual.

Antes de avanzar en la guía, se propone que el o la docente pregunte al curso sobre cuantos eligieron cada una de las situaciones como la más circular. Ej: ¿Cuántos dijeron que la situación 1 es la más circular?, y así sucesivamente. Esto no se propone para llegar a un consenso, si no que con la idea de que el o la docente tenga un diagnóstico sobre las decisiones tomadas por los y las estudiantes de manera individual.

En el siguiente punto, "Compartiendo y discutiendo tus predicciones", el o la docente indicará a los y las estudiantes que se reúnan con sus compañeros cercanos a su puesto, formando grupos de un máximo de cuatro personas y un mínimo de dos. Una vez reunidos, estos comentarán entre sí las preguntas respondidas en el punto anterior. El o la docente preguntará a los grupos las distintas respuestas y predicciones formuladas, generando la discusión entre los y las estudiantes y dando indicios de si están o no en lo correcto, pero sin dar a conocer la respuesta correcta. En este punto se recomienda al docente rebatir aquellas predicciones que puedan inducir al error.

Una vez se compartan y discutan las predicciones entre los grupos, se proseguirá a realizar la "Predicción final". En este punto el o la docente debe especificar que nuevamente se trabajará de forma individual, utilizando las respuestas y las predicciones compartidas tanto como con su grupo y también la del resto de sus compañeros y compañeras. En la pregunta G, se tendrá que mencionar que se debe considerar una situación donde solo se modifica la distancia focal y que la medida del eje mayor no varía. Así también, en la pregunta H, se deberá especificar que en las elipses dibujadas la medida del eje mayor en ambos casos es la misma.

Luego, se procederá a utilizar la primera aplicación dentro de la guía "Eccentricity Demonstrator" (se debe señalar que a pesar de poseer un código QR y un link para que los y las estudiantes puedan tener acceso a la aplicación, esta solo puede ser ejecutada desde una computadora), es sumamente importante que se le diga al curso que durante la clase solo el o la docente manipulará la aplicación, pero que ellos podrán tener acceso a esta en sus casas si lo desean. Lo primero es enfocarse en enseñar y explicar a los y las estudiantes el funcionamiento de la aplicación, mostrando los datos que entrega, las variables que se pueden modificar y los cambios en la forma de las elipses que se obtienen al modificar dichas variables; mencionando todo en términos de los elementos ya vistos en las actividades previas. Se deberá referir a "a" como la medida del semieje mayor y "c" como la distancia desde el

centro hasta uno de los focos, la excentricidad se deberá presentar en primera instancia como el resultado de "c" sobre "a", pero no se deberá mencionar inmediatamente que esta determina la forma achatada de una elipse ya que esto será visto más adelante en la pregunta J.

Posterior a esto, en la guía se presenta una tabla, la cual deberá ser completada a medida que el profesor o profesora manipula la aplicación. Primero se deberá crear una elipse que posea una excentricidad igual a 0, una vez formada, los y las estudiantes deberán dibujar la forma de dicha elipse, ubicando sus focos, y describirla brevemente, basándose principalmente en la distancia que existe entre sus focos y la forma de esta, en cuanto a qué tan achatada es. Así mismo se deberá repetir dicho procedimiento con dos elipses más, de excentricidad 0,5 y 0,9. Para obtener estas excentricidades se recomienda ocupar un valor de "a" igual a 100 y variar los valores de "c" entre 0, 50 y 90, respectivamente.

Después, a partir de lo visto en la aplicación y lo completado en la tabla, se deberá responder tres preguntas enfocadas principalmente en la forma que tiene la elipse al variar la excentricidad de menor a mayor.

Al llegar a la pregunta M se mostrará una elipse, con sus respectivos focos, ubicada sobre una cuadrícula y un plano cartesiano. Para esta elipse se deberá calcular su excentricidad, tal como lo indica el enunciado, usando las unidades del plano cartesiano. Además, se debe indicar que el centro de la elipse se encuentra en el origen del plano cartesiano. Se tendrá que especificar que las operaciones realizadas para calcular la excentricidad deben quedar registradas en el espacio indicado en la guía.

¿Cómo calcular la excentricidad?

Como ayuda para los y las estudiantes al momento de realizar los cálculos, el o la docente puede copiar la expresión en la pizarra:

$$\frac{\text{Distancia semi focal (c)}}{\text{Semi eje mayor (a)}} = \text{Excentricidad (e)}$$

Antes de pasar al siguiente punto el o la docente puede retomar las predicciones finales formuladas anteriormente y preguntar a nivel de curso quienes han cambiado acerca de su respuesta en la pregunta G (¿Cómo cambia la forma de la elipse a medida que varía la distancia entre sus focos?). Así también, se puede retomar la pregunta H para llegar a un consenso en común de que en la elipse más achatada (segunda figura) los focos deben ubicarse más separados entre sí, en comparación con la elipse menos achatada (primera figura).

CIERRE DE LA CLASE

Habilidades científicas por desarrollar: Observar, analizar y describir resultados.

Finalmente, se presenta la última sección dentro de la guía "Identificando la elipse en las órbitas planetarias", la cual tiene como propósito el relacionar todo lo visto a lo largo de la guía, sobre las elipses, con la 1ª ley de Kepler. Para esto se usará la segunda aplicación que se señala dentro de la guía (Planetary Orbit Simulator), esta posee opciones para ver las tres leyes de Kepler separadas por pestañas, pero en esta ocasión solo se utilizará la pestaña que contiene la 1ª ley (Kepler's 1st law) (Al igual que en el primer applet aquí se presenta un código QR y un link para tener acceso a la aplicación, pero esta solo puede ser utilizada desde una computadora). Nuevamente se debe repetir que la aplicación será utilizada por el o la docente durante la clase, pero que ellos podrán tener acceso posteriormente.

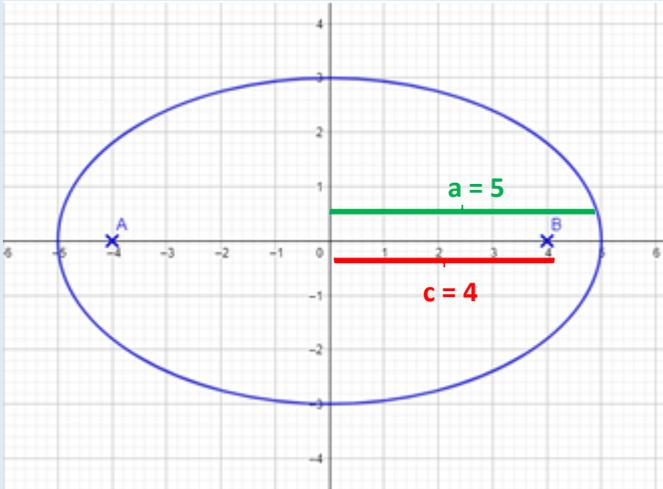
Al momento de abrir la aplicación se deben marcar las casillas para que se muestre el centro de la elipse (Show center), el foco en el cual no está ubicado el Sol (Show empty focus), la cuadrícula de fondo (Show grid) y se deberá configurar la rapidez de la animación (Animation rate) a 0.020(yrs/s), luego de estas configuraciones se puede comenzar la animación (Start animation). Cuando se presente la aplicación se recomienda utilizar cuatro planetas en específico: Tierra, Mercurio, Marte y Venus. Se debe mencionar que la aplicación muestra la medida del eje mayor y la excentricidad de la órbita de cada planeta elegido. La elección de estos planetas es dada por la excentricidad que poseen, ya que Mercurio posee la mayor excentricidad, Venus la menor, la Tierra porque es el planeta hogar y Marte porque fue el planeta que usó Kepler para realizar sus estudios. No se debe nombrar que el Sol está ubicado en uno de los focos, ya que esto debe ser identificado y descrito por los y las estudiantes en la pregunta P.

Para terminar, en base a lo visto en la aplicación, se deberán responder tres preguntas enfocadas a que cada estudiante relacione las elipses con las órbitas de los planetas alrededor del Sol. En la pregunta O, el o la docente tendrá que mostrar las órbitas de los planetas Marte y Júpiter (planeta estudiado por Brahe), para que los y las estudiantes identifiquen que la órbita de Marte es más achatada y por tanto permitió a Kepler notar que no se correspondía con una circunferencia.

Para concluir la primera clase, el o la docente enunciará la 1ª ley de Kepler y solicitará a los y las estudiantes registrarla textualmente en el último recuadro de la Guía 1. Como una última puesta en común se deberá preguntar al curso sobre qué relación encuentran entre la 1ª ley de Kepler, ya mencionada, con los contenidos visto a lo largo de toda la guía. Buscando que logren relacionar que estuvieron trabajando para comprender dicha ley.

A continuación, se presentan los cálculos y resultados que deben realizar en la pregunta M de la guía 1.

M) Calcula la excentricidad de la siguiente elipse, cuyos focos son A y B. Realiza los cálculos respectivos en el recuadro.



$$e = \frac{c}{a} = \frac{4}{5} = 0,8$$

INDICACIONES AL DOCENTE – CLASE 2

INICIO DE LA CLASE

Habilidades científicas por desarrollar: Analizar.

***Al comienzo de la clase se deberá considerar un tiempo de aproximadamente 7 minutos, los cuales están dirigidos a la instalación del equipo audio visual.**

La guía 2 se debe entregar al comenzar la clase, leer los objetivos escritos en ella e indicar a los y las estudiantes que, en base a lo visto durante la clase anterior, respondan las preguntas A, B, C y D del ítem I. Una vez ya hayan respondido hasta la pregunta D se hará una retroalimentación retomando los contenidos de la clase 1, para esto el o la docente preguntará a los estudiantes, de forma aleatoria, por sus respuestas a cada una de las preguntas y luego hará que otro compañero(a) comente si está de acuerdo o tiene algo que aportar a dicha respuesta, con el fin de complementarla. Al momento de la retroalimentación el o la docente podrá también complementar las respuestas de los y las estudiantes.

Una vez vistas las primeras cuatro preguntas se debe seguir con la pregunta E, para esto el o la docente deberá leer en voz alta las definiciones de afelio y perihelio o pedir a algún estudiante que lo haga. Luego, estos deberán responder la pregunta indicando en cuál de los puntos se encuentra el afelio y en cual el perihelio, es importante que el o la docente detalle que la justificación a sus respuestas debe escribirse. Para responder esta pregunta, el o la docente deberá especificar que el círculo en el foco izquierdo de la elipse representa al Sol.

Una vez respondida la pregunta la pregunta E, se deberá realizar una breve retroalimentación para verificar que los conceptos de afelio y perihelio han quedado claros y han sido capaces de reconocer que el afelio se ubica en el punto 3 y el perihelio en el punto 1, explicando que no pueden ser elegidos los puntos 2 y 4 ya que la distancia de estos es mayor que hasta el punto 1 y menor que hasta el punto 3. Una vez realizado esto se puede pasar al siguiente ítem, comenzando el desarrollo de la clase.

DESARROLLO DE LA CLASE

Habilidades científicas por desarrollar: Predecir, observar, usar instrumentos, registrar datos, compartir y describir resultados.

En el ítem II "Es momento de predecir", el o la docente deberá utilizar la aplicación Planetary Orbit Simulator (<https://goo.gl/8Yi7Wo>), elegir el planeta Mercurio en el menú desplegable a la derecha (Orbit settings) y dar ok (Ver 1 en imagen 1), ajustar en el menú Animations Controls la rapidez de la animación (Animation rate) en 0.080 (yrs/s) (Ver 2 en imagen 1) y dar click al botón "Start animation" (Ver 3 en imagen 1), también se deberá marcar la casilla Show grid (Ver 4 en imagen 1) para que se muestre la cuadrícula de fondo. Esta animación se deberá dejar sin detenerla para que los y las estudiantes puedan recurrir a observarla al momento de contestar la pregunta F y, si desean, utilizarla de apoyo para la pregunta G.

***Observación sobre cómo justificar la pregunta F:** Si el o la estudiante responde que la rapidez es constante debe señalar que observa al planeta moverse igual en todo momento. En caso de contestar que la rapidez es variable debe indicar en qué lugares observa que el movimiento es más rápido y donde es más lento.

A continuación, en la imagen 1 que muestra como deberán quedar configurados los parámetros del applet:

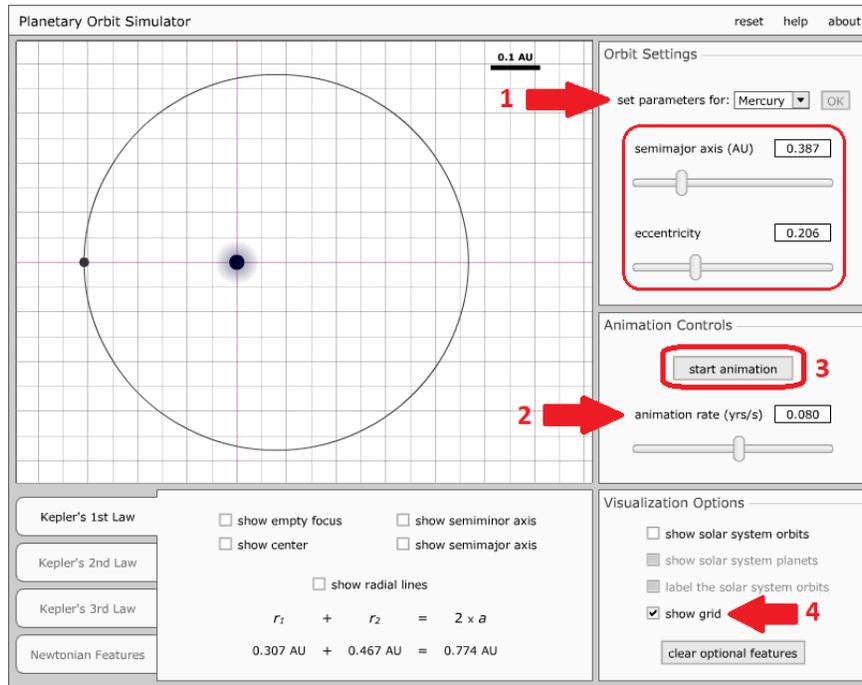


Imagen 1: Configuración de parámetros para la predicción.

Para la pregunta G, el o la docente deberá explicar que la flecha en el dibujo indica el sentido en que se mueve el planeta por sobre la órbita e indicar que para realizar esta actividad es necesario considerar las tres características principales de los vectores: módulo, dirección y sentido. Enfatizando que con el módulo podrán señalar si en un punto la rapidez es mayor que en el otro, ya que una velocidad mayor implica un módulo más grande, así también que la dirección será siempre una línea punteada y recta y el sentido servirá para señalar hacia donde va avanzando dicho planeta.

En el ítem III, el o la docente deberá guiar la formación de los grupos de trabajo, pidiendo que solo trabajen con sus compañeros(as) que están cerca de sus puestos, formando grupos de un máximo de 4 personas y un mínimo de 2, así no se generará desorden en la sala al momento de reunirse. Una vez listos los grupos, se les dirá, tal como señala la guía, que compartan entre ellos(as) las respuestas que escribieron en el ítem II, que vean las similitudes que obtuvieron y también las diferencias, ya que todo debe quedar registrado en la pregunta H.

Se dará un tiempo aproximado de 10 minutos para que conversen los grupos, luego de esto el o la docente deberá ir preguntando a los grupos que tan diferente eran las respuestas de sus compañeros(as) o que similitudes encontraron, todo con el fin de que puedan compartir las discusiones que aparecieron en cada grupo con el resto del curso.

Una vez ya hayan compartido las discusiones formadas entre los grupos, los y las estudiantes deberán volver a trabajar de forma individual para responder la pregunta I del ítem IV, en la cual, nuevamente se deberán cuestionar si la rapidez con la que se mueven los planetas en su órbita alrededor del Sol es siempre constante o varia. El o la docente deberá indicar que es importante que consideren lo que conversaron con sus grupos de trabajo y que registraron en la pregunta H.

En el ítem 5 V de la guía 2, el o la docente se encargará de describir la aplicación. Para ello debe señalar que cada una de las áreas barridas poseen igual tamaño. Al utilizar la aplicación se tendrá que entrar en la pestaña 2ª ley de Kepler (Kepler's 2nd Law) (Ver 1 en la imagen 2) y activar las opciones:

- Barrido continuo (Sweep continuously) y Usar efecto de sonido (Use sound effect) (Ver 2 en la imagen 2).
- Ajustar el tamaño del barrido a 1/8 del área total (utilizar barra deslizable) (Ver 3 en la imagen 2).

Además de fijar dichas opciones, el o la docente debe utilizar el planeta Mercurio y reproducirlo a una rapidez de 0.010 (yrs/s). Para establecer estas características es necesario utilizar el panel de la derecha y:

- Seleccionar la opción Mercury (en "Set parameters for:") y presionar el botón OK (es obligatorio presionar este botón para que se genere la órbita de Mercurio) (Ver 4 en la imagen 2).
- Colocar el valor 0.010 en la opción "animation rate (yrs/s)" (Ver 5 en la imagen 2).

Una vez establecidos todos los parámetros mencionados, es momento de hacer funcionar la aplicación. Presionando el botón "Start animation" (Ver 6 en la imagen 2) se da inicio al giro de Mercurio sobre la órbita dibujada. Al presionar el botón "Start sweeping" (Ver 7 en la imagen 2) se da inicio al barrido de áreas iguales. Se recomienda mostrar la cuadrícula (Show grid) (Ver 8 en la imagen 2).

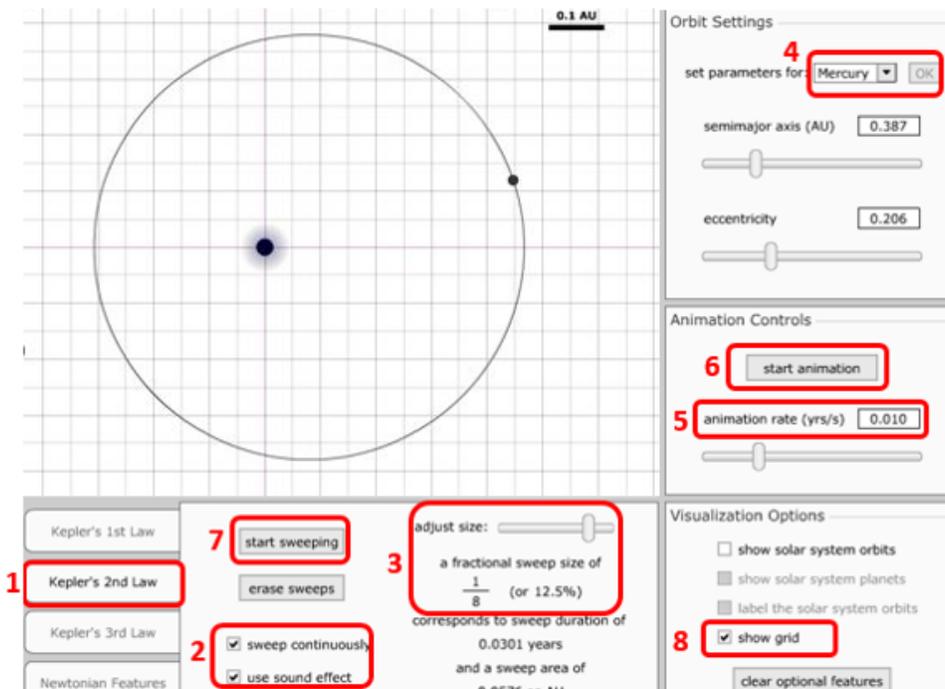


Imagen 2: Configuración de parámetros para registro de datos.

El tiempo estimado para explicar el funcionamiento del applet y fijar parámetros no debe ser superior a 5 minutos.

Luego, para que cada estudiante registre datos en el apartado VI de la guía 2, se les debe indicar que utilicen el cronómetro de sus celulares. El uso del cronómetro será para obtener los tiempos que tarda Mercurio en barrer cada una de las áreas. Para esto, los estudiantes deben presionar (en sus cronómetros) la opción "vuelta" cada vez que escuchen un pitido. Al finalizar dicho registro de vueltas se obtendrán seis o siete datos que rondarán los 3 segundos y que serán registrados en la tabla de la pregunta J.

***Observación pregunta J:** Antes de responder la pregunta J se debe considerar 5 minutos para explicar a los y las estudiantes como utilizar el cronómetro de sus celulares.

Con los datos de la pregunta J, cada estudiante debe determinar el promedio de los tiempos que obtuvo y registrarlo en la pregunta K. Además, el o la docente se encargará de realizar la pregunta "¿Cómo son los tiempos utilizados para barrer cada área?", guiando al curso a identificar que todos los tiempos son iguales, lo cual también debe ser registrado en la pregunta K.

Finalmente, el o la docente entrega el enunciado de la 2ª ley de Kepler: "El radio vector que une un planeta y el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales" e indica al curso que debe ser registrado textualmente en la pregunta L. En este punto es importante describir el radio vector como el segmento recto que une al planeta y el Sol.

Para la etapa de registro de datos se estima un tiempo aproximado de 10 minutos, para que el o la docente explique el uso del cronómetro y para que los y las estudiantes registren datos solicitados. Además, se propone entre 5 y 10 minutos para completar y discutir las preguntas K y L.

CIERRE DE LA CLASE

Habilidades científicas por desarrollar: Observar, analizar y describir resultados.

Para cerrar la clase, el o la docente mostrará el Video: "Recorrido sobre la elipse" correspondiente a la parte VII de la guía 2. Antes de mostrar el video se debe solicitar a los estudiantes colocar atención a los tiempos que tarda Mercurio en recorrer cada mitad de la elipse.

Una vez visto el video, los y las estudiantes deben identificar que la longitud del trayecto azul es igual a la del trayecto verde, para ello se recomienda pausar el video en el segundo 0:54 y utilizar el eje de simetría vertical para explicar que la longitud de cada trayecto pintado corresponde a la mitad del perímetro de la elipse. El o la docente debe señalar que estas observaciones respecto del trayecto recorrido deben ser registradas en la pregunta M.

Por otro lado, cada estudiante debe identificar que el tiempo empleado es mayor cuando Mercurio pasa más lejos del Sol (trayecto verde), por lo tanto, la rapidez de Mercurio es menor cuando está más lejos del Sol. Para esto se recomienda detener el video en los segundos 0:19 y 0:47 y registrar los tiempos que encerrados por un óvalo rojo (4,06 y 5,12 segundos). Estos valores corresponden al tiempo empleado para recorrer el trayecto azul y el verde, respectivamente. En este punto el o la docente debe solicitar responder la pregunta N.

Con las respuestas dadas en las preguntas M y N, cada estudiante debe responder la pregunta O, cuyo objetivo es que describan que la rapidez en el trayecto azul es mayor que en el trayecto verde, ya que en el primero tarda menos tiempo en cubrir la misma distancia.

Para responder a la pregunta P se propone al docente retomar la pregunta G y solicitar a los estudiantes comparar sus vectores velocidad dibujados con los que se muestran en el applet. Para mostrar los vectores velocidad en el applet se debe acceder a la pestaña "Newtonian Features" y marcar la opción Vector (como se muestra en la imagen 3).

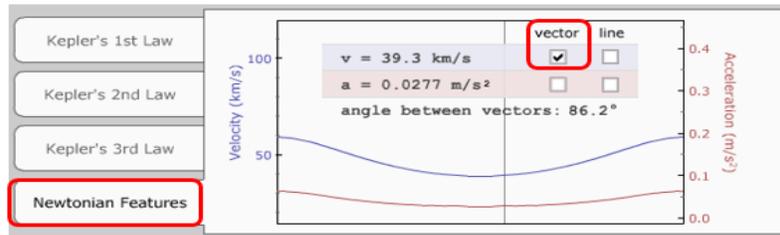


Imagen 3: Configuración para mostrar vectores velocidad

Se recomienda al docente arrastrar el planeta al perihelio y al afelio manualmente para mostrar que el largo del vector es máximo cuando se encuentra en el perihelio y por tanto la rapidez de Mercurio es la máxima en ese punto y repetir el procedimiento en el afelio. Además, el o la docente puede comparar los valores de velocidad en el perihelio (59,0 Km/s) y en el afelio (38,9 Km/s), mostrados en la pestaña "Newtonian Features".

Para que cada estudiante pueda dar significado a estos valores, se propone al docente calcular la diferencia entre ambos tiempos y establecer la cantidad de días extra que tarda Mercurio en recorrer el trayecto verde. Para ello se recomienda seguir los siguientes pasos.

- (I) Calcular la diferencia de tiempos. **Resultado:** 1,06 segundos.
- (II) Multiplicar el valor obtenido en (I) por la velocidad de reproducción de la animación (0,025 (años/segundos)).
Resultado: 0,0265 años.
- (III) Finalmente, multiplicar el valor obtenido en (II) por los 365 días que posee un año. **Resultado:** 9,67 días.

El o la docente debe utilizar este valor de casi 10 días para compararlo con el periodo de Mercurio (88 días) y así mostrar que la cantidad de tiempo extra que tarda Mercurio en recorrer la parte más alejada del Sol no es despreciable, ya que representa casi un 11% del periodo de orbita.

Por otro lado, se propone crear una órbita personalizada de mayor excentricidad, donde se pueda apreciar claramente que la rapidez de un planeta que gira en torno al Sol es variable y aumenta cuando se encuentra más cerca del Sol. Es recomendable mostrar la cuadrícula activando la opción "Show grid" y colocar los siguientes parámetros:

- **Semieje mayor (Semimajor axis (AU)):** 1.00.
- **Excentricidad (Eccentricity):** 0.700.
- **Rapidez de animación (Animation rate (yrs/s)):** 0.35.

Finalmente, el o la docente debe volver a la pregunta I para que cada estudiante contraste su predicción final con las observaciones realizadas y los resultados obtenidos.

INDICACIONES AL DOCENTE – CLASE 3

INICIO DE LA CLASE

Habilidades científicas por desarrollar: Observar, analizar, identificar y registrar.

***Al comienzo de la clase se deberá considerar un tiempo de aproximadamente 7 minutos, los cuales están dirigidos a la instalación del equipo audio visual.**

Al principio de la clase se debe considerar un máximo de 10 minutos para instalar los elementos necesarios (proyector y computador) y repartir la guía 3 para los y las estudiante. Una vez entregadas todas las guías, se deberán leer los objetivos que aparecen en esta.

En el ítem I “Antes de comenzar”, los y las estudiantes deberán responder las preguntas A y B sin indicaciones previas, pero una vez ya contestadas, el o la docente deberá realizar una breve puesta en común con el fin de verificar que todos(as) identificaron que cuando un planeta se encuentra más cerca de la Tierra, el brillo de este será mayor y viceversa.

Para la pregunta C, se debe reproducir el video 1 “visiones del cosmos” y de forma paralela mientras se está reproduciendo, el o la docente deberá ir explicando lo que se ve en este.

❖ COMO EXPLICAR EL VIDEO:

En primer lugar, indicar que, si desde la tierra observamos un planeta (en este caso se utiliza Marte), a la misma hora y por un par de meses aproximadamente, observaremos que este realiza un movimiento como se muestra al inicio del video, el cual se llama retrogradación y a continuación se verá como los exponentes antes de Kepler intentaban explicar ese movimiento, según el modelo del sistema solar que ellos planteaban.

- ✓ **Primero:** Se muestra el modelo de Eudoxo, el cual ubica a la Tierra como centro del sistema, con el resto de los planetas y el Sol moviéndose en órbitas circulares alrededor es esta. Además, se compone de estructuras imaginarias, creadas por este mismo, las cuales se balancean y permiten describir un movimiento retrogrado de los planetas (que se van marcando como líneas blancas en el video).
- ✓ **Segundo:** Se muestra el modelo de Ptolomeo, en el que se sigue ubicando a la Tierra en el centro del sistema con el resto de los planetas y el Sol realizando órbitas circulares a su alrededor. Para explicar el movimiento retrogrado se crean epiciclos, los cuales son pequeñas órbitas formadas alrededor de un punto que orbita alrededor de la Tierra, y es en estos epiciclos que se mueven los planetas generando el movimiento retrogrado que se observa en el cielo (también señalado con líneas blancas en el video).
- ✓ **Tercero:** Se muestra el modelo de Copérnico, en el que por primera vez se ubica a la Tierra y el resto de los planetas moviéndose alrededor del Sol, realizando órbitas circulares. Ya que aquí los planetas no se mueven alrededor de la Tierra si no que alrededor del Sol, se logra explicar el movimiento retrogrado.

Una vez terminado el video se deberá completar la tabla que aparece a continuación (en actividad C). Para aquella tabla el(la) profesor(a) debe detallar que los cuadros se deben completar solamente con una de las opciones que se presentan entre paréntesis en la primera columna.

Una vez completa la tabla se debe realizar una puesta en común acerca de la misma. Para esto se propone al docente diversas opciones como, por ejemplo:

- **Observar que elementos del sistema solar han cambiado a lo largo de los años y así ver cómo ha cambiado la visión que se tenía de este.**
- **Realizar una comparación entre los elementos que escribieron en cada exponente.**
- **Observar cuales elementos de sus antecesores conservó Kepler para poder formular sus dos primeras leyes.**

DESARROLLO DE LA CLASE

Habilidades científicas por desarrollar: Predecir, observar, comunicar, registrar, analizar y aplicar.

En el ítem II "Es momento de predecir", el o la docente deberá utilizar la aplicación Planetary Orbit Simulator (<https://goo.gl/8Yi7Wo>), elegir el planeta Júpiter en el menú desplegable a la derecha (Orbit settings) y dar ok (Ver 1 en imagen 1), ajustar en el menú Animations Controls la rapidez de la animación (Animation rate) en 0.15 (yrs/s) (Ver 2 en imagen 1). Se debe marcar las casillas "show solar sistema orbit" y "show solar sistema planets (Ver 3 en imagen 1) para que se muestren las órbitas de los demás planetas y también los planetas, respectivamente, en la aplicación, también se deberá marcar la casilla Show grid (Ver 4 en imagen 1) para que se muestre la cuadrícula de fondo. Finalmente habrá que dar click al botón "Start animation" (Ver 5 en imagen 1) para que los planetas se empiecen a mover en sus órbitas. Esta animación se puede dejar sin detenerla mientras se responden las predicciones.

En la imagen 1 que muestra como deberán quedar configurados los parámetros del applet:

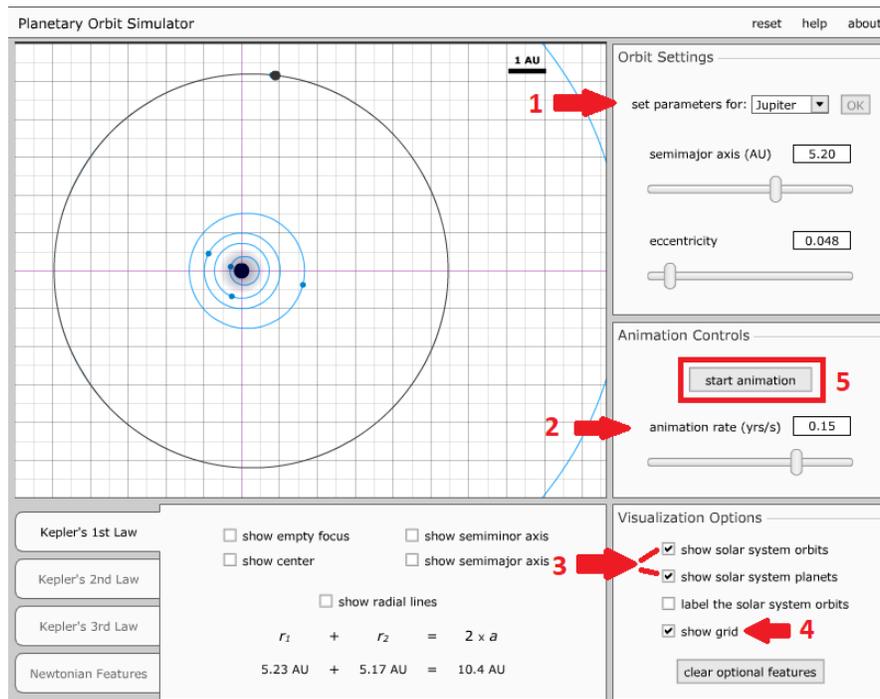


Imagen 1: Configuración de parámetros para la predicción.

El o la docente debe explicar que en la aplicación se muestran todos los demás planetas que están entre Júpiter y el Sol, moviéndose a una misma rapidez de animación (donde los puntos naranjas representan dichos planetas). También, antes de responder las preguntas se debe explicar dos términos que serán necesarios conocer en la pregunta F:

- ✓ **Periodo orbital:** Se define como el tiempo que demora un planeta en completar una órbita alrededor del Sol
- ✓ **Distancia Media:** Se define como la distancia promedio que separa a cada planeta del Sol.

En el ítem III, el o la docente deberá guiar la formación de los grupos de trabajo, pidiendo que solo trabajen con sus compañeros(as) que están cerca de sus puestos, formando grupos de un máximo de 4 personas y un mínimo de 2, así no se generará desorden en la sala al momento de reunirse. Una vez listos los grupos estos deberán compartir y comparar entre si las respuestas que escribieron en el ítem II, con el fin de observar diferencia y similitudes que encuentren. Todo debe quedar registrado en la pregunta G.

El tiempo que se propone para la discusión grupal es de aproximadamente 10 minutos para que conversen los grupos, luego de esto el o la docente deberá ir preguntando a los grupos que tan diferente eran las respuestas de sus compañeros(as) o que similitudes encontraron, todo con el fin de que puedan compartir las discusiones que aparecieron en cada grupo con el resto del curso.

Una vez ya hayan compartido las discusiones formadas entre los grupos, los y las estudiantes deberán volver a trabajar de forma individual para responder las preguntas H e I del ítem IV, en estas se debe escribir nuevamente la relación que piensan que existe entre el periodo orbital y la distancia media hacia el Sol de cada planeta, contrastando sus respuestas de la predicción inicial con las ideas compartidas con sus compañeros(as). Así también, deben dibujar una representación gráfica sobre la relación descrita en la pregunta H.

En el apartado V “viendo cómo funciona la aplicación” de la guía 3, se mostrará el video “periodo de órbita” que fue creado utilizando el applet Planetary Orbit Simulator (<https://goo.gl/8Yi7Wo>), en este video se muestran los planetas Saturno, Urano y Neptuno completando un periodo orbital alrededor del Sol, todos a una rapidez de 2.0 (yrs/s) y acompañados con un cronómetro que muestra los tiempos de dichos periodos. El o la docente deberá indicar que para los planetas Urano y Neptuno se reproduce todo a una rapidez x4 (incluido el cronometro), menos los primeros y los últimos 5 segundos. Esto se realizó de dicha manera ya que como ambos planetas se encuentran tan lejos del Sol que incluso con la mayor rapidez de animación que es posible configurar en la aplicación, se tardan mucho tiempo en completar un periodo.

Otra sugerencia para el docente al momento de presentar este video es anotar en la pizarra los tiempos que demoró cada planeta.

Una vez visto el video con sus respectivas explicaciones se deben responder las preguntas del ítem VI. En la pregunta J se deberán completar las columnas de Distancia media (UA) y Tiempo (s) con los datos que aparecen en el video, donde la distancia media equivale al valor del semieje mayor y el tiempo es aquel obtenido con los cronómetros, completando para cada uno de los planetas que aparecen en este.

Una vez completadas ambas columnas se deberá realizar, en el cuadro debajo de la tabla, los respectivos cálculos para determinar el periodo orbital de cada planeta, pero esta vez medida en años. Para que los y las estudiantes puedan realizar dichos cálculos, se deberán indicar los siguientes pasos:

- (I) Utilizar el valor del tiempo en segundos (s).
- (II) Multiplicar el valor en segundos indicado en (I) por la velocidad de reproducción de la animación (en este caso 2,0 (años/segundos)).

Al realizar estos cálculos se podrá completar la tercera columna de la tabla "Periodo (años)". Cuando ya se complete esta columna el docente podrá indicar que en esta tabla se da como ejemplo también Júpiter, pero solo con los datos de Distancia media (UA) y Periodo (años), ya que de aquí en adelante solo se utilizarán estos datos y ya no será necesario el tiempo medido en segundos.

Para la pregunta K se debe explicar que se escogieron especialmente estos planetas ya que sus distancias medias con el Sol se encuentran en la relación 1:2:3 (Saturno:Urano:Neptuno). Es decir, que Urano se encuentra al doble de distancia que Saturno y Neptuno al triple de distancia que Saturno.

Luego, con los datos de ambas columnas (pregunta J) ya mencionadas se deberán colocar los puntos en el plano cartesiano de la pregunta L, para posteriormente crear un gráfico (el cual deberá ser una curva). Una vez dibujado este gráfico se debe realizar una breve puesta en común con el fin de que los y las estudiantes contrasten este nuevo gráfico con el que dibujaron anteriormente en la pregunta F.

En la pregunta M se deberá dictar o escribir en la pizarra el enunciado de la 3ª ley de Kepler, para que los y las estudiantes la escriban de forma textual. Para explicar la 3ª ley se propone el siguiente enunciado.

Para un planeta dado, el cuadrado de su periodo orbital es proporcional al cubo de su distancia media al Sol. Esto es:

$$T^2 = K * a^3$$

Donde:

- **T:** Periodo del planeta.
- **K:** Constante de proporcionalidad.
- **a:** Distancia media al Sol.

Una vez dicho el enunciado de la 3ª ley es necesario explicar que cuando se aplica la 3ª ley de Kepler en los planetas del sistema solar el valor de la constante "K" será $1 \left(\frac{\text{años}^2}{\text{UA}^3} \right)$, siempre y cuando se considere el periodo (T) en años y la distancia media (a) en unidades astronómicas (UA).

El valor entregado de la constante "K" servirá para que se pueda calcular la respuesta de la pregunta N.

CIERRE DE LA CLASE

Habilidades científicas por desarrollar: Aplicar, relacionar e identificar.

Para cerrar la clase, el o la docente mostrará la aplicación Earth Orbit Plot (<https://goo.gl/DH8SeZ>), explicando que en ella se puede observar una gráfica muy similar a la vista anteriormente con los planetas del sistema solar (gráfico Distancia media vs Periodo orbital), pero esta vez dicha grafica está formada por objetos que orbitan alrededor de la Tierra, utilizando sus radios y periodos orbitales. Esto se puede explicar ya que, la 3ª ley se cumple no solo para los

planetas del sistema solar, si no que para todos los cuerpos que orbitan alrededor de otros cuerpos como estrellas y planetas. Pero para que esto sea posible es necesario modificar el valor de la constante "K" y para modificarla dependerá de la masa del planeta o estrella en torno a la cual orbita el cuerpo más pequeño, tal como se muestra en la misma aplicación, pero para cualquier cuerpo alrededor de la Tierra el valor de "K" será siempre el mismo (siempre y cuando se utilicen las mismas unidades de medida). Dicha forma de calcular una nueva constante "K" fue postulada por Newton posterior a Kepler. En la aplicación la distancia media se muestra como R, esto se debe a que la expresión inicial de Kepler fue extrapolada a cualquier otro sistema.

Finalmente, en la aplicación se deben mostrar los objetos que esta pone como ejemplo, como el cañón de Newton, la estación espacial internacional, los satélites GPS, los satélites geoestacionarios y la luna. Al mostrar los satélites GPS se debe señalar la distancia media y el periodo de su órbita, para que los y las estudiantes puedan calcular el valor de la constante "K" para cuerpos alrededor de la Tierra (utilizando como unidades de medida Km y Horas, respectivamente).

Es importante señalar, al momento de mostrar los datos de los satélites GPS que la distancia R está medida desde el centro de la Tierra y que por tanto la altura a la que se encuentran los satélites sobre la superficie de la tierra es $h = R - R_t$ (R_t : radio de la Tierra). Ver imagen 2.

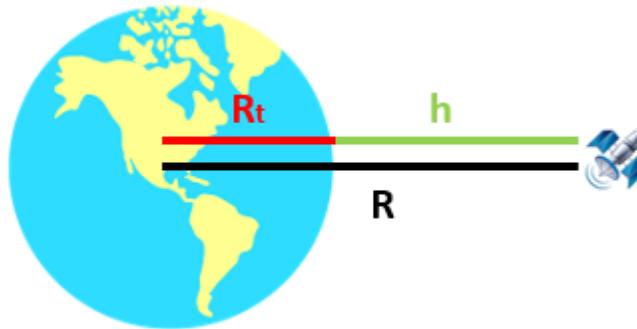


Imagen 2: Distancias orbitales de satélites.

Luego, para la pregunta P se debe explicar que un satélite geoestacionario se vería siempre en una misma ubicación en el cielo y cuando ya sea respondida esa pregunta se deberá realizar una pequeña retroalimentación con el fin de explicar que la respuesta a dicha pregunta es que el satélite debe tener un periodo orbital de 24 horas, es decir el mismo tiempo que demora la Tierra en realizar una rotación sobre su eje. Luego de explicar la respuesta se puede enseñar en la aplicación que también aparecen los satélites geoestacionarios y que, aunque se señala que su periodo no es exactamente 24 horas, es muy cercano a ese tiempo.

Finalmente, para la pregunta R, sabiendo ya el valor de la constante "K" para los cuerpos que orbitan alrededor de la Tierra, hay que calcular utilizando la Tercera ley de Kepler, la distancia media a la que se encuentra el telescopio espacial Hubble. Es importante señalar que, si se quiere utilizar el valor de "K" calculado anteriormente, es necesario pasar el Periodo de minutos a horas.

Una vez ya se calcula la distancia media se debe dar como observación que, ya que dicho valor es considerado desde el centro de la Tierra, para conocer a que distancia está el satélite espacial sobre la superficie de la Tierra, se debe restar la distancia que hay desde el centro de la Tierra hasta su superficie (radio terrestre).

A modo de cierre final se propone realizar una puesta en común con el curso, tanto para los contenidos vistos en esta clase, como para la secuencia didáctica completa, es decir, las tres leyes postuladas por Kepler. En dicha puesta en común se deberán tratar los siguientes puntos:

- Cambio de la visión acerca del sistema solar.
- Aspectos de las leyes postuladas por Kepler como:
 - Órbitas elípticas.
 - Ubicación del Sol en un foco.
 - Rapidez de la órbita de los planetas.
 - Relación entre distancia media (desde los planetas al Sol) y periodo orbital.
- Paso de Kepler a Newton.

Para este último punto se propone dar mayor énfasis explicando cómo es que la constante "K" de la 3ª ley de Kepler se explica posteriormente con la ley de gravitación universal de Newton. Además, destacar que las leyes de Kepler poseen un carácter descriptivo del movimiento de los planetas, siendo Newton el encargado de explicar la razón de dicho movimiento.

A continuación, se presentan los cálculos y resultados que deben realizar en las preguntas J, L, N, O y P de la guía 3.

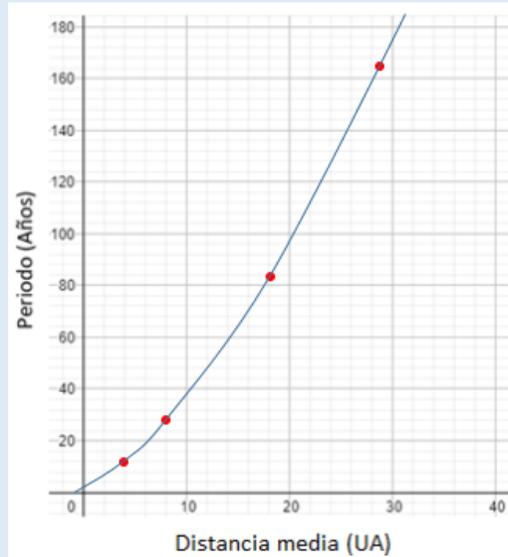
J) Completa la siguiente tabla con los datos obtenidos en el video (distancia media y tiempo). Luego calcula (en el recuadro) y registra (en la tabla) el periodo orbital de cada planeta sabiendo que el tiempo de la animación está a una escala en que cada segundo de video representa dos años.

Planeta	Distancia media (UA)	Tiempo (s)	Periodo (años)
Júpiter	5,2	-----	11,9
Saturno	9,54	14,25	28,5
Urano	19,2	42,11	84,22
Neptuno	30,1	82,26	164,52

Para calcular el periodo en años utilizar la siguiente expresión

$$Periodo(años) = Tiempo(s) \cdot 2\left(\frac{años}{s}\right)$$

L) Utilizando los datos de la tabla de la pregunta J, construye el gráfico que relaciona el periodo orbital con la distancia media de los planetas. Luego contrástalo con el que escogiste en la pregunta F.



N) Plutón es un planeta enano ubicado a una distancia media de 39,4 (UA) del Sol ¿Cuánto tarda en completar una órbita alrededor del Sol? Escribe tus cálculos en el recuadro.

$$T^2 = K \cdot a^3 \rightarrow T = \sqrt{K \cdot a^3} = \sqrt{1 \left[\frac{\text{años}^2}{\text{UA}^3} \right] \cdot (39,4[\text{UA}])^3} = 247,3 \text{ [años]}$$

O) Calcula el valor de la constante “K” utilizando los datos del periodo y distancia a la que se ubican los satélites GPS.

Considerar $a = 26600[\text{km}]$ y $T = 12[\text{h}]$

$$T^2 = K \cdot a^3 \rightarrow K = \frac{T^2}{a^3} = \frac{(12[\text{h}])^2}{(26600[\text{km}])^3} = 7,65 \cdot 10^{-12} \left[\frac{\text{h}^2}{\text{km}^3} \right]$$

P) Un satélite geostacionario es aquel que orbita el planeta Tierra, de modo que siempre mantiene su posición en el cielo respecto de la Tierra (como los de las compañías de televisión satelital). Para lograr esto ¿Cuál debe ser el periodo y el radio de la órbita de este tipo de satélites?

Por ser un satélite geostacionario su periodo es $T = 24[\text{h}]$

$$T^2 = K \cdot a^3 \rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{T^2}{K}} = \sqrt[3]{\frac{(24[\text{h}])^2}{7,65 \cdot 10^{-12} \left[\frac{\text{h}^2}{\text{km}^3} \right]}} = 42224,87 \text{ [km]}$$

Apéndice 5: Encuestas de validación.

ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 1 (Experto 1)

Dada su calidad de experto(a) docente, las valoraciones y comentarios que emita serán de gran importancia para mejorar la secuencia didáctica. Se solicita que deje sus comentarios en los recuadros asignados para ello, sobre todo cuando su valoración sobre una pregunta o indicador sea “Totalmente en desacuerdo” o “En desacuerdo”.

Nombre del experto:	Experto 1
Título(s) profesional(es) que posee:	Profesor de Estado en Física y Matemática
Señale sus años de ejercicio docente:	19
Mencione el tipo de establecimiento en los que ha trabajado (Municipal, particular subvencionado, particular):	Particular subvencionado
¿Ha enseñado las leyes de Kepler en los últimos cinco años?	No

Instrucciones

A continuación, se le presentarán un conjunto de preguntas e indicadores cuyo objetivo es conocer su opinión sobre cada uno de los componentes de la secuencia didáctica expuesta en el actual seminario. Para responder a cada pregunta e indicador, deberá colocar una **X** en la columna que muestra el código para su nivel de valoración respecto de la pregunta o indicador.

Código	Nivel de valoración
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

El siguiente recuadro muestra un ejemplo sobre cómo contestar cada pregunta o indicador.

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 1			
	1	2	3	4
PREGUNTA O INDICADOR 1			X	
PREGUNTA O INDICADOR 2	X			

Respecto al documento con las indicaciones al docente y la planificación de la clase 1:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 1			
	1	2	3	4
Las indicaciones permiten que él o la docente realice las demostraciones contempladas en la guía.				x
Las indicaciones le permiten al docente realizar puestas en común específicas de acuerdo a las actividades de la guía 1.				x
Utilizando las indicaciones se facilita a los y las estudiantes realizar predicciones.			x	

Con respecto al documento que contiene la guía 1 utilizada en la clase 1:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Guía 1			
	1	2	3	4
La redacción de las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son claros y precisos.			x	
Las actividades de la guía 1 permiten cumplir los objetivos propuestos.				x
Las actividades están conectadas con el Objetivo de Aprendizaje (OA) correspondiente.				x
Las actividades permiten desarrollar Habilidades Científicas en los y las estudiantes.			x	
Las actividades de la guía 1 pueden realizarse en una clase (2 horas pedagógicas).				x
Las actividades propuestas son sencillas de implementar.				x
El nivel de dificultad de las actividades es apropiado para 2º medio.			x	
Los espacios de respuesta son suficientes para contestar cada pregunta.				x
La guía 1 presenta espacios para registrar datos y resultados obtenidos.				x

Comentarios:

--

Agradecemos su participación y colaboración.

ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 1 (Experto 2)

Dada su calidad de experto(a) docente, las valoraciones y comentarios que emita serán de gran importancia para mejorar la secuencia didáctica. Se solicita que deje sus comentarios en los recuadros asignados para ello, sobre todo cuando su valoración sobre una pregunta o indicador sea “Totalmente en desacuerdo” o “En desacuerdo”.

Nombre del experto:	Experto 2
Título(s) profesional(es) que posee:	Profesor de Estado de Física y Matemática
Señale sus años de ejercicio docente:	6
Mencione el tipo de establecimiento en los que ha trabajado (Municipal, particular subvencionado, particular):	Particular Subvencionado y Particular
¿Ha enseñado las leyes de Kepler en los últimos cinco años?	Sí

Instrucciones

A continuación, se le presentarán un conjunto de preguntas e indicadores cuyo objetivo es conocer su opinión sobre cada uno de los componentes de la secuencia didáctica expuesta en el actual seminario. Para responder a cada pregunta e indicador, deberá colocar una **X** en la columna que muestra el código para su nivel de valoración respecto de la pregunta o indicador.

Código	Nivel de valoración
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

El siguiente recuadro muestra un ejemplo sobre cómo contestar cada pregunta o indicador.

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 1			
	1	2	3	4
PREGUNTA O INDICADOR 1			X	
PREGUNTA O INDICADOR 2	X			

Respecto al documento con las indicaciones al docente y la planificación de la clase 1:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 1			
	1	2	3	4
Las indicaciones permiten que él o la docente realice las demostraciones contempladas en la guía.				X
Las indicaciones le permiten al docente realizar puestas en común específicas de acuerdo a las actividades de la guía 1.				X
Utilizando las indicaciones se facilita a los y las estudiantes realizar predicciones.			X	

Con respecto al documento que contiene la guía 1 utilizada en la clase 1:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Guía 1			
	1	2	3	4
La redacción de las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son claros y precisos.				X
Las actividades de la guía 1 permiten cumplir los objetivos propuestos.				X
Las actividades están conectadas con el Objetivo de Aprendizaje (OA) correspondiente.				X
Las actividades permiten desarrollar Habilidades Científicas en los y las estudiantes.			X	
Las actividades de la guía 1 pueden realizarse en una clase (2 horas pedagógicas).			X	
Las actividades propuestas son sencillas de implementar.				X
El nivel de dificultad de las actividades es apropiado para 2º medio.				X
Los espacios de respuesta son suficientes para contestar cada pregunta.				X
La guía 1 presenta espacios para registrar datos y resultados obtenidos.				X

Comentarios:

Es necesario contemplar el tiempo de instalación del equipo para proyectar los videos puesto que esto se resta del tiempo destinado a la implementación de la clase.

En lo referente a Habilidades científicas pienso en que esta guía fomenta la analogía como habilidad de pensamiento utilizando estrategias de razonamiento lógico y conocimientos de matemática más que investigación o rigor científico.

Considero que la guía entrega los elementos suficientes para la comprensión de las Leyes de Kepler.

Agradecemos su participación y colaboración.

ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 1 (Experto 3)

Dada su calidad de experto(a) docente, las valoraciones y comentarios que emita serán de gran importancia para mejorar la secuencia didáctica. Se solicita que deje sus comentarios en los recuadros asignados para ello, sobre todo cuando su valoración sobre una pregunta o indicador sea “Totalmente en desacuerdo” o “En desacuerdo”.

Nombre del experto:	Experto 3
Título(s) profesional(es) que posee:	Profesor Estado en Física y Matemática
Señale sus años de ejercicio docente:	11
Mencione el tipo de establecimiento en los que ha trabajado (Municipal, particular subvencionado, particular):	Municipal, particular subvencionado, particular
¿Ha enseñado las leyes de Kepler en los últimos cinco años?	si

Instrucciones

A continuación, se le presentarán un conjunto de preguntas e indicadores cuyo objetivo es conocer su opinión sobre cada uno de los componentes de la secuencia didáctica expuesta en el actual seminario. Para responder a cada pregunta e indicador, deberá colocar una **X** en la columna que muestra el código para su nivel de valoración respecto de la pregunta o indicador.

Código	Nivel de valoración
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

El siguiente recuadro muestra un ejemplo sobre cómo contestar cada pregunta o indicador.

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 1			
	1	2	3	4
PREGUNTA O INDICADOR 1			X	
PREGUNTA O INDICADOR 2	X			

Respecto al documento con las indicaciones al docente y la planificación de la clase 1:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 1			
	1	2	3	4
Las indicaciones permiten que él o la docente realice las demostraciones contempladas en la guía.				x
Las indicaciones le permiten al docente realizar puestas en común específicas de acuerdo a las actividades de la guía 1.				x
Utilizando las indicaciones se facilita a los y las estudiantes realizar predicciones.				x

Con respecto al documento que contiene la guía 1 utilizada en la clase 1:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Guía 1			
	1	2	3	4
La redacción de las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son claros y precisos.				x
Las actividades de la guía 1 permiten cumplir los objetivos propuestos.		x		
Las actividades están conectadas con el Objetivo de Aprendizaje (OA) correspondiente.				x
Las actividades permiten desarrollar Habilidades Científicas en los y las estudiantes.	x			
Las actividades de la guía 1 pueden realizarse en una clase (2 horas pedagógicas).			x	
Las actividades propuestas son sencillas de implementar.				x
El nivel de dificultad de las actividades es apropiado para 2º medio.				x
Los espacios de respuesta son suficientes para contestar cada pregunta.				x
La guía 1 presenta espacios para registrar datos y resultados obtenidos.				x

Comentarios:

El objetivo 1 y 2 creo que para esta clase está bien.

El objetivo 3 "analizar las orbitas de los planeas" no creo que pueda ser trabajando en profundidad en esta clase.

¿Permite desarrollar habilidades científicas? favor de señalar cuáles son las que estiman desarrollar en cada momento.

Agradecemos su participación y colaboración.

ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 2 (Experto 1)

Dada su calidad de experto(a) docente, las valoraciones y comentarios que emita serán de gran importancia para mejorar la secuencia didáctica. Se solicita que deje sus comentarios en los recuadros asignados para ello, sobre todo cuando su valoración sobre una pregunta o indicador sea “Totalmente en desacuerdo” o “En desacuerdo”.

Nombre del experto:	Experto 1
Título(s) profesional(es) que posee:	Profesor de Estado de Física y Matemática
Señale sus años de ejercicio docente:	18
Mencione el tipo de establecimiento en los que ha trabajado (Municipal, particular subvencionado, particular):	Particular subvencionado
¿Ha enseñado las leyes de Kepler en los últimos cinco años?	No

Instrucciones

A continuación, se le presentarán un conjunto de preguntas e indicadores cuyo objetivo es conocer su opinión sobre cada uno de los componentes de la secuencia didáctica expuesta en el actual seminario. Para responder a cada pregunta e indicador, deberá colocar una **X** en la columna que muestra el código para su nivel de valoración respecto de la pregunta o indicador.

Código	Nivel de valoración
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

El siguiente recuadro muestra un ejemplo sobre cómo contestar cada pregunta o indicador.

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 2			
	1	2	3	4
PREGUNTA O INDICADOR 1			X	
PREGUNTA O INDICADOR 2	X			

Respecto al documento con las indicaciones al docente de la clase 2:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 2			
	1	2	3	4
Las indicaciones permiten que él o la docente realice las demostraciones contempladas en la guía.				x
Las indicaciones le permiten al docente realizar puestas en común específicas de acuerdo a las actividades de la guía 2.				x
Utilizando las indicaciones se facilita a los y las estudiantes realizar predicciones.			x	

Con respecto al documento que contiene la guía 2 utilizada en la clase 2:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Guía 2			
	1	2	3	4
La redacción de las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son claros y precisos.				x
Las actividades de la guía 2 permiten cumplir los objetivos propuestos.				x
Las actividades están conectadas con el Objetivo de Aprendizaje (OA) correspondiente.				x
Las actividades permiten desarrollar Habilidades Científicas en los y las estudiantes.			x	
Las actividades de la guía 2 pueden realizarse en una clase (2 horas pedagógicas).				x
Las actividades propuestas son sencillas de implementar.				x
El nivel de dificultad de las actividades es apropiado para 2º medio.				x
Los espacios de respuesta son suficientes para contestar cada pregunta.				x
La guía 2 presenta espacios para registrar datos y resultados obtenidos.				x

Con respecto al video "Recorrido sobre la elipse" utilizado en la clase 2:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Video			
	1	2	3	4
La calidad del video permite identificar claramente los datos y variables deseados.				x
El contenido del video es pertinente con los objetivos planteados en la guía 2.				x

Comentarios:

Agradecemos su participación y colaboración.

ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 2 (Experto 2)

Dada su calidad de experto(a) docente, las valoraciones y comentarios que emita serán de gran importancia para mejorar la secuencia didáctica. Se solicita que deje sus comentarios en los recuadros asignados para ello, sobre todo cuando su valoración sobre una pregunta o indicador sea “Totalmente en desacuerdo” o “En desacuerdo”.

Nombre del experto:	Experto 2
Título(s) profesional(es) que posee:	Profesor de Estado de Física y Matemática
Señale sus años de ejercicio docente:	6
Mencione el tipo de establecimiento en los que ha trabajado (Municipal, particular subvencionado, particular):	Particular Subvencionado y Particular
¿Ha enseñado las leyes de Kepler en los últimos cinco años?	Sí

Instrucciones

A continuación, se le presentarán un conjunto de preguntas e indicadores cuyo objetivo es conocer su opinión sobre cada uno de los componentes de la secuencia didáctica expuesta en el actual seminario. Para responder a cada pregunta e indicador, deberá colocar una **X** en la columna que muestra el código para su nivel de valoración respecto de la pregunta o indicador.

Código	Nivel de valoración
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

El siguiente recuadro muestra un ejemplo sobre cómo contestar cada pregunta o indicador.

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 2			
	1	2	3	4
PREGUNTA O INDICADOR 1			X	
PREGUNTA O INDICADOR 2	X			

Respecto al documento con las indicaciones al docente de la clase 2:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 2			
	1	2	3	4
Las indicaciones permiten que él o la docente realice las demostraciones contempladas en la guía.				X
Las indicaciones le permiten al docente realizar puestas en común específicas de acuerdo a las actividades de la guía 2.				X
Utilizando las indicaciones se facilita a los y las estudiantes realizar predicciones.				X

Con respecto al documento que contiene la guía 2 utilizada en la clase 2:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Guía 2			
	1	2	3	4
La redacción de las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son claros y precisos.			X	
Las actividades de la guía 2 permiten cumplir los objetivos propuestos.				X
Las actividades están conectadas con el Objetivo de Aprendizaje (OA) correspondiente.				X
Las actividades permiten desarrollar Habilidades Científicas en los y las estudiantes.				X
Las actividades de la guía 2 pueden realizarse en una clase (2 horas pedagógicas).			X	
Las actividades propuestas son sencillas de implementar.				X
El nivel de dificultad de las actividades es apropiado para 2º medio.				X
Los espacios de respuesta son suficientes para contestar cada pregunta.				X
La guía 2 presenta espacios para registrar datos y resultados obtenidos.				X

Con respecto al video "Recorrido sobre la elipse" utilizado en la clase 2:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Video			
	1	2	3	4
La calidad del video permite identificar claramente los datos y variables deseados.				X
El contenido del video es pertinente con los objetivos planteados en la guía 2.				X

Comentarios:

La pregunta P hace referencia a sí misma. No es posible de responder.

El tiempo presupuestado para el desarrollo de la clase no da cuenta de la instalación del medio audiovisual. Es necesario considerarlo.

Agradecemos su participación y colaboración.

ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 2 (Experto 3)

Dada su calidad de experto(a) docente, las valoraciones y comentarios que emita serán de gran importancia para mejorar la secuencia didáctica. Se solicita que deje sus comentarios en los recuadros asignados para ello, sobre todo cuando su valoración sobre una pregunta o indicador sea “Totalmente en desacuerdo” o “En desacuerdo”.

Nombre del experto:	Experto 3
Título(s) profesional(es) que posee:	Profesor Estado Física y Matemática
Señale sus años de ejercicio docente:	11
Mencione el tipo de establecimiento en los que ha trabajado (Municipal, particular subvencionado, particular):	Municipal, particular subvencionado, particular
¿Ha enseñado las leyes de Kepler en los últimos cinco años?	si

Instrucciones

A continuación, se le presentarán un conjunto de preguntas e indicadores cuyo objetivo es conocer su opinión sobre cada uno de los componentes de la secuencia didáctica expuesta en el actual seminario. Para responder a cada pregunta e indicador, deberá colocar una **X** en la columna que muestra el código para su nivel de valoración respecto de la pregunta o indicador.

Código	Nivel de valoración
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

El siguiente recuadro muestra un ejemplo sobre cómo contestar cada pregunta o indicador.

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 2			
	1	2	3	4
PREGUNTA O INDICADOR 1			X	
PREGUNTA O INDICADOR 2	X			

Respecto al documento con las indicaciones al docente de la clase 2:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 2			
	1	2	3	4
Las indicaciones permiten que él o la docente realice las demostraciones contempladas en la guía.				x
Las indicaciones le permiten al docente realizar puestas en común específicas de acuerdo a las actividades de la guía 2.			x	
Utilizando las indicaciones se facilita a los y las estudiantes realizar predicciones.				x

Con respecto al documento que contiene la guía 2 utilizada en la clase 2:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Guía 2			
	1	2	3	4
La redacción de las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son claros y precisos.				x
Las actividades de la guía 2 permiten cumplir los objetivos propuestos.				x
Las actividades están conectadas con el Objetivo de Aprendizaje (OA) correspondiente.				x
Las actividades permiten desarrollar Habilidades Científicas en los y las estudiantes.		x		
Las actividades de la guía 2 pueden realizarse en una clase (2 horas pedagógicas).				x
Las actividades propuestas son sencillas de implementar.				x
El nivel de dificultad de las actividades es apropiado para 2º medio.				x
Los espacios de respuesta son suficientes para contestar cada pregunta.				x
La guía 2 presenta espacios para registrar datos y resultados obtenidos.				x

Con respecto al video "Recorrido sobre la elipse" utilizado en la clase 2:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Video			
	1	2	3	4
La calidad del video permite identificar claramente los datos y variables deseados.			x	
El contenido del video es pertinente con los objetivos planteados en la guía 2.			x	

Comentarios:

Siento que termina muy abrupta la clase con la comparación de las velocidades, prefiero un cierre donde se recopile lo aprendido en clases junto con el(la) profesor(a) o bien algún video que muestre la Luna con respecto a nosotros y se note el cambio de rapidez, una aplicación de la 2da ley, pero más cercana.

Favor de indicar que habilidades se quieren desarrollar.

Todo video compartido con toda la clase, debe estar mediado por el(la) profesor(a) para que todos "vean" lo que tienen que "ver", de esta manera se podrá guiar mejor las ideas en función del objetivo de la guía 2.

Agradecemos su participación y colaboración.

ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 3 (Experto 1)

Dada su calidad de experto(a) docente, las valoraciones y comentarios que emita serán de gran importancia para mejorar la secuencia didáctica. Se solicita que deje sus comentarios en los recuadros asignados para ello, sobre todo cuando su valoración sobre una pregunta o indicador sea “Totalmente en desacuerdo” o “En desacuerdo”.

Nombre del experto:	Experto 1
Título(s) profesional(es) que posee:	Profesor de Estado en Física y Matemática
Señale sus años de ejercicio docente:	18
Mencione el tipo de establecimiento en los que ha trabajado (Municipal, particular subvencionado, particular):	Particular subvencionado
¿Ha enseñado las leyes de Kepler en los últimos cinco años?	No

Instrucciones

A continuación, se le presentarán un conjunto de preguntas e indicadores cuyo objetivo es conocer su opinión sobre cada uno de los componentes de la secuencia didáctica expuesta en el actual seminario. Para responder a cada pregunta e indicador, deberá colocar una **X** en la columna que muestra el código para su nivel de valoración respecto de la pregunta o indicador.

Código	Nivel de valoración
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

El siguiente recuadro muestra un ejemplo sobre cómo contestar cada pregunta o indicador.

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 3			
	1	2	3	4
PREGUNTA O INDICADOR 1			X	
PREGUNTA O INDICADOR 2	X			

Respecto al documento con las indicaciones al docente de la clase 3:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 3			
	1	2	3	4
Las indicaciones permiten que él o la docente realice las demostraciones contempladas en la guía.			x	
Las indicaciones le permiten al docente realizar puestas en común específicas de acuerdo a las actividades de la guía 3.				x
Utilizando las indicaciones se facilita a los y las estudiantes realizar predicciones.				x

Con respecto al documento que contiene la guía 3 utilizada en la clase 3:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Guía 3			
	1	2	3	4
La redacción de las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son claros y precisos.				x
Las actividades de la guía 3 permiten cumplir los objetivos propuestos.				x
Las actividades están conectadas con el Objetivo de Aprendizaje (OA) correspondiente.				x
Las actividades permiten desarrollar Habilidades Científicas en los y las estudiantes, tales como: <ul style="list-style-type: none"> • Predecir. • Observar, recoger y organizar información. • Compartir resultados. 			x	
Las actividades de la guía 3 pueden realizarse en una clase (2 horas pedagógicas).			x	
Las actividades propuestas son sencillas de implementar.			x	
El nivel de dificultad de las actividades es apropiado para 2º medio.			x	
Los espacios de respuesta son suficientes para contestar cada pregunta.				x
La guía 3 presenta espacios para registrar datos y resultados obtenidos.				x

Con respecto a los videos "Visiones del cosmos" y "Periodos de órbitas" utilizados en la clase 3:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Videos			
	1	2	3	4
La calidad de los videos permite identificar claramente los datos y variables deseados.				x
El contenido de cada video es pertinente con los objetivos planteados en la guía 3.				x

Comentarios:

--

Agradecemos su participación y colaboración.

ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 3 (Experto 2)

Dada su calidad de experto(a) docente, las valoraciones y comentarios que emita serán de gran importancia para mejorar la secuencia didáctica. Se solicita que deje sus comentarios en los recuadros asignados para ello, sobre todo cuando su valoración sobre una pregunta o indicador sea “Totalmente en desacuerdo” o “En desacuerdo”.

Nombre del experto:	Experto 2
Título(s) profesional(es) que posee:	Profesor de Estado de Física y Matemática
Señale sus años de ejercicio docente:	6
Mencione el tipo de establecimiento en los que ha trabajado (Municipal, particular subvencionado, particular):	Particular Subvencionado y Particular
¿Ha enseñado las leyes de Kepler en los últimos cinco años?	Sí

Instrucciones

A continuación, se le presentarán un conjunto de preguntas e indicadores cuyo objetivo es conocer su opinión sobre cada uno de los componentes de la secuencia didáctica expuesta en el actual seminario. Para responder a cada pregunta e indicador, deberá colocar una **X** en la columna que muestra el código para su nivel de valoración respecto de la pregunta o indicador.

Código	Nivel de valoración
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

El siguiente recuadro muestra un ejemplo sobre cómo contestar cada pregunta o indicador.

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 3			
	1	2	3	4
PREGUNTA O INDICADOR 1			X	
PREGUNTA O INDICADOR 2	X			

Respecto al documento con las indicaciones al docente de la clase 3:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 3			
	1	2	3	4
Las indicaciones permiten que él o la docente realice las demostraciones contempladas en la guía.				X
Las indicaciones le permiten al docente realizar puestas en común específicas de acuerdo a las actividades de la guía 3.				X
Utilizando las indicaciones se facilita a los y las estudiantes realizar predicciones.				X

Con respecto al documento que contiene la guía 3 utilizada en la clase 3:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Guía 3			
	1	2	3	4
La redacción de las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son claros y precisos.				X
Las actividades de la guía 3 permiten cumplir los objetivos propuestos.				X
Las actividades están conectadas con el Objetivo de Aprendizaje (OA) correspondiente.				X
Las actividades permiten desarrollar Habilidades Científicas en los y las estudiantes, tales como: <ul style="list-style-type: none"> • Predecir. • Observar, recoger y organizar información. • Compartir resultados. 				X
Las actividades de la guía 3 pueden realizarse en una clase (2 horas pedagógicas).			X	
Las actividades propuestas son sencillas de implementar.				X
El nivel de dificultad de las actividades es apropiado para 2º medio.				X
Los espacios de respuesta son suficientes para contestar cada pregunta.				X
La guía 3 presenta espacios para registrar datos y resultados obtenidos.				X

Con respecto a los videos "Visiones del cosmos" y "Periodos de órbitas" utilizados en la clase 3:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Videos			
	1	2	3	4
La calidad de los videos permite identificar claramente los datos y variables deseados.				X
El contenido de cada video es pertinente con los objetivos planteados en la guía 3.				X

Comentarios:

Es bastante ambiciosa la guía. Existen limitaciones de tiempo ya que se solicita mucho trabajo individual y luego colectivo y esos tiempos no están claramente definidos en la guía del estudiante lo que desvirtúa su actividad.

Agradecemos su participación y colaboración.

ENCUESTA DE VALIDACIÓN GUÍA 3 (Experto 3)

Dada su calidad de experto(a) docente, las valoraciones y comentarios que emita serán de gran importancia para mejorar la secuencia didáctica. Se solicita que deje sus comentarios en los recuadros asignados para ello, sobre todo cuando su valoración sobre una pregunta o indicador sea “Totalmente en desacuerdo” o “En desacuerdo”.

Nombre del experto:	Experto 3
Título(s) profesional(es) que posee:	Profesor Estado en Física y Matemática
Señale sus años de ejercicio docente:	11
Mencione el tipo de establecimiento en los que ha trabajado (Municipal, particular subvencionado, particular):	Municipal, particular subvencionado, particular
¿Ha enseñado las leyes de Kepler en los últimos cinco años?	si

Instrucciones

A continuación, se le presentarán un conjunto de preguntas e indicadores cuyo objetivo es conocer su opinión sobre cada uno de los componentes de la secuencia didáctica expuesta en el actual seminario. Para responder a cada pregunta e indicador, deberá colocar una **X** en la columna que muestra el código para su nivel de valoración respecto de la pregunta o indicador.

Código	Nivel de valoración
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

El siguiente recuadro muestra un ejemplo sobre cómo contestar cada pregunta o indicador.

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 3			
	1	2	3	4
PREGUNTA O INDICADOR 1			X	
PREGUNTA O INDICADOR 2	X			

Respecto al documento con las indicaciones al docente de la clase 3:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Clase 3			
	1	2	3	4
Las indicaciones permiten que él o la docente realice las demostraciones contempladas en la guía.				x
Las indicaciones le permiten al docente realizar puestas en común específicas de acuerdo a las actividades de la guía 3.				x
Utilizando las indicaciones se facilita a los y las estudiantes realizar predicciones.				x

Con respecto al documento que contiene la guía 3 utilizada en la clase 3:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Guía 3			
	1	2	3	4
La redacción de las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son claros y precisos.			x	
Las actividades de la guía 3 permiten cumplir los objetivos propuestos.		x		
Las actividades están conectadas con el Objetivo de Aprendizaje (OA) correspondiente.				x
Las actividades permiten desarrollar Habilidades Científicas en los y las estudiantes, tales como: <ul style="list-style-type: none"> • Predecir. • Observar, recoger y organizar información. • Compartir resultados. 				x
Las actividades de la guía 3 pueden realizarse en una clase (2 horas pedagógicas).	x			
Las actividades propuestas son sencillas de implementar.			x	
El nivel de dificultad de las actividades es apropiado para 2º medio.				x
Los espacios de respuesta son suficientes para contestar cada pregunta.				x
La guía 3 presenta espacios para registrar datos y resultados obtenidos.				x

Con respecto a los videos "Visiones del cosmos" y "Periodos de órbitas" utilizados en la clase 3:

Pregunta o indicador	Valoración			
	Videos			
	1	2	3	4
La calidad de los videos permite identificar claramente los datos y variables deseados.				x
El contenido de cada video es pertinente con los objetivos planteados en la guía 3.				x

Comentarios:

La pregunta 1, creo que las palabras "tamaño aparente" pueden ser confusas para los estudiantes inicialmente, creo mejor poner una imagen o situación donde se aprecie el cambio y preguntar cual imagen corresponde para cuando está más cerca y cuando está más lejos, y que esto se le llama tamaño aparente.

El resto encuentro que está bien, pero un poco larga. Una clase podría terminar con el punto IV y del punto V en adelante otra.

Agradecemos su participación y colaboración.

Anexos

Anexo 1: OA de Tierra y universo desde 1° a 6° básico.

A continuación, se presenta una tabla creada en base a la información obtenida de las Bases Curriculares de Ciencias Naturales de 1° a 6° básico. Esta contiene los Objetivos de Aprendizaje relacionados a Tierra y Universo para cada uno de estos cursos.

Nivel	OA Tierra y Universo
1° Básico.	<p>11. Describir y registrar el ciclo diario y las diferencias entre el día y la noche, a partir de la observación del Sol, la Luna, las estrellas y la luminosidad del cielo, entre otras, y sus efectos en los seres vivos y el ambiente.</p> <p>12. Describir y comunicar los cambios del ciclo de las estaciones y sus efectos en los seres vivos y el ambiente.</p>
2° Básico.	<p>12. Reconocer y describir algunas características del tiempo atmosférico, como precipitaciones (lluvia, granizo, nieve), viento y temperatura ambiente, entre otras, y sus cambios a lo largo del año.</p> <p>13. Medir algunas características del tiempo atmosférico, construyendo y/o usando algunos instrumentos tecnológicos útiles para su localidad, como termómetro, pluviómetro o veleta.</p> <p>14. Describir la relación de los cambios del tiempo atmosférico con las estaciones del año y sus efectos sobre los seres vivos y el ambiente.</p>
3° Básico.	<p>11. Describir las características de algunos de los componentes del Sistema Solar (Sol, planetas, lunas, cometas y asteroides) en relación con su tamaño, localización, apariencia y distancia relativa a la Tierra, entre otros.</p> <p>12. Explicar, por medio de modelos, los movimientos de rotación y traslación, considerando sus efectos en la Tierra.</p> <p>13. Diseñar y construir modelos tecnológicos para explicar eventos del Sistema Solar, como la sucesión de las fases de la Luna y los eclipses de Luna y de Sol, entre otros.</p>
4° Básico.	<p>15. Describir, por medio de modelos, que la Tierra tiene una estructura de capas (corteza, manto y núcleo) con características distintivas en cuanto a su composición, rigidez y temperatura.</p> <p>16. Explicar los cambios de la superficie de la Tierra a partir de la interacción de sus capas y los movimientos de las placas tectónicas (sismos, tsunamis y erupciones volcánicas).</p> <p>17. Proponer medidas de prevención y seguridad ante riesgos naturales en la escuela, la calle y el hogar, para desarrollar una cultura preventiva.</p>
5° Básico.	<p>12. Describir la distribución del agua dulce y salada en la Tierra, considerando océanos, glaciares, ríos y lagos, aguas subterráneas, nubes, vapor de agua, etc., y comparar sus volúmenes, reconociendo la escasez relativa de agua dulce.</p> <p>13. Analizar y describir las características de los océanos y lagos: Variación de temperatura, luminosidad y presión en relación con la profundidad Diversidad de flora y fauna Movimiento de las aguas, como olas, mareas, corrientes (El Niño y Humboldt)</p> <p>14. Investigar y explicar efectos positivos y negativos de la actividad humana en océanos, lagos, ríos, glaciares, entre otros, proponiendo acciones de protección de las reservas hídricas en Chile y comunicando sus resultados.</p>
6° Básico.	<p>16. Describir las características de las capas de la Tierra (atmósfera, litósfera e hidrósfera) que posibilitan el desarrollo de la vida y proveen recursos para el ser humano, y proponer medidas de protección de dichas capas.</p> <p>17. Investigar experimentalmente la formación del suelo, sus propiedades (como color, textura y capacidad de retención de agua) y la importancia de protegerlo de la contaminación, comunicando sus resultados.</p> <p>18. Explicar las consecuencias de la erosión sobre la superficie de la Tierra, identificando los agentes que la provocan, como el viento, el agua y las actividades humanas.</p>

Tabla 1: OA Tierra y Universo, Bases Curriculares 1° a 6° Básico 2012, MINEDUC.

Anexo 2: Grandes ideas de la ciencia.

En la tabla 2, se muestran Grandes Ideas de la Ciencia (GI) las cuales son utilizadas como uno de los elementos centrales para las BC de ciencias.

GI.1 Los organismos tienen estructuras y realizan procesos para satisfacer sus necesidades y responder al medioambiente.
GI.2 Los organismos necesitan energía y materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que interactúan con otros organismos en un ecosistema.
GI.3 La información genética se transmite de una generación de organismos a la siguiente.
GI.4 La evolución es la causa de la diversidad de los organismos vivientes y extintos.
GI.5 Todo material del Universo está compuesto de partículas muy pequeñas.
GI.6 La cantidad de energía en el Universo permanece constante.
GI.7 El movimiento de un objeto depende de las interacciones en que participa.
GI.8 Tanto la composición de la Tierra como su atmósfera cambian a través del tiempo y tienen las condiciones necesarias para la vida.

Tabla 2: Grandes Ideas de la Ciencia, Bases Curriculares actualización 2015, MINEDUC.

Anexo 3: Objetivos de aprendizaje de actitudes.

Objetivos de Aprendizaje de actitudes: A partir de lo establecido en los Objetivos de Aprendizaje Transversales (OAT) y la Ley General de Educación (LGE), las BC de Ciencias naturales indican ciertas actitudes, que son objetivos de aprendizajes, las cuales tienen relación con los contenidos y competencias de la asignatura, pero con un trasfondo enfocado en el desarrollo moral y social.

En este punto forman parte el docente y la comunidad escolar, ya que las actitudes son desarrolladas mediante el aprendizaje de los estudiantes y las actividades e interacciones que se dan durante la asignatura. Estas Actitudes (OA) se presentan en la tabla 3.

A. Mostrar curiosidad, creatividad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico, disfrutando del crecimiento intelectual que genera el conocimiento científico y valorando su importancia para el desarrollo de la sociedad.
B. Esforzarse y perseverar en el trabajo personal entendiendo que los logros se obtienen solo después de un trabajo riguroso, y que los datos empíricamente confiables se obtienen si se trabaja con precisión y orden.
C. Trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos.
D. Manifestar una actitud de pensamiento crítico, buscando rigurosidad y replicabilidad de las evidencias para sustentar las respuestas, las soluciones o las hipótesis.
E. Usar de manera responsable y efectiva las tecnologías de la comunicación para favorecer las explicaciones científicas y el procesamiento de evidencias, dando crédito al trabajo de otros y respetando la propiedad y la privacidad de las personas.
F. Demostrar valoración y cuidado por la salud y la integridad de las personas, evitando conductas de riesgo, considerando medidas de seguridad y tomando conciencia de las implicancias éticas de los avances científicos y tecnológicos.
G. Reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, y manifestar conductas de cuidado y uso eficiente de los recursos naturales y energéticos en favor del desarrollo sustentable y la protección del ambiente.
H. Demostrar valoración e interés por los aportes de hombres y mujeres al conocimiento científico y reconocer que desde siempre los seres humanos han intentado comprender el mundo.

Tabla 3: Objetivos de aprendizajes de Actitudes, Bases Curriculares Ciencias Naturales, Actualización 2015.

Anexo 4: OA de ciencias naturales desde 7° básico a 2° medio.

Los objetivos de aprendizaje para las asignaturas de Ciencias Naturales que se describen para cada curso del segundo ciclo, de 7° a 2° Medio, se muestran en la tabla 4.

<p>Séptimo básico.</p> <p>9. Explicar, con el modelo de la tectónica de placas, los patrones de distribución de la actividad geológica (volcanes y sismos), los tipos de interacción entre las placas (convergente, divergente y transformante) y su importancia en la teoría de la deriva continental.</p> <p>10. Explicar, sobre la base de evidencias y por medio de modelos, la actividad volcánica y sus consecuencias en la naturaleza y la sociedad.</p> <p>11. Crear modelos que expliquen el ciclo de las rocas, la formación y modificación de las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, en función de la temperatura, la presión y la erosión.</p> <p>12. Demostrar, por medio de modelos, que comprenden que el clima en la Tierra, tanto local como global, es dinámico y se produce por la interacción de múltiples variables, como la presión, la temperatura y la humedad atmosférica, la circulación de la atmósfera y del agua, la posición geográfica, la rotación y la traslación de la Tierra.</p>
<p>Octavo básico.</p> <p>No presenta contenidos sobre Tierra y Universo en el Eje de Física.</p>
<p>Primero medio.</p> <p>13. Describir el origen y la propagación, por medio del modelo ondulatorio, de la energía liberada en un sismo, considerando: Los parámetros que las describen, los tipos de ondas sísmicas, su medición y registro, sus consecuencias directas e indirectas en la superficie de la Tierra y en la sociedad y su importancia en geología, por ejemplo, en el estudio de la estructura interna de la Tierra.</p> <p>14. Crear modelos que expliquen los fenómenos astronómicos del sistema solar relacionados con: Los movimientos del sistema Tierra-luna y los fenómenos de luz y sombra, como las fases lunares y los eclipses. Los movimientos de la tierra respecto del sol y sus consecuencias, como las estaciones climáticas. La comparación de los distintos planetas con la Tierra en cuanto a su distancia al sol, su tamaño, su período orbital, su atmósfera y otros.</p> <p>15. Describir y comparar diversas estructuras cósmicas, como meteoros, asteroides, cometas, satélites, planetas, estrellas, nebulosas, galaxias y cúmulo de galaxias, considerando: Sus tamaños y formas, sus posiciones en el espacio y temperatura, masa, color y magnitud, entre otros.</p> <p>16. Investigar y explicar sobre la investigación astronómica en Chile y el resto del mundo, considerando aspectos como: El clima y las ventajas que ofrece nuestro país para la observación astronómica, la tecnología utilizada, la información que proporciona la luz y otras radiaciones emitidas por los astros y los aportes de científicas chilenas y científicos chilenos.</p>
<p>Segundo medio.</p> <p>13. Demostrar que comprenden que el conocimiento del Universo cambia y aumenta a partir de nuevas evidencias, usando modelos como el geocéntrico y el heliocéntrico, y teorías como la del Big-Bang, entre otros.</p> <p>14. Explicar cualitativamente por medio de las leyes de Kepler y la de gravitación universal de Newton:</p> <ul style="list-style-type: none">• El origen de las mareas.• La formación y dinámica de estructuras cósmicas naturales, como el sistema solar y sus componentes, las estrellas y las galaxias.• El movimiento de estructuras artificiales como sondas, satélites y naves espaciales.

Tabla 4: Objetivos de aprendizajes sobre Tierra y universo para segundo ciclo de enseñanza, Bases Curriculares Ciencias Naturales, Actualización 2015.

Anexo 5: Estándares orientadores para profesores de física.

En la tabla 5 se encuentran las competencias que debe poseer un docente de física, los cuales están contenidos en los Estándares Orientadores desarrollados por el MINEDUC.

Estándares orientadores para física	
Estándar 1	Conoce cómo aprenden Física los estudiantes de Educación Media.
Estándar 2	Comprende las particularidades de la enseñanza-aprendizaje de la Física y sus requerimientos pedagógicos.
Estándar 3	Comprende los conceptos, principios y leyes asociadas a fenómenos relacionados con el movimiento y la acción de fuerzas.
Estándar 4	Analiza diversas situaciones a partir del concepto de onda, sus propiedades y fenómenos asociados.
Estándar 5	Utiliza diversas leyes de la Física para explicar y predecir el comportamiento de fluidos y su interacción con cuerpos sólidos.
Estándar 6	Analiza y explica diversos fenómenos a partir de conceptos asociados a modelos y principios termodinámicos.
Estándar 7	Comprende relaciones entre campos eléctricos y magnéticos.
Estándar 8	Comprende los principios físicos a nivel atómico y subatómico, así como las ideas básicas de la teoría de la relatividad.
Estándar 9	Describe y comprende los aspectos principales asociados a la formación y evolución de cuerpos y estructuras cósmicas, así como la estructura y dinámica de la Tierra.
Estándar 10	Muestra las habilidades propias del quehacer científico y comprende cómo se desarrolla este tipo de conocimiento.
Estándar 11	Promueve el desarrollo de habilidades científicas y su uso en la vida cotidiana.

Tabla 5: Estándares orientadores para física dictadas por los estándares orientadores para carreras de pedagogía en educación media (MINEDUC, 2012).

Anexo 6: Habilidades profesionales básicas.

En la tabla 6 se encuentran las habilidades profesionales básicas que debe poseer todo docente, las cuales están establecidas en los Estándares Orientadores que establece el MINEDUC.

Habilidades profesionales básicas
1. Una sólida capacidad de abstracción, análisis y síntesis. El egresado es capaz de trabajar con constructos abstractos de procesos de análisis y síntesis.
2. Capacidad de comunicación oral y escrita de manera efectiva, coherente y correcta, en diversos contextos profesionales.
3. Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. Manifiesta un interés por la cultura global, los procesos de cambio y la experiencia profesional, que lo mantiene actualizado.
4. Capacidad creativa, espíritu emprendedor e innovación. El egresado demuestra creatividad al generar nuevas alternativas en las soluciones que se plantean. Realiza proyectos por iniciativa propia, asumiendo los riesgos que esto implica. Responde a los requerimientos, demandas sociales y organizacionales, innovando en los procesos a fin de obtener mejores y mayores resultados.
5. Compromiso ético en su trabajo acorde con principios y valores, tales como responsabilidad, compromiso, perseverancia, y pro-actividad.
6. Conocimientos de análisis cuantitativo que le permitan leer, analizar e interpretar los distintos tipos de datos.
7. Habilidades en el uso de TIC y en gestión de información lo que le permitirá acceder a nuevos conocimientos y al uso de herramientas tecnológicas.
8. Capacidad de comunicación en un segundo idioma en forma oral y escrita, de manera adecuada, coherente y correcta, en diversos contextos profesionales.

Tabla 6: Habilidades profesionales básicas establecidas por los estándares orientadores para carreras de pedagogía (MINEDUC, 2012).