

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIA**  
**Departamento de Física**



**Fricción como medio de propulsión.**

**Estrategia Didáctica basada en educación STEAM para 7mo Enseñanza Básica.**

**Pablo Ignacio Carreño Tapia.**

**Víctor Antonio Vargas Ortúzar.**

**Geraldine Ivania Vergara Cortés.**

**Profesores Guía:**

**Francisco Melo Hurtado.**

**Bárbara Ossandón Buljevic.**

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

**Santiago - Chile**

**2017**

291926© Pablo Ignacio Carreño Tapia, Víctor Antonio Vargas Ortúzar, Geraldine Ivania Vergara Cortés 2018.  
Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial Chile 3.0

“Fricción como medio de propulsión. Estrategia Didáctica basada en educación  
STEAM para 7mo Enseñanza Básica.”

Pablo Ignacio Carreño Tapia.

Víctor Antonio Vargas Ortúzar.

Geraldine Ivania Vergara Cortés.

Este trabajo de Graduación fue preparado bajo la supervisión de los profesores guías Dr. Francisco Melo H. y Dra. Bárbara Ossandón B. del Departamento de Física y ha sido aprobado por los miembros de la comisión calificadora de los candidatos, ...

.....  
Dr. Leonardo Caballero

.....  
Dr. Bernardo Carrasco

.....  
Dr. Francisco Melo  
Profesor Guía

.....  
Dr. Enrique Cerda Villablanca  
Director

.....  
Dra. Bárbara Ossandón  
Profesora Guía

## Resumen

Se considera que la Educación o modelos de Enseñanza no están del todo acordes con los grandes avances de la educación y los cambios en la sociedad de esta nueva era, generando que los estudiantes no estén preparados para enfrentar el futuro. Dicho esto, son muchas las investigaciones sobre la educación y metodologías de enseñanza realizadas en el siglo XX y XXI que han continuado esta línea de estudio hasta la actualidad, que avalan lo expuesto anteriormente. Asimismo, el docente al no conocer las distintas metodologías y enfoques de enseñanzas, ha provocado el desinterés de los jóvenes por la ciencia, sin comprender su vital importancia en la sociedad.

Debido a esta preocupación, este Seminario de Grado presenta el siguiente objetivo de estudio que consiste en crear una propuesta didáctica indagatoria para enseñar el concepto de fricción, utilizando como recurso didáctico el desplazamiento de la serpiente tipo serpentina bajo el enfoque Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática (STEAM) y haciendo uso de la metodología de la Modelización Basada en la Indagación (MBI) y Aprendizaje Basado en Contexto (ABC).

Con este fin, la pregunta es la siguiente: ¿La modelización del movimiento serpentina de la propuesta didáctica diseñada elevará el interés por la ciencia a las y los estudiantes de 7° Enseñanza Básica? Bajo este contexto en que se enseña una física contextualizada, haciendo uso de situaciones y ejemplos repetidos años tras años, la pregunta se responde a través de una propuesta didáctica que tiene como fin romper con este paradigma reiterativo y poco atractivo para que los estudiantes lleguen a un modelo simplificado del desplazamiento de la serpiente aplicando su aprendizaje sobre la fuerza de roce, comprendiendo que ésta favorece al desplazamiento del reptil, en base a los enfoques y metodologías ya mencionadas.

**Palabras claves:** Fuerza de roce, fricción, Educación enfoque STEM, Modelización Basada en la Indagación, Propuesta Didáctica.

## Abstract

It is considered that Education or Teaching models are not entirely in line with the great advances in education and the changes in society of this new era, that students are not prepared to face the future. That said, there are many researches on education and teaching methodologies carried out in the XX and XXI century that have continued this line of study up to the present, which endorse what was previously. Likewise, the teacher, not knowing the different methodologies and approaches of the teachings, has provoked the disinterest of young people in science, without understanding their vital importance in society.

Due to this concern, this Seminar of Degree presents the following objective of study that consists of creating a didactic proposal indagatory to teach the concept of friction, using as a didactic resource the displacement of the snake type serpentine under the focus Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (STEM) and using the methodology of Inquiry-Based Modeling (MBI) and Context-Based Learning (ABC).

To this end, the question is as follows: Was the modeling of the serpentine movement of the didactic proposal managed to raise interest in science for students of 7th Basic Education? Under this context in which a contextualized physics is taught, making use of the situations and examples repeated in years, the question is answered through a didactic proposal that aims to break with this reiterative and unattractive paradigm for students to reach a simplified model of the displacement of the snake applying its learning on the force of friction, understanding that it is favorable to the displacement of the reptile, based on the approaches and methodologies already mentioned.

**Keywords:** friction force, friction, STEAM approach education, modeling based on inquiry, didactic proposal.

## Dedicatoria

*“No entiendes realmente algo a menos que seas capaz de explicárselo a tu abuela”.*

*Albert Einstein*

Todo el proceso realizado para llevar a cabo este Seminario de Grado fue enriquecedor, siendo una experiencia inolvidable en mi vida. Toda esta experiencia, basada en tiempo, dedicación, discusiones para llegar a acuerdos, consejos tanto de los profesionales a cargo como de mis compañeros y cercanos han hecho posible este trabajo. Agradezco a mis compañeros Víctor y Pablo por la gran paciencia que me han tenido y por apoyarnos mutuamente en este fin común.

Este trabajo lo dedico principalmente a mi familia, especialmente a mis padres, quienes me apoyan y apoyaron incondicionalmente en todo el proceso vivido en la universidad, animándome a continuar cada vez que tropezaba y sin duda alguna, todos sus consejos me sirvieron para levantarme y seguir adelante con ganas de superarme cada día más. Agradezco también a mis hermanas, tías, primas (os) y a mi abuelita, por su paciencia, comprensión, y sobre todo por el apoyo que me brindaron. Todos ellos son testigos de lo mucho que nos ha costado obtener este logro, ha sido un periodo extenso pero este ya ésta por llegar a su término.

Quisiera agradecer a Mauricio por su gran paciencia y cariño, por estar junto a mí a lo largo de este proceso, apoyándome cada día. Has sido y eres un pilar fundamental en mi vida.

Agradezco al igual a mi familia, a mis amigas Noemi y Valentina, a mis compañeros de carrera Osvaldo y Mario y a los profesores que nos guiaron en este proceso, Francisco Melo y la profesora Bárbara Ossandón a quién le tengo un gran cariño. Gracias por su tiempo y sobre todo por su paciencia, fuimos un grupo complicado y aun así usted, nunca perdió las esperanzas en nuestro trabajo y nos ha ayudado hasta el último día. Su gran apoyo fue fundamental para que se hacer esto posible

Geraldine Vergara Cortés.

## Dedicatoria

Dedico este trabajo de tesis a toda mi familia, en especial a mis hermanas, que nunca me dejaron de apoyar, siempre ayudándome en los momentos difíciles de la carrera y en los momentos importantes en el desarrollo de este trabajo. También dedico este trabajo a los profesores guías Bárbara Ossandón y Francisco Melo, que nos guiaron en los momentos claves del desarrollo de este seminario de grado. A demás de mis compañero en este seminario, Víctor y Geraldine, por su gran paciencia que tuvieron conmigo.

Pablo Carreño Tapia

## Dedicatoria

En primer lugar agradecer a mi familia y compañeros de trabajo, ellos se ganaron un lugar importante en este proceso de constante apoyo, de subirme los ánimos y de ayudarme a seguir avanzando sea como sea. Mi familia y su cariño y sobre todo sus bromas para hacerme continuar. Mis compañeros de trabajo con los cuales formamos un lazo especial, anécdotas que nunca se nos olvidarán y quedarán plasmados para siempre. Quiero agradecer también a todos mis amigos que me brindaron un granito de apoyo y un “vamos, ánimo que se puede! Para cuándo la tesis?”. Agradecer a todos los que estuvieron presentes, quienes ayudaron a elaborar este SdeG, compañeros, profesores, colegio, amigos, familia. En especial a mis profesores guías, sobre todo a la profesora Bárbara Ossandón por su gran compromiso y dedicatoria a nuestro grupo de trabajo. GRACIAS, TOTALES.

Víctor Vargas Ortúzar

## **Agradecimientos**

Agradecemos a nuestros profesores guías Bárbara Ossandón y Francisco Melo, por su paciencia, tiempo, disposición, compromiso, y su confianza en nosotros alentándonos siempre a continuar pese a las dificultades que vivimos en el proceso. Gracias a su guía, orientaciones y sobre todo consejos logramos finalizar este estudio. Agradecemos también a Alejandro Ibarra, quien fue parte importante al momento de comprender el marco epistemológico de referencia, el cual nos dificultó en un principio la creación de la propuesta didáctica.

En segundo lugar, agradecemos a los profesores correctores: Bernardo Carrasco y Leonardo Caballero, por su gran disposición y colaboración para la elaboración y optimización de la propuesta, demostrando un gran apoyo para este trabajo. Así mismo, se agradece la participación de los diversos expertos, quienes fueron clave al momento de validar el instrumento confeccionado

Agradecemos a la Universidad de Santiago de Chile, en específico al departamento de Física donde se sitúa nuestra carrera, por conocer a profesores destacables y dignos de admirar como también a nuestras amistades que son un apoyo en la vida universitaria y a nuestros compañeros de la carrera. Sin duda alguna esta experiencia fue la más compleja de todas las que hemos vivido, la más gratificante y relevante ya que esta nos permite estar a un solo paso de egresar. Gracias a todos los que hicieron este trabajo posible.

## 1 Tabla de contenido

Introducción .....	1
Capítulo I: Antecedentes.....	2
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Planteamiento del Problema. ....	8
1.3 Preguntas y Objetivos del SdeG. ....	12
Capítulo II: Marco Teórico.....	14
2.1 Paradigma Constructivista. ....	14
2.2 Educación según enfoque STEAM.....	16
2.2.1 STEAM en Chile .....	19
2.2.2 Ideas para impulsar y fomentar el STEAM en Chile. ....	20
2.3 Marco Epistemológico de Referencia (MER) .....	23
2.3.1 Modelo Científico Escolar del movimiento serpentino para jóvenes de 7°EB.....	36
Capítulo III: Marco Metodológico. ....	40
3.1 Aprendizaje Basado en Contexto. ....	40
3.2 Modelización Basada en la Indagación (MBI).....	41
3.2.1 Metodología de la Modelización.....	42
3.3 Recurso Didáctico de la Propuesta .....	43
3.4 Justificación del uso de la serpiente como recurso didáctico.....	43
3.5 Conocimientos Previos.....	45
3.6 Objetivos de Aprendizaje de la Propuesta. ....	46
3.7 Estructura de la Propuesta Didáctica.....	48
3.8 Planificaciones. ....	48
3.9 Instrumento de Evaluación. ....	48
3.10 Justificación del Instrumento de Evaluación. ....	49
3.11 Metodología Cualitativa. ....	49
Capítulo IV: Propuesta Didáctica.....	52
4.1 Presentación de la Propuesta Didáctica.....	52
Capítulo V: Análisis de Resultados. ....	78
5.1 Primera creación de la propuesta didáctica.....	78
5.1.1 Primera implementación y resultados. ....	78

5.1.2	Primera optimización. ....	78
5.2	Propuesta didáctica modificada. ....	79
5.2.1	Segunda implementación y resultados. ....	79
5.2.2	Segunda optimización. ....	79
5.2.3	Validación por expertos. ....	80
Conclusiones. ....		90
Cumplimiento de objetivos. ....		90
Optimización de la propuesta educativa. ....		92
Reflexión final profesional. ....		93
Principales contribuciones de la propuesta. ....		94
Proyección de la propuesta. ....		94
Referencias Bibliográficas. ....		96
Apéndice. ....		105
<b>Apéndice 1: Propuesta Didáctica para el Docente. ....</b>		<b>105</b>
1.1	Evaluación Diagnóstica. ....	105
1.2	Propuesta Didáctica 1. ....	106
1.3	Propuesta Didáctica 2. ....	121
1.4	Propuesta Didáctica 3. ....	131
1.5	Evaluación “Fuerza de roce” ....	143
<b>Apéndice 2: Propuesta Didáctica para el Estudiante. ....</b>		<b>147</b>
2.1	Propuesta didáctica 1. ....	147
2.2	Propuesta didáctica 2. ....	160
2.2	Propuesta didáctica 2. ....	168
<b>Apéndice 3: Planificaciones. ....</b>		<b>179</b>
<b>Apéndice 4: Rúbricas. ....</b>		<b>185</b>
<b>Rúbrica Propuesta didáctica 1. ....</b>		<b>185</b>
<b>Rúbrica Propuesta didáctica 2. ....</b>		<b>187</b>
<b>Rúbrica Propuesta didáctica 3. ....</b>		<b>189</b>
<b>Rúbrica Evaluación. ....</b>		<b>192</b>
<b>Apéndice 5: Rubrica expertos. ....</b>		<b>195</b>

# Índice de figuras

## Capítulo I

- Figura 1**      *“Enseñanza efectiva se relaciona con la investigación pedagógica y considera las ideas de los estudiantes”*      **5**

## Capítulo II

- Figura 2**      *“Situación actual STEAM”*      **17**
- Figura 3**      *“Enfoque STEAM”*      **18**
- Figura 4**      *“Desplazamiento Rectilíneo, Serpiente que se desplaza en una superficie horizontal”*      **24**
- Figura 5**      *“Concertina, Serpiente que se desplaza en una superficie Horizontal”*      **24**
- Figura 6**      *“Ondulación lateral, en dos momentos diferentes”*      **25**
- Figura 7**      *“Movimiento de ondulación lateral, serpiente intentando subir una pendiente de arena”*      **25**
- Figura 8**      *“Movimiento serpentino de una serpiente”*      **26**
- Figura 9**      *“Esquema movimiento serpentino de la serpiente, que se desplaza verticalmente hacia arriba”*      **27**
- Figura 10**      *“Serpiente en plano inclinado”*      **28**
- Figura 11**      *“Serpiente diagonal en un plano inclinado”*      **28**
- Figura 12**      *“Diagrama de cuerpo libre, serpiente en un plano inclinado”*      **29**
- Figura 13**      *“Parte de una serpiente en un plano inclinado, vista desde arriba”*      **30**
- Figura 14**      *“Gráfico resultados experimentales”*      **31**
- Figura 15**      *“Variables de fuerzas, con proyecciones en términos de la velocidad  $\hat{v}$  en un fragmento de la serpiente que se desplaza hacia la derecha en un plano horizontal con movimiento serpentino”.*      **32**
- Figura 16**      *“trozo de serpiente que se mueve en el mismo sentido que  $\hat{v}_t$ ”*      **33**

<b>Figura 17</b>	<i>“trozo de serpiente que se mueve en el mismo sentido que <math>\hat{v}_t</math>, incluyendo secciones de desplazamientos”</i>	<b>34</b>
<b>Figura 18</b>	<i>“El desplazamiento de la serpiente”</i>	<b>36</b>
<b>Figura 19</b>	<i>“Fuerzas de roces en el desplazamiento de la serpiente”</i>	<b>37</b>
<b>Figura 20</b>	<i>“Velocidad de segmento de una parte de la serpiente”</i>	<b>38</b>
<b>Figura 21</b>	<i>“Fuerza de roce en una serpiente”</i>	<b>38</b>

### **Capítulo III**

<b>Figura 22</b>	<i>“Cráneo diápsidos”</i>	<b>44</b>
<b>Figura 23</b>	<i>“Caduceo”</i>	<b>45</b>

### **Capítulo IV**

<b>Figura 24</b>	<i>“MBI Fase 1: Sentir la necesidad de un modelo de la propuesta didáctica 1”.</i>	<b>64</b>
<b>Figura 25</b>	<i>“MBI, Fase 2: Expresar/utilizar el modelo inicial individualmente y Fase 3: Evaluar y/o analizar el grado de ajuste con la realidad”.</i>	<b>65</b>
<b>Figura 26</b>	<i>“MBI, Fase 4: Revisar y/o sofisticar y mejorar aspectos concretos inadecuados del modelo”.</i>	<b>66</b>
<b>Figura 27</b>	<i>“MBI, Fase 5: Expresar/consensuar un modelo final”</i>	<b>67</b>
<b>Figura 28</b>	<i>“MBI, Fase 6: Utilizar el modelo para explicar un nuevo fenómeno”.</i>	<b>68</b>
<b>Figura 29</b>	<i>“Parte introductoria propuesta didáctica 1”</i>	<b>71</b>
<b>Figura 30</b>	<i>“Parte introductoria propuesta didáctica 2”</i>	<b>71</b>
<b>Figura 31</b>	<i>“Parte introductoria propuesta didáctica 3”</i>	<b>72</b>
<b>Figura 32</b>	<i>“Parte discusión propuesta didáctica 1”</i>	<b>73</b>

<b>Figura 33</b>	<i>“Parte discusión propuesta didáctica 2”</i>	<b>73</b>
<b>Figura 34</b>	<i>“Parte discusión propuesta didáctica 1”</i>	<b>73</b>
<b>Figura 35</b>	<i>“Integrando un concepto físico, propuesta didáctica 1”</i>	<b>74</b>
<b>Figura 36</b>	<i>“Integrando un concepto físico, propuesta didáctica 2”</i>	<b>74</b>
<b>Figura 37</b>	<i>“Integrando un concepto físico, propuesta didáctica 3”</i>	<b>75</b>
<b>Figura 38</b>	<i>Profundización del contenido propuesta didáctica 1”</i>	<b>76</b>
<b>Figura 39</b>	<i>“Profundización del contenido propuesta didáctica 2”</i>	<b>76</b>
<b>Figura 40</b>	<i>“Profundización del contenido propuesta didáctica 3”</i>	<b>77</b>
<b>Capítulo v</b>		
<b>Figura 41</b>	<i>“Porcentajes de aprobación para cada categoría y subcategoría de la Propuesta didáctica según An.”</i>	<b>83</b>
<b>Figura 42</b>	Análisis categorías	<b>87</b>
<b>Figura 43</b>	<i>Mejora propuesta didáctica 1</i>	<b>89</b>

## Índice de tabla

### Capítulo v

<b>Tabla 1</b>	<i>“Valores de medición”</i>	<b>80</b>
<b>Tabla 2</b>	<i>“Resumen preguntas abiertas”</i>	<b>86</b>

## Introducción

Este Seminario de Grado (en adelante SdeG) se propone que, estudiantes de 7° E.B comprendan, modelen y argumenten con base científica, fenómenos relacionados con conceptos como son, fuerza de fricción y movimiento ondulatorio, considerando el enfoque educacional STEAM, cuyo acrónimo abarca temas de interés transversal como es Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática.

En la construcción del diseño didáctico se consideran también las concepciones alternativas de los y las estudiantes y la perspectiva de formación pedagógica constructivista que, reconoce que la naturaleza de la cognición es construida, social, contextualizada y distribuida (Putnam y Borko, 2000). La propuesta didáctica que usa el movimiento de la serpiente como recurso didáctico, pretende lograr en los y las estudiantes de 7° Enseñanza Básica un aprendizaje profundo del contenido, referido a fuerza de roce de tal manera que puedan aplicarlo a otras situaciones, junto con el concepto de onda.

# Capítulo I: Antecedentes.

En este capítulo se establece el contexto en el cual se desarrolla este seminario de grado (en adelante SdeG), tomando en consideración aspectos curriculares (Bases Curriculares de MINEDUC 2016), el nivel al cual está dirigido, y la justificación de la temática seleccionada que es la fuerza de roce.

## 1.1 Antecedentes

En el currículum nacional vigente (Bases Curriculares 2016) el concepto de fricción es abordado en la asignatura de Ciencias Naturales en Séptimo Básico, en la Unidad 2 del Eje de Física que se denomina “Fuerza y Ciencias de la Tierra”. El propósito de la unidad, es que las y los estudiantes sean capaces de predecir los efectos de una o más fuerzas que actúan sobre un objeto. Se analiza el roce junto a otras fuerzas como la gravitacional y la elástica. Para dicho contenido el respectivo Objetivo de Aprendizaje es el número 7 (OA7) que señala que el/la estudiante debe ser capaz de: *“Planificar y conducir una investigación experimental para proveer evidencias que expliquen los efectos de las fuerzas gravitacional, de roce y elástica, entre otras, en situaciones cotidianas” (MINEDUC, 2016)*. De los contenidos que se desprenden de este OA, este SdeG se hará cargo de abordar la fuerza de roce.

Además de encontrar la fricción en el eje de Física en 7° de Enseñanza Básica, también se aborda en la asignatura de Física en 2° de Enseñanza Media, en la Unidad 1 “El movimiento”. Dicha unidad se denomina “Fuerza y movimiento” donde se presenta como contenido mínimo el siguiente: *“Caracterización cualitativa del fenómeno del roce (...) Apreciación de estos conceptos en situaciones de la vida cotidiana y discusión de predicciones acerca del comportamiento de objetos que se mueven en presencia de roce en situaciones diversas” (MINEDUC, 2005 pp. 151-152)*

Por último, se vuelve a abordar el concepto de fricción o Fuerza de Roce en la asignatura de Física en Tercero de enseñanza media, en la Unidad de Mecánica, en “Conservación de la Energía” donde se declara que uno de los Contenidos Mínimos es *“Disipación de energía y roce. Definición de los coeficientes de roce estático y dinámico. Magnitud y dirección de la fuerza de roce en cada caso. Su dependencia de la fuerza normal a la superficie de contacto” (MINEDUC, 2005, p. 156)*.

En resumen, los niveles descritos anteriormente (7° Enseñanza Básica, 2° y 3° Enseñanza Media) tienen como objetivo que los y las estudiantes hagan predicciones respecto del efecto

de la fuerza de roce en determinados fenómenos físicos, y que lleven a cabo la ejecución de algunos experimentos sencillos. Ahora bien, dependiendo de las edades de las y los estudiantes el concepto fricción será abordado en forma diferente para cada nivel ya que a cada uno, le corresponden distintos niveles de capacidades cognitivas así como distintos conocimientos previos. Por la edad de los estudiantes y por los objetivos que se esperan cumplir, es conveniente para este seminario de grado la selección del nivel de Séptimo año básico, estudiantes de aproximadamente 11 a 13 años de edad.

Por tanto, este SdeG se focalizará en enseñar, el efecto de la fuerza de roce y se evaluará el logro de aprendizaje considerando los siguientes Indicadores de Evaluación (IE), propuestos por el MINEDUC (2016) en el programa de estudio de Ciencias Naturales de 7° Básico. Se espera que los y las estudiantes:

- **IE 1:** *Describan la fuerza de roce considerando su efecto en objetos en situaciones cotidianas y los factores de los que depende.*
- **IE 2:** *Comprueben, experimentalmente, predicciones realizadas en relación al efecto de fuerzas simultáneas que actúan sobre un objeto.*

Adicionalmente, se abordará el concepto de onda, en consideración al objetivo de aprendizaje 9 (OA 9) del área de física de 1° Enseñanza Media que señala que él o la estudiante debe ser capaz de: *“Demostrar que comprenden, por medio de la creación de modelos y experimentos (...) las características de las ondas (amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación)”*. Para llevar a cabo este objetivo de aprendizaje, el IE propuesto por el mismo MINEDUC (2016, p.208) en planes y programas de estudios de Física I medio, es que los y las estudiantes sean capaces de:

- **IE 3:** *Identificar los principales parámetros cuantitativos que caracterizan una onda, como amplitud, periodo, frecuencia, longitud de onda y rapidez.*

Por otra parte, los objetivos de aprendizaje necesarios para desarrollar Habilidades de Pensamiento Científico (HPC) son promover que *“todos los alumnos y las alumnas desarrollen la capacidad de usar el conocimiento científico, de identificar problemas y de esbozar conclusiones basadas en evidencia”* (MINEDUC, 2009, p.258). Ahora bien, las habilidades de pensamiento científico HPC que dicen relación con los objetivos de este SdeG son los siguientes:

- *“Observar y plantear preguntas. Observar y describir objetos, procesos y fenómenos del mundo natural y tecnológico, usando los sentidos”.*
- *“Formular y fundamentar predicciones basadas en conocimiento científico”.*

*“Procesar y analizar la evidencia. Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos simples, en forma colaborativa, para apoyar explicaciones de eventos frecuentes y regulares” (OCDE, 2017, pp.26-27)*

A continuación, consistente con el campo de investigación Science Education, se darán a conocer algunas de las dificultades encontradas sobre la enseñanza del concepto de fricción, proveniente de la literatura, partiendo por aquellas relacionadas con las concepciones alternativas de los estudiantes (CA), entendiendo que el pensamiento del estudiante sobre ciencia no está limitado al lenguaje verbal (Taber, 2017). Como se cita en Taber y Akpan, “Einstein por su parte visualizó algunas de sus ideas como representaciones mentales, antes de expresarlas en ecuaciones y palabras” (2017, p. 123).

Este campo de investigación denominado *Science Education*, nos ayuda a comprender fenómenos tales como: ¿por qué algunos tópicos de la ciencia son considerados más difíciles que otros? ¿Por qué es importante considerar las concepciones alternativas de los estudiantes? ¿Por qué unas actividades son más motivadoras que otras? (Taber y Akpan, 2017). ¿Qué se entiende por Aprendizaje Basado en Contexto (ABC)? ¿Cómo influye en los estudiantes la enseñanza en base a la indagación basada en la modelización (MBI) para la comprensión de conceptos de la ciencia?, entre otros.

Por otra parte, la literatura además señala diversas concepciones alternativas (CA) de los y las estudiantes que es importante de considerar y develar a la hora de enseñar (Taber y Akpan, 2017, p. 123). Algunas, que tiene relación con este SdeG son las siguientes:

- *Los modelos científicos son una exacta copia de la realidad.*
- *El roce siempre impide u obstruye el movimiento.*
- *Una pelota lanzada hacia arriba arrojada al aire, está sujeta a una fuerza hacia arriba durante el período que se está moviendo hacia arriba.*
- *No se requiere fuerza para hacer que un objeto se mueva en un círculo mientras la rapidez del objeto no cambia.*

Los mismos autores Taber y Akpan (2017) profundizan en una de las dificultades de comprensión del concepto de fuerza, ya que ella requiere previamente comprender el concepto de fuerza conceptualmente. Textualmente dicen:

*“Proporcionar una definición clara e inequívoca de lo que se trata una Fuerza puede ser difícil, especialmente cuando se trabaja con estudiantes más jóvenes ya que la definición podría incluir el desconocido término (para ellos) de interacción, así como también se requiere comprender “movimiento”” (p. 313).*

Ahora bien, ¿Por qué es importante considerar las concepciones alternativas de los estudiantes a la hora de enseñar ciencia? Según Gilbert, Osborne & Fensham (1982) (como se cita en Taber y Akpan, 2017) señalan que, dado que las CA son ideas inconsistentes con la ciencia, puede ocurrir tres cosas: que, algunos estudiantes logren cambiar sus CA, otros olviden lo aprendido y las mantengan, y por último que, otros mantengan ambas, es decir, consideren las CA y las nuevas ideas científicas como algo adicional.

Desde la enseñanza de la ciencia y, dado que la literatura señala que las CA son tenaces y persistentes, los profesores pueden también enseñar ciencia, ya sea ignorándolas, desafiarlas y construir desde ellas. En este SdeG, se escogió abordarlas según esta última opción. Y en este sentido, el uso del recurso didáctico del movimiento de la serpiente, además de ser contextual, significativo para el estudiante, permite abordar una de las concepciones alternativas de los estudiantes que es frecuente, - según señala la literatura - cual es, que la fuerza de roce siempre impide el movimiento.

Por su parte, Taber (2017) sugiere para abordar las CA, como orientación al docente que, la enseñanza eficaz proviene de escuchar y conocer las ideas de los estudiantes, para posteriormente identificar sus concepciones alternativas, las cuales según el conocimiento objetivo pueden caracterizarse dependiendo de su claridad, multiplicidad, conectividad, nivel de compromiso y atributos en común, proceso que resume el autor, a continuación en el siguiente esquema.



Figura 1: “Enseñanza efectiva se relaciona con la investigación pedagógica y considera las ideas de los estudiantes”

Estudios realizados acerca de las ideas de los estudiantes, permiten al docente establecer un plan de enseñanza, donde es él quien decide si ignorar, desafiar, tratar las concepciones alternativas en clases o trabajarlas individualmente. Al ser abordadas estas concepciones alternativas, se debe paralelamente monitorear las respuestas de los estudiantes por medio del diálogo y aprendizaje interactivo, lo que lleva a volver a identificar las nuevas concepciones alternativas, a caracterizarlas y a trabajarlas según estime el o la docente.

Por otra parte, el mismo Taber, (2017) piensa que el rol de la enseñanza de la ciencia, en base a modelos, es complicado por la existencia de modelos que no derivan de una actividad científica, ya que han sido desarrollados con propósitos educacionales. Sin embargo, existen modelos curriculares o llamados también, modelos científicos escolares que simplifican el conocimiento científico y que ayudan a los educadores a enseñar ciencia.

Un *modelo científico escolar* puede ser considerado auténtico, en la medida que responda al corazón de las ideas científicas y ofrezca una adecuada base para posteriores aprendizajes, es decir, que permita avance progresivo hacia una base completamente científica. Pero es necesario tener en cuenta que los Modelos que están contruidos con simplificaciones excesivas, pueden actuar como impedimentos de aprendizaje (Taber, 2000).

Por tanto, es necesario no olvidar que, un *modelo* es una simplificación que debe ofrecer un medio para explicar principios básicos. Lo importante aquí es que los y las estudiantes analicen críticamente las ventajas y desventajas de un determinado modelo ya sea construido por ellos (modelización), o propuesto por el o la docente. Por ejemplo, analizar si está o no construido a escala, o si considera o no determinadas variables. Una educación científica auténtica - continúa el autor - debiera incluir oportunidades para que los estudiantes modelen actividades de diferente tipo, de tal manera que - como los modelos científicos escolares - estén diseñados para ofrecer explicaciones de determinadas situaciones o fenómenos físicos.

Asimismo, surge otra pregunta: ¿Por qué se propone el aprendizaje situado, rico en contexto? Entendiendo que éste es aquel que introduce tópicos de ciencia dentro de un contexto de la vida real y lo relaciona con el aprendizaje de conceptos de la ciencia. Especial interés presenta este modo toda vez que la literatura devela un bajo interés de los jóvenes por la ciencia (Acevedo, 2007). En ocasiones, en la escuela se enseña ciencia de tal manera que los estudiantes la perciben no relevante, ya que se presenta como una ciencia estática, rígida, aproblemática y ahistórica, exclusivamente analítica, meramente acumulativa del desarrollo científico, individualista y elitista y de una manera descontextualizada, socialmente neutra de la actividad científica (Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz y Praia, 2002), con escasa relación con la vida cotidiana e inexistente relación con valores y ética. Valores y ética necesarios para convivir en sociedad especialmente para el cuidado de la vida y el medio ambiente y su

sustentabilidad para futuras generaciones.

Por último, ¿por qué es importante enseñar ciencia? Holbrook y Rannikmae (2017) señalan cinco razones importantes:

- La ciencia forma parte significativa de la cultura humana y representa un área que desafía la capacidad humana para pensar.
- Provee experiencias valiosas para desarrollar el lenguaje, la lógica y habilidades para la resolución de problemas.
- Dado que la democracia demanda ciudadanos que puedan tomar decisiones personales y participar en la sociedad, los esfuerzos científicos juegan un rol fundamental, por tanto, se necesita tanto el conocimiento científico, así como la comprensión de su metodología.
- Para algunos estudiantes puede llegar a ser su carrera profesional a lo largo de su vida.
- La sociedad depende de las habilidades científicas y técnicas de sus ciudadanos para su desarrollo.

En síntesis, los objetivos de la educación en ciencia se pueden resumir según los mismos autores:

- Conocimiento científico
- Método científico
- Habilidades para comprometerse con y resolver temas sociales
- Necesidades de desarrollo personal
- Carrera profesional

Para lograr tales objetivos señalan que es relevante considerar:

- La manera en la que el profesor se aproxima a los estudiantes, ya que ello, requiere una especial atención.
- La estructura de las lecciones de ciencia debe ser menos una lista de conceptos técnicos y científicos y más una ciencia relacionada con la vida real.

Por ello, es importante considerar motivar a los estudiantes, lograr elevar el interés de los jóvenes por la ciencia haciéndola más útil y significativa para ellos y ellas (Matthews, Zeidener y Roberts, 2004).

## 1.2 Planteamiento del Problema.

Este SdeG considera que la labor docente es una tarea relevante en la sociedad y que no es tan solo la transmisión de conocimientos a los y las estudiantes, sino, que pretende invitar a cualquier individuo, sin importar su edad, a maravillarse, sorprenderse, discutir, argumentar científicamente acerca de lo que ocurre en su cotidiano vivir, de tal forma, que le permita, como se dijo, participar en la sociedad como ciudadanos y ciudadanas alfabetizados científica y tecnológicamente.

A fines de los 90, gracias a los trabajos de varios autores como Chalmers, Holton, Wolper, y Dunbar (como se cita en Solves, Monserrat y Furió, 2007) es posible evidenciar que, en particular, los jóvenes, le dan una connotación negativa a la ciencia, considerándola difícil, aburrida, solo apta para genios, además de peligrosa en cuanto a la creación de armas, y la energía nuclear por sus posibles efectos. Asimismo, observan cómo el desarrollo de la ciencia y la tecnología produce contaminación no sólo ambiental, atmosférica sino también acústica, pero al mismo tiempo usufructúan de ella, toda vez que, gracias a ella, se ha sido capaz de luchar contra las enfermedades, elevar la comunicación, proponer soluciones para atenuar y/o eliminar efectos nocivos para el medio ambiente, así como proponer mejoras en la salud, la agricultura, la vivienda, prevención de sismos y tantos otros.

A diferencia de lo que ocurría hasta fines de los 90, después de casi 20 años, la sociedad en su conjunto comienza a reconocer que la ciencia es relevante, dándole una connotación más positiva, entendiendo que la ciencia está presente en la vida diaria, que puede ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas y permitir que la sociedad evolucione.

Sin embargo, ello no es suficiente para elevar el interés de los jóvenes por la ciencia (OEI, 2015). Una de las causas de este desinterés es que la ciencia se muestra - como se dijo - de un modo muy poco atractiva, especialmente cuando se presenta como compartimento estanco, desintegrado de otras ciencias. Esfuerzos importantes se realizan, en las aulas presentando la ciencia de manera contextualizada haciendo relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente (CTSA), o a través del enfoque Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic (STEAM) que, se describirá más adelante, que no olvida que la finalidad de enseñar ciencias según Aikenhead (como se cita en Solves, 2007) es *“preparar a los futuros científicos/ingenieros y a los ciudadanos conjuntamente para participar en una sociedad cada vez más moldeada por la investigación y el desarrollo en ciencia y tecnología”*.

Ahora bien, cabe la pregunta ¿Los estudiantes son capaces de explicar científicamente situaciones de la vida cotidiana con lo que aprenden en el aula? ¿Cómo se debe enseñar para que ello sea posible? ¿Cómo elevar el interés de los jóvenes por la ciencia? Estas son algunas de tantas preguntas que surgen a partir de la enseñanza de cualquier concepto o problemática. En particular, el que se aborda en este SdeG, es el concepto de fuerza de fricción. En ocasiones, este concepto se enseña descontextualizadamente a pesar de ser conocido y utilizado en la vida cotidiana de una manera coloquial. Sin embargo, es un concepto difícil de comprender, ya que, al momento de enseñarlo, éste suele ser poco atractivo para los estudiantes especialmente si se les presenta desde una perspectiva exclusivamente matemática y no dentro de un contexto, es por ello que se escogió como recurso didáctico para explicar un fenómeno físico más complejo, como es - en este caso - el movimiento serpentino donde los conceptos de fuerza de roce y movimiento ondulatorio permitan su comprensión para posterior aplicación en otras situaciones..

La fricción o conocida también como “Fuerza de Roce” nos permite caminar, correr, saltar, impulsar automóviles, entre otros. Sin embargo, algunos textos de MINEDUC dirigidos al sistema escolar presentan el concepto, de tal manera, que se enfatiza que la fuerza de roce es siempre un obstáculo para el movimiento de un determinado objeto o ser vivo en contacto con la superficie. Por ejemplo, el texto *Ciencias Naturales Educación Básica 7° Editorial Santillana*, (Flores, Muñoz, López, Roldán y Toro, 2013, pp.156) dice: “la fuerza de roce es responsable de que los cuerpos reduzcan la rapidez con que se mueven y lleguen incluso a detener”. Sin señalar la perspectiva fenomenológica y matemática que hay detrás, con lo que se reduce la mirada de los efectos de la fuerza de roce, por ejemplo, para disminuir la velocidad de movimiento y no se analiza también para poder caminar y no deslizarse y caer.

Además de lo anterior, en otras ocasiones se enseña el concepto de fuerza de roce de una manera tradicional, conductista, donde los estudiantes juegan un rol pasivo al interior de la clase. Por ejemplo, en el texto de *Ciencias Naturales 7 Educación Básica Editorial Santillana*, (Flores, 2013, p.145) se presenta de la siguiente manera: “Felipe y Pedro notaron que, al lanzar sus autitos por un piso de cerámica, estos se desplazaban a una mayor distancia que en el cemento (...) ¿cuál es el efecto de las superficies sobre la fuerza de roce?” Aunque es una actividad contextualizada para los estudiantes ya es muy recurrente su uso, repetitivo y con los años, se transforma en una situación física que pudiera disminuir el interés de los jóvenes por la ciencia. Otro ejemplo, usualmente utilizado es “Si un cuerpo de vidrio cuya, masa es de 200 g se mueve con una rapidez constante sobre una superficie de vidrio (...) Determina la fuerza de roce que actúa sobre el cuerpo” (Liceo Bicentenario Teresa Prat, s.f.) aquí se enfatiza la matemática en desmedro de explicar, argumentar científicamente los efectos de la fuerza de

roce en determinados movimientos.

Otro ejemplo en el mismo texto de *MINEDUC (2016)* para séptimo básico Ciencias Naturales, se sugiere al docente que explique a sus alumnos que, si un objeto se encuentra en reposo o en movimiento con velocidad constante, la suma de las fuerzas que actúan sobre él debe ser cero. Y a continuación les solicita que lean el siguiente párrafo:

*"Hay un mito en relación a las fuerzas de roce, muchas personas la consideran una fuerza que afecta el movimiento de un vehículo, haciendo que éstos consuman más combustible, por lo tanto tiene una connotación negativa. Sin embargo, si no existiera la fuerza de roce, un vehículo no podría avanzar. Las ruedas necesitan del roce para que el vehículo se mueva, de lo contrario resbalarían y no avanzaría, como ocurre cuando quedan en un barrial o en un arenal. Tampoco las personas podrían caminar si no existiera el roce, no podrían avanzar. No existiría la práctica del paracaidismo, no habría empresas que vendan aceites para motores, ni otras situaciones donde el roce es necesario aumentarlo o bien reducirlo. La tecnología provee de soluciones para situaciones en que el roce tiene injerencia, si el roce es molesto construyen diseños aerodinámicos o bien se utilizan aceites para lubricar las piezas que rozan; en el caso que el roce es indispensable se aumenta el factor que lo provoca"(p. 146).*

Si bien es interesante ampliar los efectos de la fuerza de roce a otras situaciones, queda restringida a la lectura y no a un proceso de indagación y evidencial, que sea el propio estudiante quien construya conocimiento y concluya.

En otra parte, se trata que los estudiantes solo den ejemplos de la fuerza de fricción entre sólidos, sólido y líquidos y entre sólidos y gases, para luego identificar los efectos del roce en el movimiento (*MINEDUC, 2016, p.146*) y entrega también la siguiente indicación al docente *"enfatar que el roce es una fuerza que siempre se opone al movimiento"*, para finalmente analizar tres casos: Roce entre sólidos, sólido y líquido y entre sólido y gas de tal forma que los y las estudiantes sean capaces de predecir los efectos del roce en diferentes situaciones. En particular, en el caso de la fricción entre sólidos se desarrolla una actividad, haciendo uso de un dinamómetro, para obtener la fuerza de roce y posteriormente representar sus datos en un gráfico de fuerza en función del tiempo.

De los ejemplos mencionados, se puede evidenciar claramente que el concepto de Fuerza de roce no es necesariamente atractivo para el estudiante, aunque las situaciones y actividades están contextualizadas, son ejemplos repetitivos, años tras años los mismos. Junto con ello, lo relevante a destacar es la explicación o definición que se entrega, señalando que la fuerza de roce se opone siempre al movimiento, o que es el encargado de desacelerar un objeto hasta llegar incluso a detenerlo. Explicaciones que no son del todo correctas y que este SdeG aborda.

Por otra parte, Bautista (1994) señala que, cuando el método de enseñanza de los docentes está basado principalmente en el uso de texto, ello resulta poco innovador y provoca el desinterés de los estudiantes por la ciencia, además de convertir la enseñanza en memorística, enfatiza que, esto se da cuando se presenta a los alumnos recursos o materiales que no favorecen ni benefician la interacción y la toma de decisiones, no se fomenta o provoca la consulta de otras fuentes de información, cuando el uso del texto es obligatorio para aprobar los exámenes, entonces se anula el sentido crítico y la reflexión que son necesarios para un desarrollo personal, social y cultural del individuo. Así como la indagación con su consecuente modelización.

A ello, sumamos los grandes avances de la tecnología, surgiendo así, la necesidad de hacer uso de ella para incentivar la interdisciplinaria, el aprendizaje cooperativo, alfabetización visual y digital, el desarrollo de habilidades en cuanto a búsqueda y selección de información, además de la creatividad. Todo ello, permite a los docentes disponer de una gran variedad de recursos que le permiten retroalimentar lo implementado por parte de los estudiantes, aumentar su participación y lograr un aprendizaje significativo. De Pablos (2002, p. 4) por su parte, señala que: *“El docente no debe ser un mero transmisor de conocimiento sino que tiene que ofrecer desafíos y alternativas de trabajo a sus alumnos con el objetivo de ayudarlos a construir y posicionarse y de una manera crítica, activa y creativa sobre determinados contenidos”*.

A la luz de lo anterior, es que se propone aquí una propuesta educativa contextualizada considerando metodologías activas por parte de los estudiantes, para lograr motivar y generar aprendizaje significativo en ellos o ellas a través de la comprensión de los efectos de la fricción en el movimiento de la serpiente.

Para ello, es necesario que los estudiantes de 7° E.B. a los cuales está dirigida esta propuesta educativa, comprendan que existen cuatro tipos de desplazamientos que utiliza la serpiente, que son: el serpentino, ondulación lateral, concertina y rectilíneo. Ahora bien, tomando en cuenta el nivel al cual está dirigida la propuesta se escogió modelar el tipo **serpentino** debido a que, es un movimiento que, describe una onda a través de su cuerpo, entendiendo lo que ocurre desde la cola hasta la cabeza de la serpiente. La idea es que el estudiante, construya el modelo de interacciones con el suelo, en particular que analice y comprenda el efecto de la fuerza de roce en tal movimiento. Modelo que se describirá en el Marco Epistemológico de Referencia, más adelante.

### 1.3 Preguntas y Objetivos del SdeG.

¿La modelización basada en la indagación (MBI) y en el enfoque de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemática (STEAM) de la propuesta didáctica permitirá que el o la estudiante a través del movimiento de una serpiente aprenda el concepto de fuerza de roce y lo aplique a la vida cotidiana?

A partir del planteamiento del problema señalado surgen las siguientes preguntas:

- **La utilización del recurso didáctico del movimiento serpentino ¿Permitirá a los y las estudiantes de 7º E.B. analizar los efectos de la fuerza de fricción en este movimiento?**
- **La experimentación propuesta en el recurso didáctico ¿Proveerá evidencias que explican los efectos de la fuerza de roce en otras situaciones cotidianas?**

#### Objetivo General.

Este seminario tiene como objetivo crear una propuesta educativa indagatoria contextualizada para 7º Enseñanza Básica para enseñar el concepto de fricción utilizando, bajo el enfoque *Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática* (STEAM) y haciendo uso de la metodología de la Modelización Basada en la Indagación (MBI), usando como recurso el modelo de desplazamiento de la serpiente tipo serpentino.

#### Objetivos específicos.

- Creación y diseño de una propuesta didáctica basada en la MBI que permita Identificar concepciones alternativas de los estudiantes respecto de la fricción y usando el movimiento serpentino de la serpiente como recurso didáctico contextualizado.
- Análisis de los resultados obtenidos para optimizar la propuesta didáctica principalmente a partir de la opinión de los y las expertas.

Esta optimización de la propuesta se refinará de manera iterativa, ya que, con el análisis de los resultados obtenidos en cada implementación, consensos del grupo investigador y por la evaluación de expertos, se debe optimizar la propuesta de la manera que permita a los estudiantes progresar a un modelo científico escolar cercano al descrito en el MER.

A continuación, a la luz de los objetivos propuestos, se presenta el marco teórico de la propuesta respecto del movimiento serpentino, con su marco epistemológico de referencia. En particular, se abordarán temas relevantes que sustentan este SdeG, inicialmente se abordan aspectos de la enseñanza de fricción o fuerza de roce, incluyendo conceptos relacionados con el movimiento de la serpiente.

Se dará también a conocer la importancia de las *prácticas científicas* y de la *modelización* como una de las prácticas esenciales para trabajar en el aula. Posteriormente, se explicará el paradigma que sustenta nuestra propuesta didáctica, cual es: socioconstructivismo, la educación STEAM y la Modelización Basada en la Indagación (MBI).

## Capítulo II: Marco Teórico.

En este capítulo, se abordan aspectos teóricos que fundamentan este seminario de grado, justificando la elección del paradigma constructivista destacando, que este tipo de enseñanza es relevante para los estudiantes ya que asimilan mejor el objeto de estudio en un contexto práctico. Además, considerar que los estudiantes trabajen en forma colaborativa con el objeto de desarrollar en ellos t destrezas sociales y fomentar el aprendizaje significativo.

Un segundo aspecto teórico que se indicará en este apartado es el enfoque STEAM, una educación con un enfoque interdisciplinario que se fundamenta en el aprendizaje basado en los problemas y en contexto, pretendiendo con su uso, que los jóvenes destaquen por ser pensadores críticos, innovadores y competentes para crear relaciones entre lo que acontece en el aula, en la sociedad, especialmente porque integra disciplinas. Por último, se presenta el marco epistemológico de referencia que presenta el modelo científico que explica los efectos de la fuerza de roce en el desplazamiento serpentino. En conjunto con ello, se dará a conocer su transposición didáctica, logrando obtener el modelo simplificado del desplazamiento de la serpiente para estudiantes de 7° Enseñanza Básica que es lo que se denomina modelo científico escolar.

### 2.1 Paradigma Constructivista.

El desarrollo de la educación ha ido evolucionando constantemente desde el conductismo que posiciona al estudiante desde un rol pasivo, donde su deber es replicar lo que el profesor le entrega y hacerlo de la mejor manera posible, esperando por una buena calificación, de tal manera que si el estudiante no cumple con los estándares esperados es catalogado como un mal estudiante. Posterior al conductismo, se evolucionó hacia el cognitivismo, que establece que los humanos podemos responder a procesos de diversas maneras. El enseñar se puede ver como una serie de procesos, distintos los unos de los otros, y que además varían según la persona a la que se le está enseñando, abriendo un abanico de tipos de aprendizajes. Estrategias para estos diversos tipos de aprendizaje pueden ser el uso de recursos visuales, verbales, movimiento del cuerpo. La literatura señala que es importante variar la estrategia, sin priorizar la memoria y desarrollar otras habilidades, como el razonamiento, deducción, pensamiento científico, a través de desafíos como puzzles o juegos. A pesar de que el cognitivismo no aborda el aspecto emocional ni sensible del estudiante, pudo dar paso al constructivismo que, con el cognitivismo, se observan factores comunes, como los siguientes:

- Aprender ciencia es un proceso activo.
- Existen concepciones alternativas de parte de los estudiantes, que explican fenómenos naturales, y estas se deben a que toman como base para el aprendizaje el conocimiento científico.
- Es posible modelar el conocimiento del estudiante como una estructura con aspectos en común, pero a la vez con rasgos únicos.

Piaget (como se cita en Díaz y Hernández, s.f.) propone el constructivismo, como un proceso de asimilación de información que se forma en base al conocimiento que el estudiante ya posee, adquirido a través de los años. Aprender nuevos conceptos, implica la asimilación de la información nueva o el desequilibrio de lo ya sabido, formando un proceso cognitivo que crea un nuevo conocimiento para el estudiante.

Ausubel, influenciado por Piaget, propone que la acción repetida de procesos de aprendizaje significativos, durante un período prolongado de tiempo, conduce al conocimiento experto, como una estructura altamente interconectada y bien integrada. A partir de esto, se propone que los estudiantes realicen novedosas actividades y sean partícipes activos de la construcción de su propio conocimiento, entregando herramientas que le ayuden a integrar información posterior.

Por otra parte, Lev Vygotsky, desarrolló teorías que hablan de Zonas del Desarrollo Próximo (ZDP), el cual se refiere a los conocimientos que él o la estudiante no puede alcanzar por sí solo, pero si con ayuda y cooperación de pares o de profesores. Es por esto que el proceso de educación y de desarrollo cognitivo, no busca construir el conocimiento individualmente, sino que en comunidad. Es debido a lo anterior que el estudiante desarrolla su conocimiento en base al entorno que lo rodea, y los profesores deben aprovechar esto para enseñar ciencia contextualizada, utilizando los diversos recursos didácticos para identificar zonas del desarrollo próximo de los y las estudiantes, y dando un énfasis importante al “¿por qué hacer ciencia?” “¿para qué hacer ciencia?”.

Es importante, por tanto, desarrollar habilidades del pensamiento científico para que puedan realizar prácticas científicas. Para ello, es que al enseñar ciencia, se busca que los estudiantes puedan caracterizar sus modelos basándose en contextos donde se puedan sentir partícipes activos y que, a la vez, sean coherentes con la forma en que se desarrolla o construye el conocimiento.

Por otra parte, es importante considerar, los períodos de desarrollo según la edad de los estudiantes ya que es importante preguntarse ¿En qué etapa escolar es prudente introducir el concepto de Fricción en los jóvenes estudiantes? Según Piaget (como se cita en Díaz y Hernández, s.f.), que - aunque no se refirió específicamente al aprendizaje de los efectos de la

fuerza de roce - agrupa las edades en diferentes períodos del pensamiento de los niños y jóvenes. La edad de los estudiantes del nivel al cual está dirigida la propuesta didáctica (7º E.B: C.) es entre 7 y 11 años. Este nivel se sitúa entre dos periodos de desarrollo del estudiante, el periodo de *Operaciones Concretas (OC)* y el de *Operaciones Formales (OF)*.

El primero (OC), el pensamiento está ligado a fenómenos y objetos del mundo real, es decir, el niño o niña aprende las operaciones lógicas de seriación, clasificación y conservación. Es considerado como el *niño o niña práctico/a*.

En el periodo que le sigue, llamado *Operaciones Formales*, el niño o niña aprende sistemas abstractos del pensamiento que le permiten usar el razonamiento científico y proposicional, es aquí cuando los niños se cuestionan el ¿Qué pasaría sí...? por lo que son considerados *niñas o niños reflexivos*.

Consistentemente con lo anterior, para la creación de la propuesta de aprendizaje basada en contextos, se escogió el enfoque STEAM que considera una mirada transversal a varias disciplinas, como se explica a continuación.

## 2.2 Educación según enfoque STEAM.

El acrónimo STEAM corresponde a los términos en inglés *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática)* en los Estados Unidos, alrededor del año 2009, como respuesta a una preocupación por el déficit de profesionales de ciencia y tecnología para abordar los desafíos de aprendizaje del siglo XXI. Ellos, tienen relación con la integración de diversas disciplinas para la búsqueda de soluciones de los problemas de la vida diaria. Lo anterior, producto del desinterés de los jóvenes por la ciencia y la tecnología detectado (Solves, 2007).

El aprendizaje es un proceso complejo que implica el despliegue simultáneo de cientos de habilidades del siglo XXI. ¿Por qué separar el aprendizaje y la educación por materias?

Es por ello que surge este enfoque, como respuesta a la interrogante descrita anteriormente, convirtiéndose en una herramienta de aprendizaje científico donde los estudiantes se ven representados por algunas de estas disciplinas a través de experiencias que puedan captar su atención, bajo contextos y situaciones de fenómenos físicos cotidianos.

La educación STEAM se considera clave para abordar los grandes desafíos mundiales debido a que integra áreas necesarias para comprender el mundo tecnológico actual y futuro. Sin embargo, existe escasez de profesores adaptados a la educación bajo este enfoque en todo el mundo. Pese a ello, varios países han tratado de capacitarse y enseñar STEAM, la que es

considerada la nueva educación del siglo XXI. Estos países que poseen profesores expertos en la disciplina han creado diferentes programas, proyectos e iniciativas formales e informales a nivel preescolar, primario y secundario, ofreciendo además cursos *online* gratuitos donde se hace entrega de información, recursos didácticos, videos, conferencias. Igualmente, existen campamentos para niños y jóvenes donde aprenden, se divierten y llevan toda la experiencia adquirida a su vida cotidiana, todo en función de la enseñanza y aprendizaje de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática.

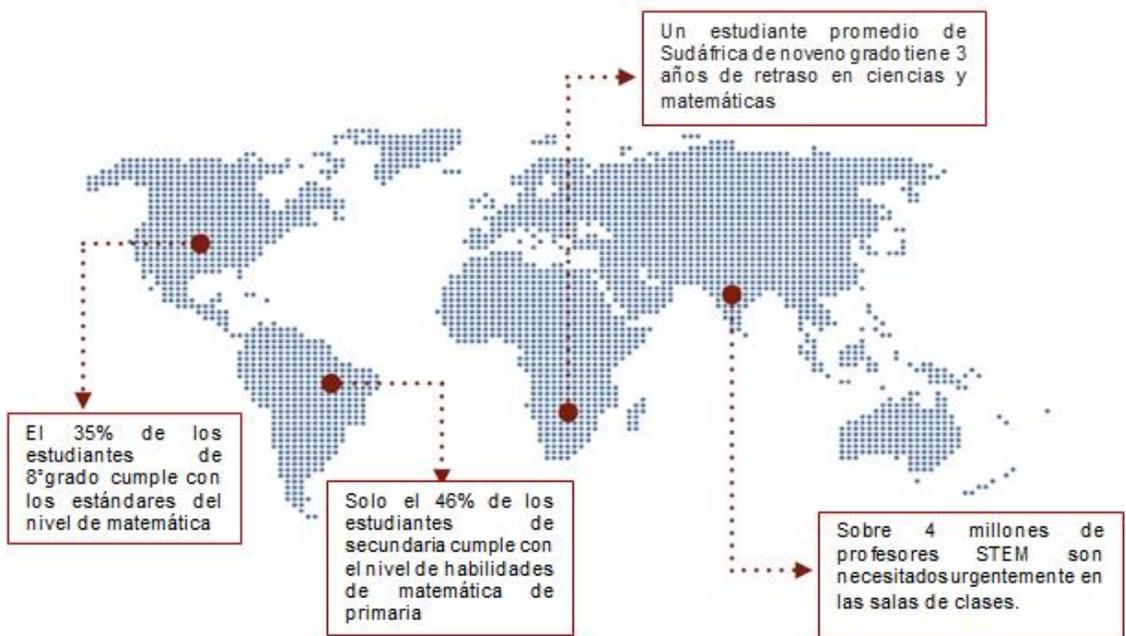


Figura 2: "Situación actual STEAM"

La educación STEAM - como se dijo - es una propuesta interdisciplinaria que pretende desarrollar la creatividad improvisación e innovación, el fomento de la curiosidad, el análisis personalizado, el liderazgo, el intercambio de ideas (comunicación), el trabajo en equipos y las soluciones de ensayo-error, motiva a asumir riesgos sin miedo y a aprender del fracaso para la resolución de problemas, tal como se sintetiza en la siguiente figura elaborada:



Figura 3" Enfoque STEAM"

### Fomenta

- Creatividad.
- Pensamiento crítico.
- Improvisación.
- Resolución de problemas
- Trabajo en equipo.
- Liderazgo.
- Aprender del error.
- Trabajo práctico.
- Comunicación.
- Relación aula y sociedad.
- Contextos significativos

Actualmente, se habla de una cuarta revolución industrial, la cual hace referencia a los actuales cambios en la economía, empleos, sociedad y gobierno debido a los avances de tecnologías tanto en el área de las ciencias como en el desarrollo de país a un ritmo acelerado y exponencial, como se menciona en "Preparando a Chile para la sociedad del conocimiento" (como se cita en CORFO y Fundación Chile, 2017). Dichos avances requieren que los jóvenes egresados de su formación educativa, al ingresar al mundo laboral sean trabajadores con competencias que les permitan resolver problemas de maneras innovadoras y creativas. Sin embargo, debido al ritmo de estos avances, cada vez aumenta más la brecha de capital humano calificado para desempeñarse en áreas tanto de ciencia, tecnologías e ingenierías, provocando un desequilibrio en el desarrollo de la economía. Hoy, la capacidad de un país de participar del crecimiento mundial depende de su capacidad para innovar (como se cita en CORFO y fundación Chile, 2017 p.20). Además también se menciona que *"la formación y entrenamiento profesional y técnico en disciplinas STEAM tienen el potencial de dar empleabilidad y acceso a mejores sueldos a estudiantes de contextos desaventajados"*. Es por ello, que al necesitar de jóvenes activos y creativos, las políticas educativas son cruciales para fomentar estas habilidades, las que son necesarias para dotar de una mayor población de jóvenes talentos que aumenten la productividad de una nación de manera constante y a través de las diversas industrias de desarrollo de un país.

Chile no es un caso exento de estos cambios, el desarrollo de las matemáticas y ciencias en el país en comparación a América Latina es la mejor, pero a nivel internacional con otros países pertenecientes a la OCDE, Chile queda catalogado en los últimos rankings. Algunas cifras

relevantes, entregadas por el Consejo nacional de innovación para el desarrollo (CNID) (como se cita en CORFO, 2017):

- *Chile se ubica 36 de 44 países en desempeño en PISA ciencias*
- *Menos del 25% de los jóvenes chilenos alcanza la alfabetización mínima en ciencias esperada a los 15 años.*
- *Un estudiante chileno pasa en promedio 6,5 horas a la semana en clases de matemáticas y 5 en ciencias, 1,5 y 3 horas más que el promedio OECD.*
- *Sólo 2 de cada 100 jóvenes chilenos alcanzan un nivel alto de rendimiento. En Corea del Sur son 30 de cada 100 los que alcanzan este nivel*
- *Los estudiantes chilenos obtuvieron los peores resultados de la OECD en resolución creativa de problemas.*
- *2 de cada 5 empresas chilenas reportaron la falta de preparación de la fuerza laboral como una limitante a su crecimiento, mientras que en la OECD es solo 1 de cada 6.* (p.23).

### 2.2.1 STEAM en Chile

En Chile ya se ha comenzado a implementar proyectos basados en el enfoque STEAM, en apoyo de universidades tales como la Universidad de Santiago de Chile (USACH), Universidad de Chile, Universidad de Talca, Universidad Católica de Chile y Universidad Federico Santa María en colaboración con instituciones, ha incluido programas en escuelas y liceos públicos con un enfoque sistémico, asegurando tiempos y recursos a través de metodologías tales como la Enseñanza de Ciencias Basada en la Indagación (ECBI) para incluir las ciencias del mundo laboral en instancias educativas de enseñanza básica y media, para acercar a los estudiantes a una visión del mundo profesional, entregando habilidades necesarias para el desempeño de ciertas actividades (CORFO y fundación Chile, 2017).

Entre los años 2003 y 2010, más de 250 escuelas experimentaron con la educación basada en STEAM por un programa impulsado por la Academia Chilena de Ciencias, la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile y el Ministerio de Educación, en un proyecto que buscaba que los niños y niñas se acercaran al mundo científico mediante las prácticas propias de la ciencia, incentivando la curiosidad no sólo aquellos jóvenes que demostraran interés por carreras científico – tecnológicas. Otras iniciativas tomadas en Chile mediante proyectos de educación no formal por esfuerzos del Programa Nacional de Educación No Formal en Ciencias y Tecnología, EXPLORA, el cual ofrece oportunidades a profesores de mejorar a educación de ciencias de manera gratuita apoyadas por el MINEDUC, con el objetivo de introducir una cultura científica y tecnológica en la comunidad. Programas de actividades destacadas

realizadas por EXPLORA para la comunidad han sido “1000 Científicos 1000 Aulas”, “la Semana Nacional de la Ciencia y Tecnología” y “el Día de la Astronomía” realizados a nivel nacional incluyendo el apoyo de profesores de diversas regiones del país.

En 2017, el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) presentó un proyecto a nivel nacional, “Ciencias, Tecnologías e Innovación (CTI) para un Nuevo Pacto de Desarrollo Sostenible e Inclusivo”, con el propósito de promover aprendizajes, valoración y apropiación de las ciencias, la tecnología y la innovación en niños, niñas y jóvenes de Chile, desarrollando en forma piloto, en la región de Los Ríos y en la comuna de San Joaquín con el apoyo del MINEDUC, CONICYT, EXPLORA, CORFO, y otras instituciones como la Universidad de Chile, la Universidad Católica y la USACH y posteriormente extendiéndose a escuelas de Coquimbo.

Otro programa focalizado para las universidades, es el “Campamento STEAM” realizado anualmente en las universidades Federico Santa María y Católica de Chile, con el fin de fomentar el ingreso a escuelas de ingenierías para estudiantes de enseñanza media.

Por último, se encuentra el proyecto CIAE - U. Finlandia, “Engaging Learning Environment in STEM: Collaboration with Finland and Chile”, dirigida por Beatrice Avalos, Jari Lavonen y Katarrina Salmela 2016-2018 cuyo diseño didáctico está a cargo de Dra. Malva Uribe y Mg. Bárbara Ossandón con la colaboración de Mg. Nicolás Garrido y profesor Paolo Núñez. Este proyecto trata justamente de investigar qué tipo de actividades de aprendizaje de estudiantes de 1° E.M. elevan el interés de los jóvenes por la ciencia. Para ello se diseña un módulo relacionado con la luz (Visión humana y animal) que integra distintas disciplinas como la física, biología, matemática, tecnología e incorpora elementos de autocuidado relacionado con la visión humana.

### 2.2.2 Ideas para impulsar y fomentar el STEAM en Chile.

Como lo señala CORFO y fundación Chile 2017, tener establecimientos educacionales STEAM es muy sencillo y posible si se cuenta con el apoyo de los docentes y directivos, realizando cambios de organización sobre la formación docente y las innovaciones en la enseñanza. Para fomentar el STEAM en Chile, se tienen contempladas 6 ideas, las cuales se indican a continuación.

1. “Nuestras escuelas pueden transformarse en escuelas STEAM”.

Gracias a los cambios recientes del currículo vigente, se ve facilitado el aprendizaje integrado en educación STEAM, lo que es contemplado como un aprendizaje gradual. Si se

habla de un aprendizaje integrado es necesario destacar tres puntos clave en este tema, los cuales son: **Menos es más**, si bien el currículo es ambicioso al considerar una gama de conocimientos que los estudiantes deben asimilar y los docentes por tratar de enseñar aquello terminan fracasando. Por lo que se espera que se enseñe menos pero mejor permitiendo a los estudiantes formar y continuar su aprendizaje a lo largo de la vida. Una educación interconectada entre las distintas disciplinas puede ayudar a sintetizar los contenidos. Otro punto clave es **Evaluación enfocada en competencias** donde se recomienda explorar nuevos tipos de evaluaciones de habilidades, tales como, el pensamiento crítico, trabajo colaborativo y la capacidad de resolver de problemas. La interdisciplinariedad permite dar cierto atractivo a contenidos que son considerados por algunos estudiantes como difíciles, como son las ciencias.

## 2. “Aprendizaje más activo y contextualizado”.

En la actualidad los jóvenes estudiantes están diariamente enlazados con la tecnología y tienen interés por conocer diversos contenidos y metodologías prácticas en las aulas. Los docentes reconocen que los métodos tradicionales de enseñanza de cualquier disciplina provocan un rechazo en el estudiante y es por ello que con el STEAM se busca vencerlos. Aquí se puede visualizar que existen **estudiantes con curiosidad STEAM** los cuales informan las necesidades que poseen frente a una enseñanza contextualizada con el fin de dar sentido a su aprendizaje. Los docentes de hoy requieren las herramientas y metodologías necesarias que permitan crear ambientes apropiados para fomentar la curiosidad, el trabajo en equipo y la interdisciplinariedad, además de aprender del ensayo y error, todo ello realizado en base a la tecnología permitiendo aterrizar de algún modo el contenido al estudiante .

## 3. “Nuestros docentes quieren el cambio, pero requieren apoyo”.

Los docentes se ven cada día enfrentados a varios cambios, como lo es la evolución tecnológica, los estudiantes y las necesidades que existen sobre el aprendizaje, consientes de estos cambios, los docentes necesitan las herramientas para enfrentarlos eficazmente y el uso del STEAM los obliga a dejar de lado las clases tradicionales y dominar metodologías que le permitan que los estudiantes sean entes activos, siendo los protagonistas de su aprendizaje, quienes darán valor y relevancia a los contenidos. Los estudiantes al igual que los docentes quieren aprender, estos últimos señalan que necesitan apoyo para transformar la manera en que los estudiantes están acostumbrados a actuar en las aulas de clases.. Como se señala en CORFO y Fundación Chile, un establecimiento educacional STEAM

*“... se caracteriza por ser un espacio de exploración y creación, rigor y altas expectativas para sus estudiantes, docentes y comunidad. Los equipos*

*directivos son las personas que deben organizar y canalizar los tiempos, requerimientos y energías de estudiantes y docentes y facilitar su conexión con el entorno, sin perder de vista el objetivo de aprendizaje...” (p.47)*

Muchos docentes ya están innovando pero carecen de espacios que les permitan la reflexión y el trabajo colaborativo entre docentes de distintas disciplinas para abordar de una manera completa la educación STEAM y tener en consecuencia los resultados esperados.

4. “Es necesario construir una cultura STEAM”.

Todos los establecimientos educacionales están inmersos en una sociedad y se pretende que esta sociedad sea STEAM. Los establecimientos educacionales juegan un rol muy importante en este punto, ya que deben despertar en primer lugar el interés de los estudiantes, desarrollando sus habilidades y siendo alfabetizados científicamente. Muchos lugares como museos, parques, hospitales, instituciones, pueden propiciar la exploración la curiosidad y el desarrollo STEAM. Es fundamental la valoración del STEAM y para lograrlo se deben dar a conocer las innovaciones que existen en Chile y las que se están llevando a cabo como temas referentes en astronomía, glaciares, cambios climáticos.

5. “Concatenar el aprendizaje a lo largo de la vida”.

No es posible fomentar una educación STEAM sin que exista una industria STEAM. Las industrias se ven afectadas por el avance de las tecnologías y de las ciencias requiriendo empleados creativos y con capacidad de innovar. Los docentes deben encargarse de dar a conocer la realidad productiva a los estudiantes realizando una conexión entre las exigencias de las industrias productivas y el desarrollo del STEAM y su valoración en la sociedad, todo ello puede realizarse a través de salidas de establecimientos educacionales a dichas industrias. Además de lo descrito anteriormente, se necesita una sociedad alfabetizada en STEAM la cual requiere de requiere actualizar sus conocimientos por medio de la divulgación y de instancias extracurriculares.

6. “Articulación de esfuerzos existentes”.

Existen variadas iniciativas en el mundo que permiten apoyar los establecimientos educacionales STEAM, sin embargo los recursos no son suficientes para cubrir las necesidades de todos ellos. A pesar de ello, se reconoce la importancia de las ciencias y el desarrollo económico que mueve al país, todo con el propósito de mejorar temas de índole social y económico, haciendo uso eficientemente de los recursos. Para hacer

buen uso de estos recursos hay que facilitar las conexiones curriculares como lo son las visitas al Museo Interactivo Mirador, el Planetario por nombrar algunos. Los lugares rurales no se ven excluidos del STEAM ya que el clima, una panadería, el campo, las industrias tienen STEAM. Todos los miembros involucrados activos en este cambio pueden hacer una diferencia en cuanto a crear un espacio favorable para fomentar la curiosidad (CORFO, 2017)

A continuación, se señalan los contenidos disciplinares que se requieren para comprender los efectos de la fuerza de roce en el movimiento de la serpiente para terminar con el Modelo Científico del mismo.

### 2.3 Marco Epistemológico de Referencia (MER)

En este apartado, se describen de manera general las estrategias empleadas por la serpiente para su desplazamiento, así como también, algunos conceptos necesarios para comprenderla. Posteriormente, se presenta una descripción más detallada de la estrategia llamada serpentina, que es el objeto de nuestro estudio.

Para comprender el desplazamiento de la serpiente, es necesario conocer los conceptos de isotropía y anisotropía, los cuales según distintas fuentes, se detallan a continuación:

Para definir el concepto de anisotropía, es necesario definir antes isotropía, término físico que corresponde según la Real Academia Española (RAE, 2005) a “*Adj. Fís. Dicho de una sustancia o de un cuerpo: Que posee las mismas propiedades en todas las direcciones*”, otras fuentes definen un material isotrópico como: “*Aquel que tiene propiedades físicas constantes, es decir no varían en cuanto magnitud, ángulo y orientación*” (Como se cita en Mena, 2016, p 6), en otras palabras, puede entenderse que “*Un material es isotrópico cuando sus propiedades no dependen de la dirección según la cual ellas son medidas. Es decir, cuando una propiedad tiene el mismo valor independiente de la dirección según la cual se hace la medida*” (“Conceptos de Isotropía y de Anisotropía, también de texturas”, S.f. p 1). Este tipo de material es preferido por los científicos debido a las propiedades heterogéneas que poseen, ya que, el trabajo con estos facilitan distintos cálculos, lo que lo diferencia del material con propiedades anisotrópicas, el cual posee cálculos más complejos por poseer propiedades reales, como lo son las rocas.

Anisotropía, se puede definir como aquel fenómeno que indica la variación de las propiedades de un material, de acuerdo a la dirección, en otras palabras, “*Un material es anisótropo cuando sus propiedades dependen de la orientación según la cual se hace la medición de ellas*” (“Conceptos de Isotropía y de Anisotropía, también de texturas”, S.f. p 1).

De lo anterior, se agrega la razón de la elección de este único tipo de movimiento, es que se utiliza como recurso didáctico para motivar a estudiantes de séptimo grado de enseñanza básica a interesarse en temas científicos ya que, por un lado, se considera adecuado dado el grupo etario al que está dirigida la propuesta y por otro, representa una situación significativa de los estudiantes situada en su zona de desarrollo próximo de Vygotski (Baquero, 2009), en particular, comprender los efectos de la fuerza de roce en el movimiento de la serpiente.

La serpiente presenta entonces cuatro tipos de movimientos (Defadisa, 2016) que son:

**Rectilíneo**, este tipo de desplazamiento es similar a como se mueven las lombrices, las serpientes levantan una parte de su cuerpo, pero sin realizar movimientos laterales y crean pequeñas ondulaciones bajando pequeños segmentos de su cuerpo a medida que ésta avanza. Este desplazamiento es usado en serpientes de un gran tamaño como son las boas o pitones.



Figura 4: “Desplazamiento Rectilíneo, Serpiente que se desplaza en una superficie horizontal”

**Concertina o de acordeón**, este tipo de desplazamiento consiste en anclar una parte del cuerpo, mientras que la otra parte se impulsa o empuja, como una oruga. Es un desplazamiento lento ya que con la parte posterior de su cuerpo, la serpiente se ancla y la parte delantera avanza, luego ancla la parte delantera y la parte posterior empuja y así sucesivamente.



Figura 5: “Concertina, Serpiente que se desplaza en una superficie Horizontal”

**Ondulación lateral o golpe de costado**, Este desplazamiento es utilizado por serpientes que no se pueden impulsar como en el serpienteo normal ya que en el ambiente donde éstas se mueven, no posee irregularidades. Este desplazamiento se diferencia del descrito anteriormente debido a que un segmento del cuerpo de la serpiente está orientado en una dirección y en contacto con el suelo, y otro segmento de la serpiente esta despegado, pensando que la serpiente está saltando, pero está se desliza. Es un movimiento muy eficaz en terrenos de arena o polvo. Si la serpiente tratara de usar el tipo serpentino normal, haría que esta se mueva, pero no avance, es decir, es como si la serpiente se impulsara y diera un salto tal como se esquematiza.

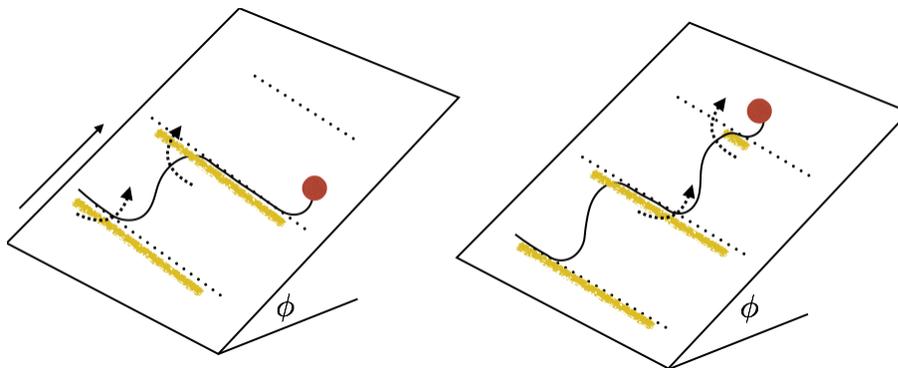


Figura 6: “Ondulación lateral, en dos momentos diferentes”



Figura 7: “Movimiento de ondulación lateral, serpiente intentando subir una pendiente de arena”

**Serpenteo o serpentino**, este es un tipo de desplazamiento usado por la mayoría de las serpientes terrestres y es el único utilizado por las serpientes acuáticas. Este tipo de desplazamiento radica en que el cuerpo de la serpiente se flexiona hacia la izquierda y hacia la derecha, alternando su movimiento en una forma de una onda. Dicho movimiento es efectivo debido a que activa solo los músculos de los lados alternadamente, además de ser flexible y contraerse desde la cabeza hasta la cola, permitiendo de este modo que la serpiente se mueva. Cabe destacar que este movimiento es lento, pero ayuda a conservar su energía, además les favorece a la hora de cazar ya que pasan desapercibidos (Figura 8: serpentino).



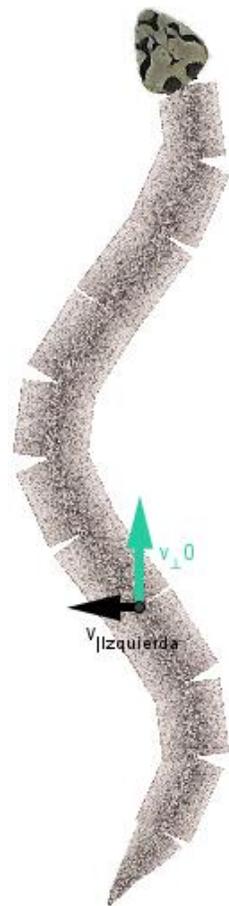
Figura 8: “Movimiento Serpentino de una serpiente”

A partir de los cuatro tipos de desplazamientos de la serpiente, resulta interesante explicar el

movimiento serpentino, ya que se necesitan explicar las condiciones necesarias que debe tener tanto la piel de la serpiente como el ambiente y el suelo para que esta pueda deslizar y avanzar. A diferencia de los otros tipos de locomoción éste requiere esencialmente de la fricción para poder desplazarse en terrenos de arena o polvo.

## 2.1 Movimiento Serpenteo o Serpentino

Según las investigaciones realizadas principalmente por David Hu (como se cita en Darbois, Ibarra y Melo, s.f.) si se toman elementos diferenciales de masa de la serpiente - se observan el tipo de movimiento ondulatorio.



$v_{||zquierda} = v$ : velocidad unitaria  $v$ , que es paralela a la velocidad del segmento

$v_{\perp}$ : vector unitario perpendicular a la velocidad del segmento.

Figura 9: “Esquema movimiento serpentino de la serpiente, que se desplaza verticalmente hacia arriba”

Ahora bien, desde el punto de vista de la fuerza de roce, y dado que la serpiente se mueve simultáneamente en dos direcciones, es necesario preguntarse si los efectos de la fuerza de fricción ¿serán los mismos a pesar de que se mantengan los materiales? (piel de la serpiente y material del suelo donde se desliza) ya que lo que se conoce es que la fuerza de roce es  $F_r = \mu N$ , siendo  $\mu$  coeficiente de roce y  $N$  la fuerza Normal. Y además recordemos que, para el cálculo de la fuerza de roce que interactúa con un plano inclinado, se tiene que el coeficiente de

roce se determina de la siguiente manera:  $\mu = tg(\phi)$ , con  $\phi$  el ángulo de inclinación del plano inclinado.

La literatura y los investigadores como David Hu, Batiste Darbois, Alejandro Ibarra y Francisco Melo han demostrado que son distintos los coeficientes de roce dependiendo de la dirección que se arrastre, distinguiéndose dos coeficientes de roce en particular, un coeficiente de roce transversal ( $\mu_t$ : Paralelo al largo de la serpiente) y un coeficiente de roce normal ( $\mu_n$ : perpendicular al largo de la serpiente), como muestra la figura 10

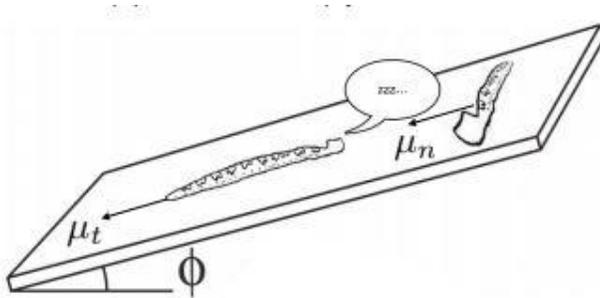


figura 10: "Serpiente en plano inclinado"

Una forma de calcular ambos coeficientes y ver su relación. Para ello, se duermen serpientes y se coloca en un plano inclinado midiendo el ángulo en el cual se empieza a deslizar, en dos posiciones respecto a un plano inclinado (paralela y perpendicular al plano).

El plano se inclina hasta el punto en que la serpiente se empieza a deslizar.

Como resultado de esta experiencia, se estableció experimentalmente que:

$$(1) \frac{\mu_n}{\mu_t} \approx 1.5$$

Aquí se verificó que el coeficiente de roce varía en casi un 50%, siendo el coeficiente de roce normal mayor que el transversal; en consecuencia la piel de la serpiente tiene menor coeficiente de roce a lo largo de ella que perpendicular a ella

Por otra parte, se realiza una segunda experiencia también en un plano inclinado, posicionando a la serpiente de manera diagonal

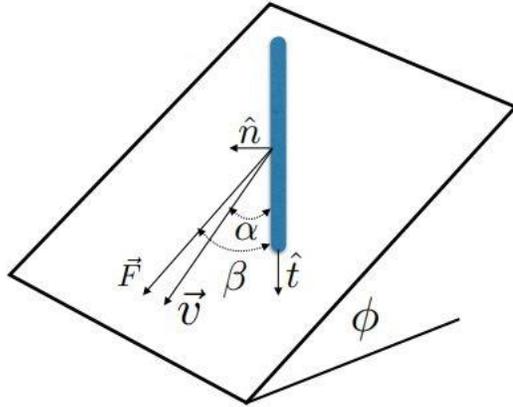


figura 11: "Serpiente diagonal en un plano inclinado"

En este caso, la serpiente se coloca diagonalmente respecto a la superficie inclinada. Aquí se establece el sistema inercial de referencia en la serpiente (en un "fragmento" representativo de ella), estableciéndose el sentido transversal paralelo y coincidente al largo de la serpiente (o fragmento), y el eje normal (perpendicular al eje transversal)

Al inclinar la base de tal manera que el fragmento de serpiente a analizar, comience a deslizar a una velocidad constante ( $\vec{v}$ ), la fuerza que genera el movimiento ( $\vec{F}$ ), es una componente del peso de la serpiente como se aprecia en la figura 12, de aquí se obtiene lo siguiente:

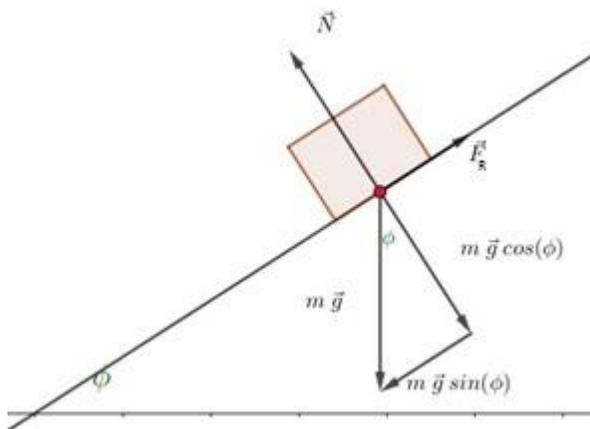


figura 12: "Diagrama de cuerpo libre, serpiente en un plano inclinado"

La fuerza que arrastra a la serpiente hacia abajo está dada por (según su magnitudes):

$$(2) F = mg \sin(\phi)$$

Considerando:

$m$ : masa del fragmento de la serpiente

$g$ : aceleración de gravedad

$F_R$ : Fuerza de roce total

Además de que

$$(3) N = mg \cos(\phi)$$

Con  $N$ : Fuerza normal

Dado que la fuerza proveniente de una componente del peso es la que genera el movimiento

(figura 12), la velocidad y la fuerza no tienen la misma dirección; haciendo que sólo una componente de la fuerza sea la que realice que el cuerpo se traslade con velocidad constante. La fuerza responsable que el fragmento de serpiente se mueva es la proyección de  $\vec{F}$  sobre el vector  $\vec{v}$ , que corresponde a la fuerza paralela a la velocidad. Para visualizar mejor la situación, guíese por la figura 13.

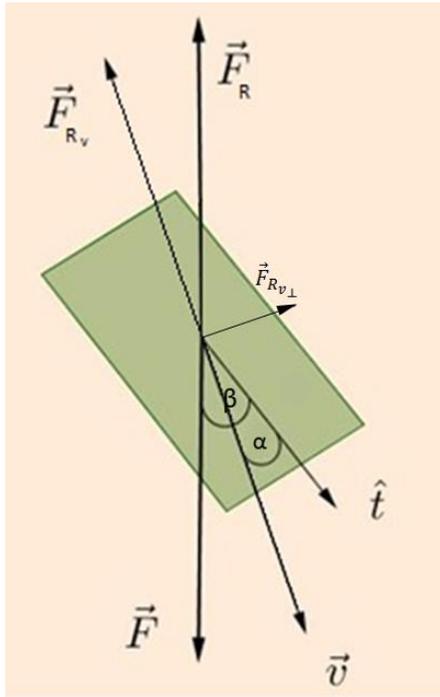


figura 13: "Parte de una serpiente en un plano inclinado, vista desde arriba"

Como se mencionó anteriormente, un factor de la fuerza  $F$  es la que genera el movimiento, la cual es la proyección del vector  $F$ , sobre el vector  $v$ . Matemáticamente escribiendo queda como:

$$F_{\parallel} = F \cos(\beta - \alpha)$$

Con  $\vec{F}_{\parallel}$ : Proyección de la componente de la fuerza peso, sobre la dirección de la velocidad del segmento

Pero por la expresión (2) la fuerza que es paralela a la velocidad en esta circunstancia queda expresado en la ecuación (4)

$$(4) F_{\parallel} = mg \sin(\phi) \cos(\beta - \alpha)$$

Considere que:

$F_{R_v}$ : fuerza de reacción paralela a la velocidad (roce opuesto a la velocidad)

Dado que todo en este proceso se desarrolla cuando el fragmento de la serpiente se comienza a desplazar con velocidad constante y por la segunda ley de Newton, se deduce que:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

Dado que el trozo de serpiente se desliza a velocidad constante ( $|\vec{a}| = 0$ ), al trabajar con los módulos de la fuerza, se tiene la siguiente expresión

$$F_{\parallel} - F_{R_v} = m \cdot 0$$

$$(5) F_{\parallel} = F_{R_v}$$

Dado que la fuerza de roce se puede calcular como (6)  $F_{R_v} = \mu(\alpha)N$ , teniendo en cuenta que el roce de la serpiente es variable según su ángulo de posición, queda finalmente al reemplazar las expresiones (4) y (6), en la ecuación (5), se genera la expresión (7).

$$(7) mg \sin(\phi) \cos(\beta - \alpha) = \mu(\alpha) \cdot N$$

Al reemplazar la expresión (3) en (7) y simplificar los términos  $m \cdot g$ , queda finalmente:

$$(8) \mu(\alpha) = \tan(\phi) \cos(\beta - \alpha)$$

Tras esto, los datos graficados, quedan expresado en la figura 14

EXPERIMENTALLY, HU et al:

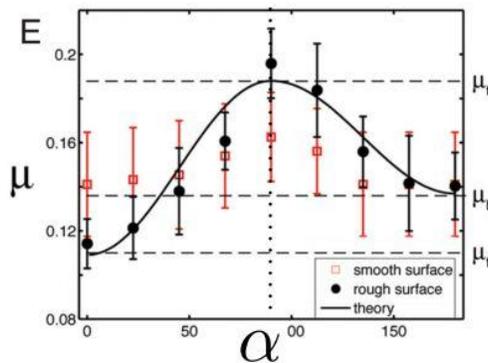


figura 14: "Gráfico resultados experimentales"

Con los valores teóricos y experimentales de los coeficientes de roce de la piel de la serpiente para distintos ángulos, se corrobora que el coeficiente de roce normal ( $90^\circ$  respecto del largo de la serpiente) es mayor que el coeficiente de roce transversal ( $0^\circ$  paralelo al largo de la serpiente).

De la figura 14, la gráfica de los datos experimentales de Hu (Darbois, s.f.), se considera que:

$\mu_t$ : Coeficiente de roce transversal

$\mu_b$ : Coeficiente de roce tangencial opuesto al movimiento (hacia atrás). Este coeficiente de roce no lo ocuparemos, dado que la serpiente en movimiento es incapaz de trasladarse hacia atrás, salvo en planos inclinados en el cual fue hecho el estudio.

$\mu_f$ : Coeficiente de roce paralelo al cuerpo o trozo de serpiente (coeficiente de roce normal ( $\mu_n$ ))

Al tener esta relación, se estableció una aproximación al coeficiente de roce dependiendo sólo del ángulo de posición respecto del desplazamiento de la serpiente; en términos del coeficiente normal y el coeficiente transversal, la cual es:

$$(9) \mu(\alpha) \approx \mu_t \cos^2(\alpha) + \mu_n \sin^2(\alpha)$$

Para visualizar la aproximación de lo que realizó David Hu, ahora se analizará las distribuciones de las fuerzas en un plano horizontal sobre un fragmento de la serpiente, en función de la componente de la velocidad que lleva, considerando que la serpiente se mueve con un movimiento serpentino en un plano, como muestra la siguiente esquema:

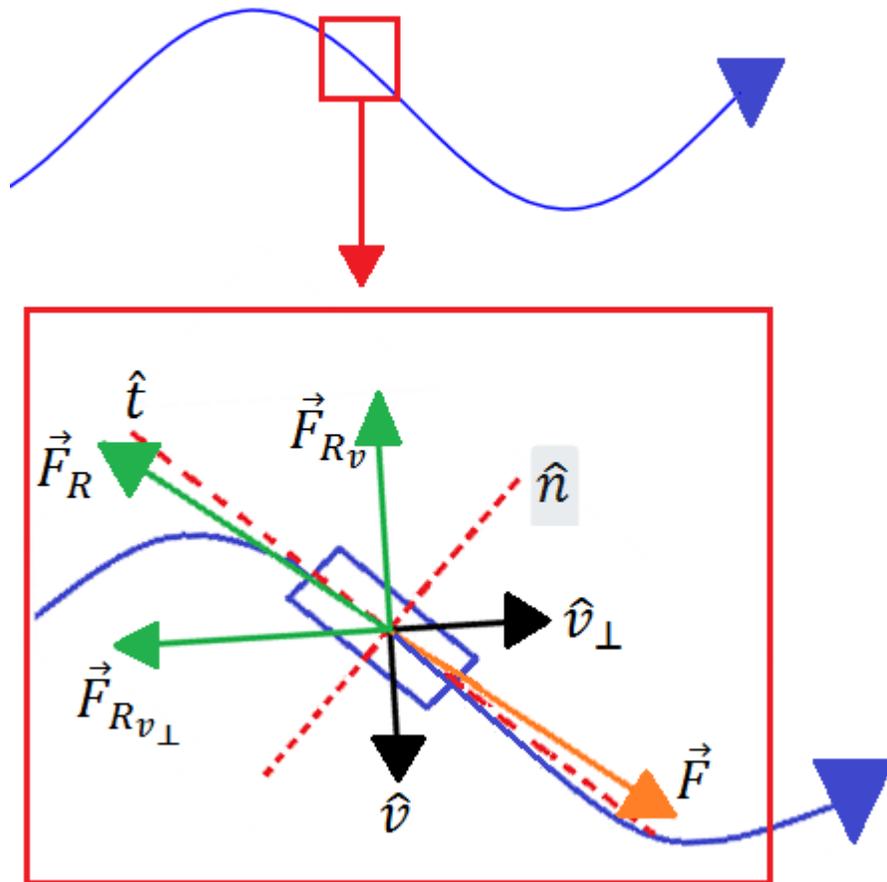


Figura 15: “Variables de fuerzas, con proyecciones en términos de la velocidad  $\hat{v}$  en un fragmento de la serpiente que se desplaza hacia la derecha en un plano horizontal con movimiento serpentino”.

La serpiente que se dirige en una dirección, analizando una parte de ella, se encuentran varios vectores participando en el movimiento de esa sección de cuerpo. En la figura 15, se aprecian las variables:

velocidad

$\hat{v}_\perp$ : vector unitario ortogonal a la velocidad del segmento

$\hat{v}$ : vector unitario de paralelo a la velocidad del segmento (por parte del movimiento ondulatorio)

Fuerzas de roce

$F_R$ : Fuerza de roce total

$F_{R_v}$ : Fuerza de roce paralela a la velocidad unitaria  $\hat{v}$

$F_{R_{v_\perp}}$ : Fuerza de roce perpendicular a la velocidad unitaria  $\hat{v}$

De esta situación, se observa que:

$$(10) \vec{F}_R = (\vec{F}_r \cdot \hat{t}) \cdot \hat{t} + (\vec{F}_r \cdot \hat{n}) \cdot \hat{n}$$

Dado que los vectores unitarios no poseen dimensiones (por ejemplo :  $\hat{v} = \frac{\vec{v}}{|\vec{v}|}$ ), David Hu agregó a la ecuación (11), las referencias de velocidades unitarias según sus direcciones, definiendo así la siguiente expresión:

$$(11) \vec{F}_R = mg(\mu_t(\hat{v} \cdot \hat{t})\hat{t} + \mu_n(\hat{v} \cdot \hat{n})\hat{n})$$

Como estamos en un plano horizontal en la cual se desplaza la serpiente

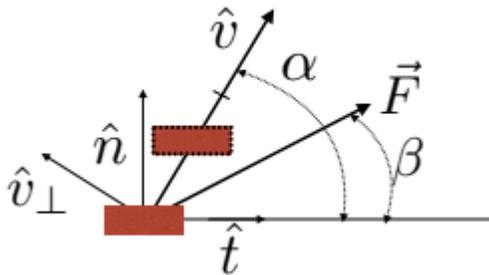


Figura 16: “trozo de serpiente que se mueve en el mismo sentido que  $\hat{v}$ ”

Si el cuerpo que se analiza, se traslada, como indica la figura 16, en donde el trozo de serpiente se traslada en dirección de  $\hat{v}$ ; la fuerza que se opone en dirección de la velocidad, David Hu (como se cita en Darbois, s.f.) la determinó al proyectar la fuerza de la expresión (12), quedando:

$$(12) \vec{F}_R \cdot \hat{v} = F_{R_v} = mg(\mu_t(\hat{v} \cdot \hat{t})(\hat{t} \cdot \hat{v}) + \mu_n(\hat{v} \cdot \hat{n})(\hat{n} \cdot \hat{v}))$$

Al trabajar con la definición de producto punto queda

finalmente la ecuación (13)

$$(13) \frac{F_{Rv}}{mg} = \mu_t \cos^2(\alpha) + \mu_n \sin^2(\alpha) = \mu(\alpha)$$

Esta fuerza por unidad de peso, es la que se opone al desplazamiento del cuerpo de la serpiente en forma de onda (no la que permite desplazarse hacia adelante)

Para determinar la fuerza de roce que se opone al desplazamiento de la serpiente hacia adelante (donde apunta la cabeza de ella), David Hu (como se cita en Darbois, s.f.) propone la ecuación (14)  $\vec{F}_R \cdot \hat{v}_\perp = (\mu_n - \mu_t) \sin(\alpha) \cos(\alpha)$ , pero su cálculo, predicciones y resultados experimentales no son viables, por lo que se ocupa la versión alterna para el cálculo de esta fuerza, la cual se presenta en la ecuación (15). Para entender la distribución de datos, guíese por la figura 17

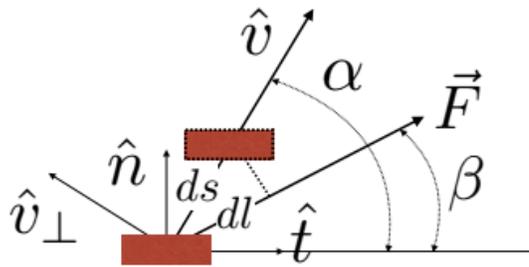


Figura 17: "trozo de serpiente que se mueve en el mismo sentido que  $\hat{v}$ , incluyendo secciones de desplazamientos"

Algunos términos a definir:

$ds$ = Es un segmento de distancia recorrida respecto del total, realizado por el trozo de serpiente

$dl$ = Es un segmento donde actúa la fuerza que genera el movimiento

Según las investigaciones que se realizan en la universidad de Santiago, sobre la versión alternativa, se considera:

En términos del trabajo realizado:

$$(15) F \cdot dl = F_{Rv} \cdot ds$$

Dado que el trabajo realizado por la fuerza de la serpiente y la fuerza de roce son iguales, se trabajará con sus módulos. Además recordando que la fuerza de roce es dependiente del ángulo de posición del cuerpo respecto a la dirección que se dirige.

Al hacer una transformación entre  $dl$  y  $ds$ , de la manera  $dl = ds \cos(\alpha - \beta)$  y reemplazarla en (15), queda:

$$(15.1) F \cos(\alpha - \beta) ds = F_{R_v} ds$$

A su vez la fuerza de roce se puede expresar como la ecuación (7), quedando:

$$F \cos(\alpha - \beta) ds = F_{R_v} ds = N\mu(\alpha) ds$$

Al simplificar los  $ds$ , queda:

$$F \cos(\alpha - \beta) = N\mu(\alpha)$$

Pero la expresión  $F \cos(\alpha - \beta)$ , corresponde a la fuerza que es paralela a la velocidad; es decir su proyección, y trabajando con sus módulos, queda, por lo tanto:

$$F \cos(\alpha - \beta) = F_{R_v} = N\mu(\alpha)$$

Al despejar el coeficiente de roce queda la ecuación (16), recordando que  $N = mg$

$$(16) \mu(\alpha) = \frac{F_{R_v}}{mg} = \mu_t \cos^2(\alpha) + \mu_n \sin^2(\alpha)$$

Al derivar la expresión (16), para analizar la variación del coeficiente de roce dependiendo del ángulo  $\alpha$ , queda:

$$\frac{d\mu(\alpha)}{d\alpha} = \frac{d(F_{R_v})}{d\alpha mg} = \frac{d(\mu_t \cos^2(\alpha) + \mu_n \sin^2(\alpha))}{d\alpha}$$

$$(17) \mu'(\alpha) = \frac{F_R}{mg} \frac{d\hat{v}}{d\alpha} = 2(\mu_n - \mu_t) \sin(\alpha) \cos(\alpha)$$

En la investigación, se considera  $\mu'(\alpha) = \frac{F_R}{mg} \frac{d\hat{v}}{d\alpha} = \frac{F_r}{mg} \hat{v}_\perp$

Con lo que se establece que (18)  $\hat{v}_\perp = \frac{d\hat{v}}{d\alpha}$

Por lo tanto, la fuerza de roce dependiendo de la dirección de la velocidad está dada por:

$$(19) \vec{F}_R \cdot \hat{v} = F_{R_v} = mg(\mu_t \cos^2(\alpha) + \mu_n \sin^2(\alpha)) \text{ Fuerza roce paralela a la velocidad unitaria } \hat{v}$$

$$(20) \vec{F}_R \cdot \hat{v}_\perp = F_{R_{v_\perp}} = 2mg(\mu_n - \mu_t) \sin(\alpha) \cos(\alpha) \text{ Fuerza roce perpendicular a la velocidad unitaria } \hat{v}.$$

### 2.3.1 Modelo Científico Escolar del movimiento serpentino para jóvenes de 7°EB.

Después de haber analizado el modelo científico de serpiente hecho por David Hu (como se cita Darbois, s.f.), proponemos nuestro propio modelo científico escolar, visualizando en la serpiente los vectores que para esta propuesta de SdeG son importantes de destacar y lo principal que esperamos que aprendan.

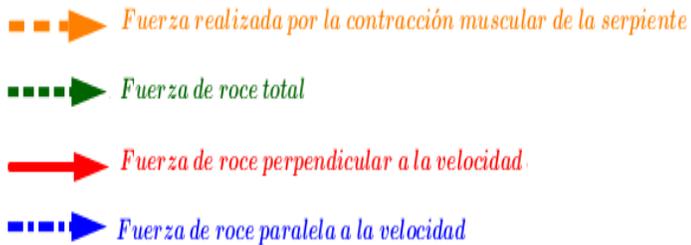


Figura 18: "El desplazamiento de la serpiente"

Para un modelo inicial de desplazamiento de la serpiente consideraremos las siguientes fuerzas:

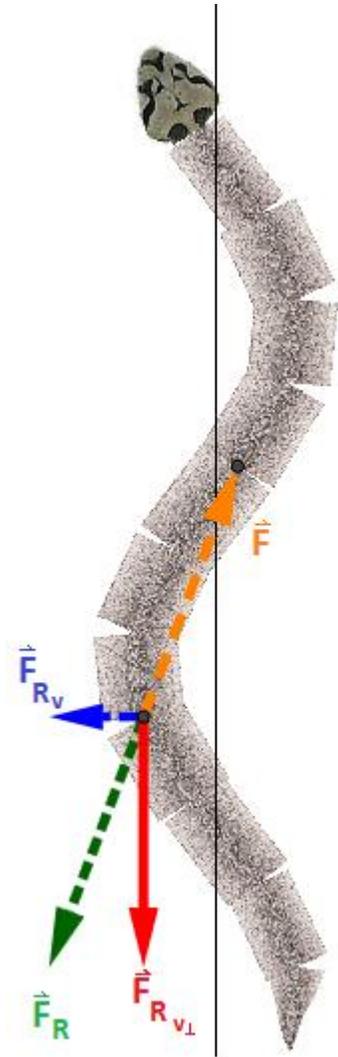
Fuerza de la serpiente 

Fuerza de roce total 

Fuerza de roce paralela a la velocidad unitaria  $\hat{v}$

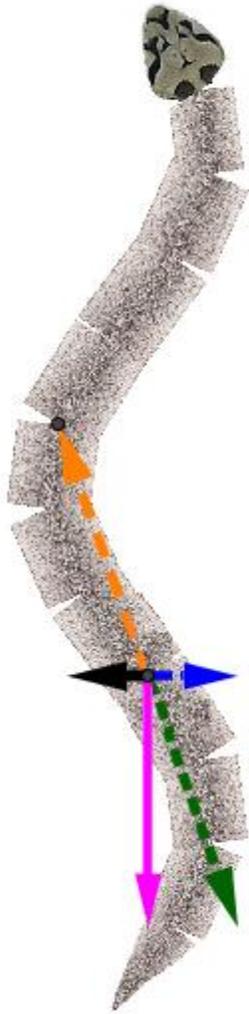
Fuerza de roce perpendicular a la velocidad unitaria  $\hat{v}$

Además de lo descrito anteriormente, analizaremos en paralelo la forma en que actúa el vector roce en la serpiente durante el movimiento serpentino



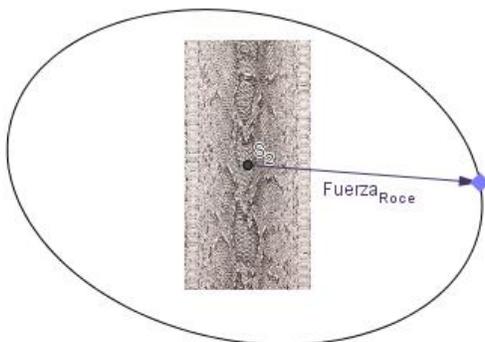
La serpiente en su movimiento serpentino, forma una onda. Para ello, la serpiente realiza una fuerza por la contracción muscular (vector de color naranja) en algunos puntos de su cuerpo, y asumiendo que la velocidad de la serpiente es constante en su desplazamiento, la fuerza muscular es anulada completamente por la fuerza de roce total (vector de color verde). Esta fuerza de roce se descompone en dos, una fuerza que es paralela a la velocidad unitaria (por movimiento ondulatorio) (vector azul) y una perpendicular a dicha velocidad unitaria (vector de color rojo).

Figura 19: "Roce en el desplazamiento de la serpiente"



Para considerar la piel de la serpiente como material anisotrópico, también se consideran la velocidad del fragmento de serpiente (vector azul) que esta en una dirección deiferente a la fuerza que se ejerce en el fragmento de la serpiente (vector de fuerza naranja) (figura 20).

Figura 20: "Velocidad de segmento de una parte de la serpiente"



Finalmente se resume como se distribuye el roce en el fragmento de la serpiente que se está analizando, destacando que lo que se realizó en es visualizar 2 situaciones para el coeficiente de roce

Figura 21: "Fuerza de roce en una serpiente"

En resumen, analizando cada segmento de la serpiente se puede apreciar que el roce se opone al movimiento, sin embargo, observando el total de segmentos del cuerpo de la serpiente, como si fuera un solo segmento, se desprende que el roce entre la piel anisotrópica de la serpiente y la superficie de contacto, permiten el desplazamiento de la serpiente, o sea, el roce favorece al movimiento.

## Capítulo III: Marco Metodológico.

En este capítulo, se abordarán los aspectos metodológicos de la realización de la propuesta didáctica, como la estructura, la justificación de las actividades y su validación para su optimización. La propuesta didáctica está centrada en el aprendizaje del estudiante a través de metodologías activas que toma elementos de lo que se denomina Aprendizaje Basado en Contexto (ABC) y se basa en Modelización Basada en la Indagación (MBI) que se resumirá a continuación.

En este capítulo, asimismo, se realiza una descripción acerca de la propuesta didáctica propiamente tal y su proceso de creación incluyendo los instrumentos de evaluación.

### 3.1 Aprendizaje Basado en Contexto.

El “Aprendizaje Basado en Contexto” (en adelante ABC) se considera adecuado para relacionar el aprendizaje de la ciencia con la vida real, y también para avanzar en alfabetización científica. (Holbrook, 2017) describe sus cuatro fases de ABC:

- **Fase de Iniciación.** Se identifica la relevancia de la situación, y se relaciona con el conocimiento científico previo de los y las estudiantes.
- **Fase de aprendizaje.** Esta fase es de discusión e interacción entre y con estudiantes. Necesita permitir que las y los estudiantes reconozcan que su *background* en ciencia es insuficiente, para proveer una explicación seria a un determinado fenómeno, a través de provocar su curiosidad, para establecer preguntas relacionadas con la ciencia que les permita adquirir conocimiento científico.
- **Fase de desarrollo.** Los y las estudiantes se involucran en un nuevo aprendizaje de la ciencia en base a actividades significativas.
- **Fase de profundización** es aquella donde la relevancia del aprendizaje es valorada por los y las estudiantes desde el punto de vista de la ciencia, para una mejor comprensión de la situación contextual.

Es importante enfatizar- continúa el autor- que en ABC la **argumentación** es clave, en tanto represente puntos de vista alternativos tales que ellos contribuyan al proceso dentro de normas aceptadas de la ciencia y la lógica.

### 3.2 Modelización Basada en la Indagación (MBI).

La modelización basada en la indagación, se sustenta en el constructivismo, teoría de aprendizaje que promueve la comprensión del conocimiento, a través de la exploración y modelización, lo que genera que cada estudiante construya una comprensión de los fenómenos que ocurren en la vida cotidiana. Además de la profundización del contenido, la MBI fomenta la curiosidad e investigación de los estudiantes, para que éstos lleguen a soluciones razonables de diferentes problemas, respetando las formas de trabajo que cada estudiante posee.

Las principales actividades que se realizan son: planteamiento de preguntas acerca de un fenómeno o problemática, elaboración de un modelo propio, poner a prueba el modelo inicial, planifica una investigación, busca información de diferentes fuentes, analiza los resultados y comunica conclusiones y formaliza su explicación elaborando un nuevo modelo para poner a prueba. El proceso se repite hasta encontrar un modelo que logre explicar satisfactoriamente un fenómeno o problemática. Este orden, se basa en que los y las estudiantes, a partir de un conflicto cognitivo generado por una experiencia, experimento o actividad, cuestionen su conocimiento en relación a una problemática específica, provocando la necesidad de elaborar un nuevo modelo para la explicación de la misma. Este proceso es usado para promover un aprendizaje significativo del alumno a base de una enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) (como se cita en Domènech, 2015.) que envuelve los procesos científicos siguientes:

1. Formular preguntas.
2. Dar prioridad a la observación.
3. Analizar la observación.
4. Formular una explicación basada en la observación.
5. Conectar la explicación con modelos y conocimientos científicos
6. Comunicar y justificar la explicación
7. Reflexionar sobre el proceso

Esta lista de proceso científico basado en el MBI, se diferencia de los procesos basados en el ECBI en que, en el MBI, producen o generan modelos científicos de fenómenos que se pone a prueba; a diferencia del ECBI que ponen a prueba los conocimientos previos sobre dicho fenómeno. Las propuestas didácticas están elaboradas para cumplir la mayor cantidad de procesos del MBI, así como también cumplir con los requerimientos del enfoque STEM que se explicó en el capítulo II correspondiente al Marco Teórico.

El diseño y uso de la propuesta didáctica fue desarrollada y pensada siguiendo el MBI, ya que esta metodología nos ofrece fases de desarrollo de actividades que nos acerca a las

concepciones alternativas de los estudiantes, y nos permite construir el conocimiento a partir de ello, para que los estudiantes puedan expresar su propio modelo científico escolar.

Coherentemente con lo anterior, la propuesta obedece a las competencias PISA (2015) que, en síntesis señalan que los estudiantes deben demostrar evidencias que son capaces de Explicar fenómenos científicos e Interpretar datos y evidencias científicas,

### 3.2.1 Metodología de la Modelización.

La metodología de la Modelización, se define así:

*“La modelización es una metodología de aprendizaje de las ciencias, en un contexto escolar guiado, con el propósito de organizar y promover las ideas que expresan los estudiantes acerca de fenómenos naturales, así como exponer, argumentar y consensuar ideas representadas mientras se busca dar sentido a los fenómenos de estudio, a través del uso de modelos.”* (Bustamante y Flores, 2017, p. 42

La conforman y describen seis fases que, no necesariamente deben estar presente en su totalidad de la propuesta ni seguir un orden lineal, puede ser espiral u otro. Dichas fases corresponden (Bustamante, 2017, pp. 42-43):

***“Fase 1: Sentir la necesidad de un modelo.*** Se desafía al estudiante mediante una problemática la cual exija el uso de un modelo para su resolución. Esta fase suele dar inicio a las siguientes, evidenciando las concepciones alternativas de los estudiantes permitiendo corregirlas y evaluarlas.

***Fase 2: Expresar/utilizar el modelo inicial individualmente.*** Los y las estudiantes dan uso al modelo inicial para abordar el desafío de la problemática propuesta de forma individual permitiendo evidenciar falencias o contradicciones de su modelo.

***Fase 3: Evaluar y/o analizar el grado de ajuste con la realidad.*** Luego de utilizar el modelo, observa los resultados obtenidos y se evidencian las falencias determinando la factibilidad del modelo.

***Fase 4: Revisar y/o sofisticar y mejorar aspectos concretos inadecuados del modelo.*** Se identifican limitaciones y se incorporan ideas científicas que acercan el modelo inicial al esperado por el docente, promoviendo la discusión científica entre las y los estudiantes.

**Fase 5: Expresar/consensuar un modelo final.** Los y las estudiantes a través de la puesta en común y previa discusión consensuan un modelo final que explica satisfactoriamente el fenómeno.

**Fase 6: Utilizar el modelo para explicar un nuevo fenómeno.** El modelo final es utilizado para explicar un fenómeno distinto al estudiado en primera instancia”.

Definida la metodología escogida para la creación de la propuesta didáctica para este SdeG, se procede a continuación a detallar el recurso didáctico de la serpiente.

### 3.3 Recurso Didáctico de la Propuesta

Mediante esta propuesta, se quiere dar a conocer el concepto físico de roce de manera contextualizada, usando a la serpiente y su movimiento serpentino como recurso didáctico, dirigido a estudiantes de séptimo básico. Para esto, se crea la propuesta didáctica conformada por una serie de actividades indagatorias para que el estudiante pueda comprender a través del desplazamiento de serpiente, los efectos de la fuerza de roce.

### 3.4 Justificación del uso de la serpiente como recurso didáctico.

¿Por qué usamos la serpiente como recurso didáctico para explicar el concepto de roce?

En este SdeG, utilizamos a la serpiente como recurso didáctico innovador para enseñar los efectos del roce en su desplazamiento, ya que es una forma de contextualizar con situaciones de la vida real. A pesar de que esta criatura es un ser llamativo por su forma de desplazarse, es poco usual ver referencias respecto al uso de este animal en la física, de hecho, en el ámbito escolar, solo se hace referencia al área de biología según los programas de estudios (MINEDUC, 2016). Sin embargo, la serpiente es utilizada desde diversos puntos de vista, ya sea, como objeto de estudio en el ámbito de la salud, como en la historia de los antiguos indios de América, o en la religión católica que es razón de la mortalidad de los humanos, por nombrar sólo algunos usos en la vida.

Dado que la serpiente es un recurso raro de ver, en el ámbito de la enseñanza de la ciencia física. A continuación se darán algunas definiciones y datos de su significado e importancia en distintas culturas y disciplinas

En primer lugar la Real Academia Española (RAE, 2017) la declara como:

*“Reptil ofidio sin pies, de cuerpo aproximadamente cilíndrico y muy largo respecto de su*

*grueso, cabeza aplanada, boca grande y piel pintada simétricamente con colores diversos, escamosa, y cuya parte externa o epidermis muda por completo el animal de tiempo en tiempo”.*

En este SdeG se considerará la serpiente como un reptil largo en comparación de su ancho y alto que, para moverse en una superficie sólida, donde se arrastra.

¿Qué otra información se puede encontrar respecto del significado de su nombre, de su tamaño y de su uso en distintas civilizaciones?

La serpiente u ofidios de nombres científico Serpente u Ophidia, que pertenecen al Suborden de los Saurópsidos (los embriones al formarse forman 4 envolturas) diápsidos (tiene dos orificios adicionales en el cráneo; es decir, tiene orificios para su nariz, ambos ojos, y dos orificios adicionales detrás del cráneo), del orden de las Squamata (reptiles diápsidos con escamas) y superorden de las Lepidosauria (sus escamas están posicionadas una encima de la otra, como las posiciones de las tejas de una casa), son conocida especialmente por ser reptiles alargados con ausencia total de extremidades(Anipedia, s.f.)..

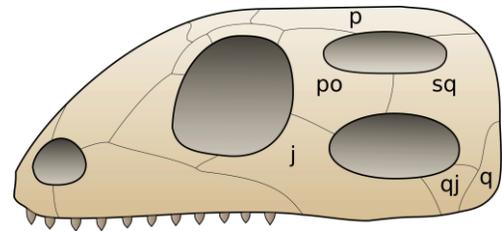


figura 22: "Cráneo diápsidos"

- Su tamaño varía entre los 10 cm de largo hasta 6 m de forma estirada, llegando a tener una masa desde los 200 g hasta los 100 kg y viviendo 9 años en promedio (Anipedia, s.f.).
- En las antiguas civilizaciones, a la serpiente se le consideraban deidades, incluso se construyeron templos honrando a la serpiente como es el caso del templo de la serpiente bicéfala que está actualmente en Guatemala, o por ejemplo el caso de la serpiente emplumada de Xochicalco (México).
- En la medicina, el veneno de la serpiente se ocupa para fabricar antídoto para su veneno y otras grandes influencias en este punto, incluso se está experimentando con el fin de que el veneno de serpiente pueda detener la metástasis del cáncer o evitarlo, como también ayudar en la regeneración de tejidos nerviosos (NTX, 2015). También se utiliza el símbolo de la serpiente en la insignia mundial de la salud, el Caduceo de Hermes, una vara entrelazada con dos serpientes que, en la parte superior tiene dos pequeñas alas.



Figura 23: "Caduceo"

La vara con las alas del caduceo representa la lucha, el deseo de la búsqueda de, ante todo y sobre todo de la vida (Guzmán, 2005). En cambio, según Schneider (citado en Bruetman, Finn, Gelos, Trimarchi y Young, 2013.) señala otro significado, cual es:

*"Las dos S formadas por las serpientes corresponden a enfermedad y convalecencia. La organización por exacta simetría, cual en la balanza de Libra, o en la tri-unidad de la heráldica (escudos entre dos tenantes) expresa siempre la misma idea de equilibrio activo, de fuerzas adversarias que se contrarrestan para dar lugar a una forma estática y superior. (p. 1197).*

Estos son algunos casos, en los cuales la serpiente es usada como objeto de estudio o ícono representativo.

A continuación, se detallan los conceptos previos que deben tener los y las estudiantes para estudiar el desplazamiento de la serpiente.

### 3.5 Conocimientos Previos.

Para el estudio de fricción o fuerza de roce, se necesitan ciertos conocimientos básicos que los estudiantes deben tener, previo a introducir los conceptos nuevos. Estos conocimientos previos, se espera adquieran gracias a las unidades anteriores trabajadas en dicha asignatura ya que son relevantes para adquirir nuevos conocimientos.

En primer lugar, se analizan los conocimientos previos necesarios para la comprensión de fricción en el nivel de 7 básico según los planes y programas de estudio del MINEDUC, 2016

Ellos son:

- Fuerza.
- Newton como unidad de medida de fuerza en el sistema internacional.
- Diferencia entre peso y masa.
- Cálculo del peso de un objeto.
- Fuerza gravitacional.
- Fuerza elástica.

En la propuesta didáctica se consideraron los mismos conocimientos previos señalados excepto la fuerza elástica.

A continuación, se darán a conocer los objetivos de aprendizaje presentes en la propuesta didáctica, los cuales se sustentan en los cuatro indicadores, mencionados en el capítulo I correspondiente al de Antecedentes (tres de evaluación para el concepto de fricción y uno de evaluación para el concepto de ondas). Los objetivos de cada guía se muestran a continuación.

### 3.6 Objetivos de Aprendizaje de la Propuesta.

La propuesta didáctica en su totalidad cuenta con una evaluación diagnóstica, una secuencia didáctica la cual está conformada por: tres guías y termina con una evaluación de contenidos (evaluación sumativa). Cada una de ellas, obedece a los siguientes objetivos:

- a. EL objetivo de **Prueba diagnóstica** es identificar el grado de logro de aprendizaje de los estudiantes respecto de conceptos tales como son las fuerzas que actúan sobre un objeto (Peso, Normal, Fricción, otras). Ello se realiza a través de una actividad que deben realizar los estudiantes a través del uso de animaciones con *GeoGebra* confeccionado para este fin, denominado: “*Empujando un gran mueble*”.
- b. El objetivo de cada una de las Guías es el siguiente.
  - b.1. El objetivo de la **Propuesta didáctica 1** denominada: “La fuerza de roce y movimiento ¿siempre se oponen? es Identificar los conceptos previos necesarios para comprender los efectos de la fuerza de roce. En particular, los conceptos de Fuerza como interacción entre dos cuerpos, fuerza peso y fuerza normal. Además, detectar la concepción alternativa de la fuerza de roce que dice que ésta siempre se opone al movimiento. Como **Objetivos específicos** se propuso:
    - Analizar y modelar el concepto de fuerza de roce en el movimiento a través de situaciones cotidianas.
    - Identificar, en situaciones de la vida real, el efecto de la fricción.

- Identificar las fuerzas que actúan sobre un determinado cuerpo, usando diagramas de cuerpo libre.

En esta guía están presentes los Indicadores de evaluación I1 e I2 descritos en el capítulo I (Antecedentes)

**IE 1:** *Describen la fuerza de roce (estática, cinética y con el aire) considerando su efecto en objetos en situaciones cotidianas y los factores de los que depende.*

**IE 2:** *Comprueban, experimentalmente, predicciones realizadas en relación al efecto de fuerzas simultáneas que actúan sobre un objeto.*

b.2 El objetivo de la **Propuesta didáctica 2:** “Caracterizando fenómenos ondulatorios” es analizar e identificar los componentes de una onda (amplitud, longitud de onda, periodo, frecuencia) y os objetivos específicos son.

- Distinguir e identificar ondas longitudinales y transversales, del mismo modo, la relación de onda con el movimiento de la serpiente.
- Identificar características que describen a una onda (Amplitud, frecuencia, longitud) a través del uso de péndulos con el objeto de aproximarse a la comprensión del movimiento serpentino de una serpiente.

En esta guía está presente el Indicador de evaluación I3, descrito en el capítulo I (Antecedentes)

**IE 3:** *Identifican los principales parámetros cuantitativos que caracterizan una onda, como amplitud, periodo, frecuencia, longitud de onda y rapidez*

b.3. El objetivo de la **Propuesta didáctica 3:** “modelando el desplazamiento de la serpiente” es Identificar el efecto de la propiedad anisotrópica de los materiales, a través del desplazamiento de la serpiente denominado “serpentino”. Los objetivos específicos son:

- Examinar propiedades anisotrópicas de la serpiente.
- Identificar características de la piel de la serpiente para que pueda desplazarse.
- Distinguir en el movimiento de la serpiente la propiedad anisotrópica de la interacción serpiente-plano

c. El objetivo de la Evaluación contenido (Evaluación Sumativa): “Prueba fricción” es

identificar - en diferentes contextos – los efectos de la fricción, considerándose ventajosa y desventajosa para distintas situaciones además de señalar que ésta contribuye al desplazamiento de los seres vivos, como se analiza en la serpiente.

A continuación, se devela la estructura de las Guías que respetan los fundamentos anteriores.

### 3.7 Estructura de la Propuesta Didáctica.

Las actividades planteadas para las tres guías que están conectadas entre sí, siguen la siguiente estructura, en el siguiente orden:

1. Se dan a conocer los **conceptos** a estudiar.
2. Se presenta un **desafío** contextualizado respecto al tema de estudio.
3. El estudiante realiza **predicciones**.
4. Refuerza su **conocimiento** integrando conocimientos previos.
5. Explora e **indaga** en base al desafío.
6. **Modela** su conocimiento y lo expresa.
7. Comprueba sus **predicciones**.
8. **Sintetiza** o expresa la comprensión profunda de el o los contenidos disciplinares interrelacionándolos y representándolos mediante esquemas, mapas conceptuales o modelos científicos escolares.

### 3.8 Planificaciones.

Las Planificaciones (Apéndice 3) y materiales didácticos desarrollados para esta propuesta didáctica fueron estimados para implementarse en clases de 90 min. Esto es debido a que, en la mayoría de los colegios, el área de física tiene asignada sólo un bloque o dos a la semana dependiendo de las condiciones del establecimiento. Contemplando una duración total de cinco clases para la implementación

### 3.9 Instrumento de Evaluación.

El instrumento de evaluación (Apéndice 2.1) elaborado para esta propuesta didáctica, corresponde a una Evaluación Diagnóstica, que contempla sólo dos preguntas bajo un contexto simple, la cual tiene como finalidad detectar la concepción alternativa “la fuerza de roce se opone siempre al movimiento”. Mientras tanto que el instrumento de evaluación de contenidos (Evaluación Sumativa) del Apéndice 2.3) está diseñado en base a una serie de preguntas en diversos contextos en el que el estudiante debe demostrar sus conocimientos adquiridos en la implementación de la propuesta didáctica.

### 3.10 Justificación del Instrumento de Evaluación.

Ambos instrumentos de evaluación (evaluación diagnóstica y evaluación del contenido (Evaluación sumativa) buscan identificar habilidades (*habilidad de observar, procesar y analizar evidencias*) y desarrollo de competencias bajo estándares internacionales, utilizando, en este caso, los de PISA (Programme for international student assessment,) (OCDE, 2018) Los cuales definen las siguientes competencias, que más adelante describiremos con sus correspondientes dominios e indicadores a utilizar en este SdeG:

- Explicar fenómenos científicamente
- Evaluar y diseñar una evaluación científica
- Interpretar datos y evidencia científica

La elección de este tipo de evaluación, en formato de prueba que consta de secciones de verdadero o falso, selección múltiple, preguntas de desarrollo ( identificación e interpretación de datos) y expresar un modelo para una situación de la vida real, se debe éste tipo de evaluación a las horas asignadas para física, por lo que esta opción permite realizar un feedback de los conocimientos adquiridos por cada uno de los estudiantes a través de los modelos de fricción elaborados por ellos mismos.

A continuación, se dará a conocer la metodología de evaluación de los resultados de aplicación de la propuesta y de la opinión de expertos respecto de la misma.

### 3.11 Metodología Cualitativa.

Se puede definir la metodología cualitativa como la investigación que produce datos descriptivos, ya sean, las opiniones habladas o escritas de actores claves de una determinada situación y de su conducta observable. Es por ello que permite comprender la complejidad de la experiencia vivida en el mundo desde el punto de vista de las personas quienes las viven. Taylor y Bogdan (2000) señalan que, la metodología cualitativa se enfoca en los sujetos.

El proceso involucrado es sin duda la indagación y genera que exista una interacción entre el investigador y los participantes con sus respectivos datos, con el propósito de buscar respuestas a preguntas que se desarrollan en la experiencia social. Este tipo de metodología es semejante a la metodología cuantitativa, pero ésta va más allá de ser un conjunto de técnicas para recoger datos, sino que, es un modo de enfrentar el mundo empírico (Taylor, 2000).

La investigación cualitativa según se menciona en (Taylor, 2000) es inductiva, se enfoca en las

personas y en los escenarios como si fuera un todo, indicando que todos los escenarios y personas son dignos de estudio. Además, los investigadores son sensibles a los efectos que ellos causan sobre las personas que son el objeto de estudio, tratan también de comprender a las personas dentro del marco de referencia de ellas mismas dejando de lado sus creencias, perspectivas y predisposiciones. Como señala Bruyn (como se cita en Taylor, 2000, p.8) *“El investigador cualitativo ve las cosas como si ellas estuvieran ocurriendo por primera vez. Nada se da por sobrentendido. Todo es un tema de investigación”*. Asimismo, todas las perspectivas son valiosas y ellos dan énfasis a la validez en su investigación y dicha investigación es considerada un arte ya que los investigadores son flexibles, siguen alguna línea de orientación, pero no estrictamente reglas y, por tanto, no se convierte en esclavo del procedimiento. Una investigación cualitativa es entonces *“sistemática, conducida con procedimientos rigurosos, aunque no necesariamente estandarizados”* (Taylor, 2000, p.9).

La metodología cualitativa se puede clasificar en dos categorías: estudios descriptivos (Diseños etnográficos, Diseños fenomenológicos, Diseños biográficos o narrativos, Diseños investigación acción, Diseños documentales) y estudios interpretativos (Teoría Fundamentada, Inducción analítica) (Ujaen, s.f.).

La primera categoría, pone su interés en la descripción de los datos, sin conceptualización ni interpretación e Intentan describir lo que ocurre, lo que la las personas dicen, cómo lo dicen y de qué manera actúan. Se suelen presentar como una narración. Dentro de esta categoría se suelen agrupar la casi totalidad de la investigación cualitativa realizada en Ciencias de la Salud.

La segunda categoría y la más relevante para nuestro SdeG son los estudios interpretativos ya que éstos pretenden trascender al sujeto social para explicar y comprender hechos o fenómenos sociales más complejos. La Teoría fundamentada en la metodología cualitativa interpretativa se basa en teorías, conceptos e hipótesis a partir del problema de estudio. La Inducción analítica pone a prueba teorías. Los elementos necesarios para llevar a cabo una investigación cualitativa interpretativa son:

- Formulación o planteamiento del problema.
- Participantes.
- Muestra.
- Análisis
- Técnica de recogida de datos
  - Entrevista
  - Observación
  - Grupos discusión

En la metodología cualitativa interpretativa encontramos dos tipos: La teoría fundamentada y la inducción analítica. La primera pretende generar teorías que expliquen un fenómeno social. Esta teoría se adapta al estudio de la realidad social y tiene como fin entender cómo funciona el mundo (Ujaen, s.f.). El segundo tipo es un procedimiento que sirve para verificar teorías y proposiciones basadas en datos cualitativos, los pasos que sigue dicha rama de la metodología cualitativa interpretativa son (Ujaen, s.f.):

1. *“Desarrollar una **definición** aproximada del fenómeno a explicar (tomada de la literatura o de otras investigaciones, de la teoría o del conocimiento aceptado).*
2. *Formular una **hipótesis** para explicar dicho fenómeno (conforme a las fuentes citadas en el apartado anterior).*
3. *Estudiar un **caso** para ver si la hipótesis se ajusta.*
4. *Si la hipótesis no explica el caso, reformularla o redefinir el fenómeno.*
5. *Buscar activamente casos negativos que refuten el fenómeno.*
6. *Cuando se encuentren, reformular la hipótesis o redefinir el fenómeno.*
7. *Continuar hasta que se ha puesto a prueba adecuadamente la hipótesis examinando una amplia gama de casos”.*

Consecuente con lo anterior, en este SdeG se triangulará la información recogida por los actores a los cuales está dirigida esta propuesta didáctica (estudiantes de 7º E.B.), profesores de Ciencias naturales de 7ºE.B, académicos del departamento de Física y Académicos con doble rol (educación secundaria y terciaria), para ello se elaboró una encuesta semiestructurada que recoge su opinión. Con ellas, se extraen categorías que permiten optimizar la propuesta didáctica.

A continuación se presenta la propuesta didáctica propiamente tal, una vez optimizada a la luz de la opinión de los expertos señalados.

## Capítulo IV: Propuesta Didáctica.

En este capítulo se aborda el material didáctico elaborado para este SdeG con el cual se pretende enseñar el concepto de fricción. Se desarrolla - como se dijo - mediante la metodología de Modelización Basada en la Indagación (MBI) y recoge elementos de lo que se denomina Aprendizaje Basados en Contextos (ABC). Lo anterior, bajo un enfoque STEAM, con el objeto que los/as estudiantes puedan crear conexiones entre diferentes disciplinas, tales como la ciencia en sí vista desde la física, la matemática y uso de tecnologías como manipulativos virtuales, video y software GeoGebra.

Se trata que el aprendizaje sea significativo para el estudiante, además que comprendan que la naturaleza de la cognición es también social por ello se considera la interacción con sus compañeros y la ciencia contextualizada a través – en este caso el desplazamiento de la serpiente - respetando así el aprendizaje situado para que estudiantes de 7° de enseñanza Básica comprendan el concepto de fricción.

Con esta propuesta se pretende en el ámbito del conocimiento y la cultura, desarrollar en los/as estudiantes el pensamiento reflexivo, haciendo uso de información y conocimiento para la resolución de problemas. Se contempla el uso de distintas herramientas, tales como el uso de TICs, observación y análisis de materiales de uso cotidiano y de fácil acceso y principalmente el trabajo en equipo entre pares. Todo esto con el fin de facilitar la interdisciplinariedad para abordar óptimamente el cumplimiento de los objetivos (general y específico) de este SdeG.

### 4.1 Presentación de la Propuesta Didáctica.

La siguiente propuesta educativa cuenta con tres guías de trabajo, más una evaluación Diagnóstica para conocer las concepciones alternativas de los estudiantes y sus conocimientos previos y finalmente, una post evaluación (evaluación sumativa) para determinar las competencias desarrolladas por los estudiantes durante la aplicación de la propuesta didáctica.

Además, el material didáctico cuenta con sus respectivas rúbricas de evaluación y sugerencias al docente para dar un mayor soporte al profesor(a) a la hora de implementarla. Esta propuesta está diseñada para aproximadamente 8 horas pedagógicas (5-6 clases).

A continuación, se presenta la estructura de la propuesta didáctica según el siguiente orden:

- a. **Prueba Diagnóstica:** Esta prueba consta de una simple pregunta contextualizada que permite al estudiante analizar dos situaciones respecto de los efectos de la fuerza de roce en un gran mueble. La primera situación tiene como propósito que él o la estudiante identifique las fuerzas que actúan sobre un gran mueble que, se encuentra

en estado de reposo. Mientras que la segunda situación, tiene como propósito que la o el estudiante identifique las fuerzas que actúan sobre el mismo gran mueble cuando éste se desplaza hacia a un lado. Existiendo en ambas situaciones, dos sujetos aplicando fuerzas opuestas sobre dicho gran mueble. El fin de esta prueba diagnóstica es poder detectar concepciones alternativas y conocimientos previos sobre fuerza, que poseen los y las estudiantes del nivel de 7mo de enseñanza Básica.

**Rúbrica evaluación diagnóstica:** Con este instrumento se busca determinar el nivel de logro de una de las competencias que señala el programa PISA (Programme for international student assessment, es decir, programa para la evaluación internacional de los estudiantes) cual es: “*Explicar fenómenos científicamente*”. Esta competencia, se decidió analizar en base a un ejercicio contextualizado, cuyo desafío es que el estudiante explique mediante un dibujo o esquema, una situación física que involucra fuerzas presentes en la situación del “gran mueble”. En particular, esta competencia: “*Explicar fenómenos científicamente*”, significa que el o la estudiante debe ser capaz de “*Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones*”. Se considera que la competencia se ha logrado, cuando el o la estudiante es capaz de identificar correctamente en su totalidad las fuerzas presentes para cada situación planteada en la actividad, además de expresar gráficamente las fuerzas involucradas con sus direcciones y sentidos.

**b.1. Propuesta Didáctica 1 (1.2) : La Fuerza de Roce y Movimiento. ¿Siempre se oponen?** Este material se diseñó en base a la Metodología Basada en la Indagación (MBI) y Aprendizaje Basado en Contexto (ABC), ambas bajo el enfoque de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática (STEAM), contemplando el Objetivo de Aprendizaje (OA) 7 de las Bases curriculares 2015 nivel 7 básicos, cual es: *Planificar y conducir una investigación experimental para proveer evidencias que expliquen los efectos de la fuerza de roce en situaciones cotidianas*. El objetivo general de la guía es, por tanto, analizar y modelar los efectos de la fuerza de roce en el movimiento. Esta propuesta didáctica contiene la siguiente estructura en cuanto a actividades:

*b.1.1 Leen un documento* donde se desafía a los y las estudiantes a analizar dos situaciones y predecir la que consideren acertada para el problema planteado.

*b.1.2. Esta parte, se denomina ¿Qué pasaría si...?* Donde se plantean situaciones en que los estudiantes también deben predecir. Es una actividad donde se pone a prueba el conocimiento previo de él y la estudiante. En esta parte, se presentan varios casos en los que se debe explicar y justificar si la serpiente puede o no desplazarse con

determinados tipos de superficies. Posterior a ello, se les pide que predigan cómo sonará un violín cuyo contacto con la cuerda y arco es liso, identificando la existencia de roce y su relevancia en la vida cotidiana, como lo es poder tocar o no un violín o simplemente apoyar una escalera a una pared y que ésta no resbale con el piso.

*b.1.3.* A continuación, hay un espacio para la *Verificación de predicciones* apoyado a través de un video donde el estudiante comprueba su hipótesis y con ello refuerza su argumentación o declina su predicción.

Los puntos b.1.1, b.1.2 y b.1.3, se presentan en las *actividades 1.1 ¿Qué pasaría si...?* Y en la *actividad 1.2 La mejor elección (ver Apéndice 1, Propuesta Didáctica: Recomendaciones al docente)*

*b.1.4. Profundización del conocimiento.* Aquí se pretende que el o la estudiante con la lectura de un segundo documento profundice aún más en el concepto de fuerza.

*b.1.5. Exploración.* El fragmento de exploración forma parte de la *actividad 1.3 “Identificando fuerzas, ¿Dónde está el roce?”* en el que se pide a él o la estudiante que explore e identifique las fuerzas que actúan sobre un cuerpo ya sea en un plano con o sin lija, horizontal e inclinado, además de identificarlas cuando este cuerpo está en reposo y cuando se desliza. Junto con ello, también se sugiere que exploren a través del uso de un láser como es la dispersión de la luz en materiales lisos y rugosos con el objetivo de constatar con mayor precisión que el tacto, la rugosidad de distintos materiales.

*b.1.6. Resolución de problemas y cálculo.* Este fragmento también forma parte de la *actividad 1.3 “Identificando fuerzas, ¿Dónde está el roce?”* la que se lleva a cabo después de la experimentación. En esta parte, se dan a conocer las expresiones matemáticas necesarias para el cálculo de la fuerza de roce, explicando las variables involucradas, para que el estudiante pueda realizar pequeños cálculos que lo lleven a comprender más el concepto y predecir cómo sería la fuerza de roce si se cambia la masa del objeto o el tipo de superficie que está en contacto con el objeto.

*b.1.7. Modelo expresado. Actividad 1.4 “modelando lo aprendido”.* Esta actividad tiene como intención retomar la situación inicial referido al primer documento (*leer y estudiar un documento como se señala en el punto 1*) y se pregunta a la o el estudiante si con lo estudiado durante esta guía, volvería a elegir el mismo camino que seleccionó junto a sus compañeros al inicio. Respuesta que debe ser fundamentada ahora de una manera

científica, ya que posee un conocimiento más detallado de los conceptos estudiados.

*b.1.8. Síntesis.* Para finalizar la guía de la propuesta didáctica 1, la síntesis se presenta en la *actividad 1.4 “recapitulando lo visto”*, que retoma todos los conceptos involucrados en las actividades anteriores y se solicita a él o la estudiante que una de manera coherente términos que permitan explicar el concepto de fuerza, ayudados de pistas, que son términos que pueden emplear para armar su diagrama, dibujo, mapa conceptual u otro.

**Rúbrica propuesta didáctica 1 (Apéndice 4):** Se evalúan las mismas competencias características del programa PISA: “*Explicar fenómenos científicamente*”. En concreto las habilidades siguientes se evalúan como a continuación se indican:

- 1) *Recordar y aplica su conocimiento científico:* Se espera que el estudiante aplique los conceptos de Fuerzas (normal y gravitatoria), para dar solución a diferentes problemáticas científicas.
- 2) *Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones:* El estudiante en base a su conocimiento es capaz de identificar en su totalidad las fuerzas que actúan en un cuerpo situado:
  - en un plano horizontal.Y moviéndose en:
  - plano horizontal.
  - plano horizontal con lija.

Creando así, modelos simples que permitan identificar la existencia de la fuerza de roce o fricción en las situaciones presentadas.

- 3) *Hacer y justificar predicciones apropiadas:* El estudiante con la información científica entregada debe ser capaz de justificar y comprobar sus predicciones en situaciones cotidianas donde está presente la fricción como, por ejemplo:
  - ¿Qué pasaría si una serpiente intenta arrastrarse por un camino muy rugoso, semejante a arrastrar un bote en la playa?
- 4) *Explicar la posible implicación del conocimiento científico para la sociedad:* El estudiante debe ser capaz de identificar la relevancia de la fricción en la vida cotidiana a través del análisis de diferentes problemáticas del diario vivir, por ejemplo:
  - En los animales (desplazamiento de una serpiente, humanos)
  - En Vehículos (cadenas en las ruedas en montañas nevadas)

A continuación, se señala cómo se evalúa otra de las competencias PISA a saber, *Evaluar y diseñar una investigación científica*

- 1) *Identificar la pregunta exploratoria de un estudio científico dado*: El estudiante identifica cada problemática presentada acerca de la fricción, las fuerzas (Normal, gravitatoria y roce) que actúan en un cuerpo en un plano horizontal.
- 2) *Evaluar la forma de explorar científicamente una determinada pregunta*: El estudiante a través de la exploración evalúa cómo abordar las distintas interrogantes planteadas, sugiriendo posibles mejoras para la exploración.

Y la tercera competencia PISA (2015) que dice: *Interpretar datos y evidencia científica* se evalúa como se señala a continuación:

- 1) *Analizar e interpretar datos y crear apropiadas conclusiones*: El estudiante obtiene, analiza e interpreta todos los datos sobre la fricción en determinadas situaciones, como por ejemplo, al tocar un violín, tratar de apoyar una escalera a una pared, al mover objetos y en el desplazamiento de la serpiente. Todo ello, permitiendo realizar conclusiones acertadas respecto al movimiento de objetos y de la serpiente.
- 2) *Identificar suposiciones, evidenciar y razonar en textos relacionados con la ciencia*: El estudiante identifica las suposiciones planteadas sobre la implicancia de la fricción en la vida cotidiana.

A continuación, se describe la estructura de la segunda propuesta:

**b.2. Propuesta Didáctica 2 (Apéndice 1.3): Caracterizando modelos ondulatorios (Apéndice 1.3).** Este material al igual que la guía de la propuesta didáctica 1, fue confeccionado en base a las metodologías ya descritas, considerando el Objetivo de Aprendizaje (OA) 9 de las Bases curriculares 2015 nivel 1 Medio: *Demostrar que comprender, por medio de la creación de modelos y experimentos el concepto de onda y sus características (amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación, entre otras)*, teniendo como objetivo general analizar el concepto de onda longitudinal y onda transversal así como la relación entre movimiento ondulatorio con el movimiento de la serpiente. Se respeta la siguiente estructura en cuanto a actividades.

*b.2.1 Leen y estudiar un documento* que desafía a los estudiantes a predecir el comportamiento de dos situaciones físicas correspondientes a dos mecanismos de péndulos (ver Apéndice 1.3), que simulan el movimiento ondulatorio de la serpiente.

*b.2.2. ¿Qué pasaría si...?* Corresponde a la actividad 2.2, donde se pone a prueba el conocimiento previo de él y la estudiante y su capacidad para encontrar predicciones

frente a lo que podría ocurrir en una situación dada (hipótesis). En esta parte, se presentan varios casos en los que se debe explicar y justificar *Qué pasaría si...?* casos, en los que se busca que las y los estudiantes identifiquen, por ejemplo con un resorte de juguete una onda transversal y otra longitudinal.

*b.2.3. Profundización del conocimiento. Parte de la Actividad 2.2,* aquí se pretende que el o la estudiante, con la lectura de un segundo documento, se interiorice aún más en el concepto de ondas, en particular en su clasificación y características.

*b.2.4. Exploración. Correspondiente a la actividad 2.3* Con el uso de una regla y un archivo audio visual, se pide el o la estudiante que explore y responda a preguntas, como propósito: obtener una primera aproximación al modelo de desplazamiento de una serpiente. Para ello, las/los estudiantes identificarán las características de una onda, midiendo la amplitud y longitud de onda.

*b.2.5. Resolución de problemas y cálculo.* En esta parte, se le requiere al estudiante, que indique mediante un diagrama las características de una onda (amplitud, longitud de onda, nodos y antinodos) y que determine posteriormente el valor de la longitud de onda y la amplitud.

*b.2.6. Modelo expresado. Actividad 2.4 “modelando lo aprendido”* En este fragmento se pide al estudiante que represente en un dibujo, cómo es posible ver una onda en una serpiente, cuando ésta se desplaza, indicando las partes de una onda para volver a retomar la pregunta inicial, sobre el tempo y los mecanismos que intentan identificar el concepto de rugosidad y fricción en el movimiento de la serpiente. Para que argumente científicamente el desplazamiento de la misma.

*b.2.7. Síntesis.* Para finalizar se recapitula lo visto en las actividades anteriores, se pide al estudiante que de una forma coherente términos que permitan explicar el concepto de onda, ayudados de pistas que son algunos términos que pueden usar para armar su diagrama, dibujo, modelo u otro, es decir que elabore un mapa conceptual que explique las características del movimiento ondulatorio.

**Rúbrica propuesta didáctica 2 (Apéndice 4):** Para determinar el nivel de competencia alcanzado por las/os estudiantes, se diseñó este instrumento de evaluación bajo los mismos estándares del programa PISA (2015). La primera que, como se dijo es *Explicar fenómenos científicamente* se detalla a continuación su evaluación.

- 1) *Recordar y aplicar su conocimiento científico*: El estudiante aplica el concepto de onda a diferentes problemáticas científicas.
- 2) *Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones*: El estudiante en base a su conocimiento es capaz de identificar las características de una onda (periodo, frecuencia, longitud de onda, amplitud, nodos y antinodos) creando modelos explicativos que representen el movimiento ondulatorio.
- 3) *Hacer y justificar predicciones apropiadas*: El estudiante con la información científica entregada justifica y comprueba sus predicciones en situaciones cotidianas donde están presentes las ondas como, por ejemplo: *¿Cómo diferenciar en un resorte una onda longitudinal de una transversal?* Creando sus predicciones, justificando cada una de ellas y comprobándolas.
- 4) *Explicar la posible implicación del conocimiento científico para la sociedad*: El estudiante es capaz de identificar la relevancia de las ondas en la vida cotidiana a través del análisis de diferentes problemáticas del diario vivir, por ejemplo:
  - En los animales (desplazamiento de una serpiente)
  - Fenómenos naturales (terremotos, olas del mar)
  - Instrumentos musicales (guitarra, de cuerdas).

La segunda competencias señalada: *Evaluar y diseñar una evaluación científica* se evalúa de la siguiente forma:

- 1) *Identificar la pregunta exploratoria de un estudio científico dado*: El estudiante identifica cada problemática presentada acerca de las ondas.
- 2) *Evaluar la forma de explorar científicamente una determinada pregunta*: El/la estudiante a través de la exploración, evalúa cómo abordar las distintas interrogantes planteadas sobre el movimiento ondulatorio.

Y la tercera: *Interpretar datos y evidencia científica*.se evalúa así:

- 1) *Analizar e interpretar datos y crear apropiadas conclusiones*: El estudiante obtiene, analiza e interpreta los datos sobre las ondas en determinadas situaciones, como por ejemplo, en el video *“Danza de péndulos”* y en el video *“¡Como se ven las cuerdas dentro de la guitarra!...¡Increíble! - Dave Prado”*, los cuales, le permiten realizar, conclusiones respecto al movimiento de objetos y del desplazamiento de la serpiente.
- 2) *Identificar suposiciones, evidenciar y razonar en textos relacionados con la ciencia*: El estudiante identifica y justifica las suposiciones planteadas sobre la implicancia de las ondas en la vida cotidiana.

Finalmente, se describe la estructura de la tercera propuesta.

b. **Propuesta Didáctica 3 (Apéndice 1.4):** Modelando el desplazamiento de la serpiente.

Este material al igual que de la propuesta didáctica 1 y 2, fue confeccionado en base a las metodologías ya descritas, considerando el Objetivo de Aprendizaje(OA) 7 de las Bases curriculares 2015 nivel 7 básicos: “*Planificar y conducir una investigación experimental para proveer evidencias que expliquen los efectos de la fuerza de roce en situaciones cotidianas*”, teniendo como objetivo general Examinar propiedades anisotrópicas de la serpiente. Esta guía contiene la siguiente estructura en cuanto a actividades.

1. *Leer y estudiar un documento* contextualizando a través del desplazamiento de la serpiente y de un mecanismo con objetos que poseen distintos tipos de texturas. Primeramente se desafía a los y las estudiantes a analizar las condiciones que debería cumplir dicho objeto para poder reproducir las características de la piel de la serpiente, que señala el documento y luego seleccionar el que consideran acertado para el problema planteado, justificando su elección.
2. *¿Qué pasaría si...?* Corresponde a la actividad 3.1 y además la actividad 3.2 enlazada con la anterior, se pone a prueba el conocimiento previo de él y la estudiante y sus predicciones frente a lo que podría ocurrir en una situación dada (hipótesis). En esta parte se presenta un caso donde se debe explicar y justificar *¿Qué pasaría, si la serpiente tuviese su piel como la de un humano, y no con escamas? ¿Podría desplazarse normalmente como se muestra en un video en el que aparecen serpientes desplazándose por varios medios como arena, tierra sólida y en la selva?* Se hace énfasis en las características que posee la piel de la serpiente.
3. *Profundización del conocimiento*, aquí en la sección de *¿Sabías que?* se pretende que el o la estudiante con la lectura de un segundo documento (Documento 3.2) se interiorice aún más en la piel de la serpiente, sus escamas y da indicios sobre roce anisotrópico.
4. *Exploración. Correspondiente a la actividad 3.3* Con el uso de materiales cotidianos y de bajo costo, como lo son las escobillas de ropa, el trozo de madera y la lija. Se pide a los/las estudiantes que analicen el roce de unos autitos de juguete con ruedas diminutas, que observen la forma en que se desplazan al momento de colocarlos en un plano inclinado, según la posición

en que se encuentran y comenten con sus compañeros sobre un video que le ayudarán a comprender el concepto de anisotropía e isotropía para elaborar un modelo de desplazamiento de la serpiente.

5. *Resolución de problemas.* En esta parte se le requiere al estudiante que exprese mediante un diagrama un modelo que indique la velocidad de la serpiente, y la fuerza de roce presente en su movimiento.
6. *Modelo expresado. Actividad 3.4 “modelando lo aprendido”* En este fragmento se pide al estudiante que modele en un dibujo, las fuerzas presentes en la actividad de los autitos, señalando la diferencia del movimiento según el roce, siendo ubicado el juguete en el plano inclinado de distintas formas como se indica en esta propuesta, agregando la justificación de su respuesta de una manera más científica.
7. *Síntesis.* Para finalizar se recapitula lo visto en las actividades anteriores y se pide al estudiante que explique y fundamente científicamente un modelo simple acerca de cómo afecta el roce al desplazamiento de la serpiente. Para ello, el profesor utilizará una animación que le sirva de ayuda para dicha explicación (Animación “Movimiento serpiente modelo curricular alumno y científico” GeoGebra)

**b.3. Rúbrica propuesta didáctica 3 (Apéndice 4):** se diseñó este instrumento de evaluación para determinar el nivel desarrollado de las mismas competencias PISA (2015) señaladas:

La primera, *Explicar fenómenos científicamente*, se detalla a continuación:

- 1) *Recordar y aplicar su conocimiento científico:* El estudiante aplica los conceptos de Fuerzas (normal, gravitatoria y roce), ondas y relaciona las características de superficies de materiales con el movimiento de objetos y animales.
- 2) *Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones:* El estudiante construye un modelo científico escolar de los efectos de la fuerza de roce en el desplazamiento de la serpiente donde identifica velocidad de traslado, aceleración y fuerzas presentes en su movimiento.
- 3) *Hacer y justificar predicciones apropiadas:* El estudiante con la información científica entregada es capaz de predecir el movimiento cuando está presente

la fricción, la anisotropía e isotropía de los materiales y el desplazamiento de la serpiente, por ejemplo:

- *¿Qué serpiente se mueve primero en un plano inclinado si están posicionadas de distinta forma?*

- 4) *Explicar la posible implicación del conocimiento científico para la sociedad:* El estudiante es capaz de identificar la relevancia de la fricción y la anisotropía de los materiales en la vida cotidiana a través del análisis de diferentes problemáticas del diario vivir, por ejemplo: En el desplazamiento.

La segunda competencia, *Evaluar y diseñar una evaluación científica*

- 1) *Identificar la pregunta exploratoria de un estudio científico dado:* El estudiante identifica situaciones donde un objeto situado en un plano inclinado por sus características geométricas, posee distintas trayectorias al caer, relacionando esto con el concepto de fricción y anisotropía de los materiales.
- 2) *Evaluar la forma de explorar científicamente una determinada pregunta:* El/la estudiante a través de la exploración con el uso de las escobillas sobre un plano inclinado rugoso, evalúa cómo abordar las distintas interrogantes planteadas acerca del desplazamiento de la serpiente, sugiriendo posibles mejoras para la exploración.

La tercera; *Interpretar datos y evidencia científica.*

- 1) *Analizar e interpretar datos y crear apropiadas conclusiones:* El estudiante obtiene, analiza e interpreta todos los datos sobre la fricción en el movimiento y desplazamiento de la serpiente, que le permiten realizar conclusiones acertadas respecto al modelo entregado del desplazamiento ondulatorio de la serpiente.
- 2) *Identificar suposiciones, evidenciar y razonar en textos relacionados con la ciencia:* El estudiante identifica todas las suposiciones planteadas sobre la implicancia de la fricción en la vida cotidiana y en la naturaleza.

**Prueba “Fuerza de Roce” (Apéndice 1):** Esta prueba consta de una serie de preguntas, las cuales están divididas en ítems. El primer ítem, consta de tres preguntas del tipo “complete la frase” con selección múltiple, que están orientadas a evaluar el dominio de conocimientos del estudiante. El siguiente ítem, está conformado por cinco preguntas “verdaderas y falsas”, en las cuales se debe justificar las falsas, en este ítem también se evalúa el dominio de conocimientos. El tercer ítem, corresponde a dos diagramas, en los que se espera que el o la estudiante analice y logre detectar errores, los que debe corregir y justificar. El cuarto ítem, trata de tres ejercicios simples sobre el

uso de fórmulas y cálculo de valores solicitados, cuyas respuestas están dentro de la selección múltiple. El quinto ítem, es una serie de situaciones cotidianas y contextualizadas, en las primeras cinco el o la estudiante debe señalar si el roce es favorable o no para cada situación planteada, y luego otras dos preguntas en que debe identificar cómo el roce está presente en otros dos contextos más, este ítem está diseñado para ver las capacidades de análisis del estudiante y el dominio de conocimientos frente a la vida cotidiana. El último ítem, corresponde a explicar el modelo científico escolar sobre el desplazamiento de la serpiente, cuyo objetivo es ver si el o la estudiante pueden modelarlo.

**Rúbrica evaluación (Apéndice 1):** Bajo los estándares del mismo programa PISA (2015), se diseñó este instrumento de evaluación para determinar el nivel de las competencias de los y las estudiantes, para analizar y resolver diversas problemáticas. Estas habilidades son analizadas en base a un simple ejercicio contextualizado, identificando el grado de dominio del concepto de fuerza, siendo capaz de señalar mediante un dibujo o esquema, las fuerzas presentes en la situación de el “gran mueble”.

La primera competencia: *Explicar fenómenos científicamente*

- 1) *Recordar y aplicar su conocimiento científico:* El estudiante aplica los conceptos de Fuerzas (roce, normal, gravitatoria), superficie anisotrópica y ondas a diferentes problemáticas científicas.
- 2) *Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones:* El estudiante en base a su conocimiento es capaz de construir un modelo científico escolar respecto del desplazamiento de la serpiente, donde identifica la velocidad de traslado, aceleración la fuerza de roce presente en el movimiento de la serpiente.
- 3) *Hacer y justificar predicciones apropiadas:* El estudiante con la información científica entregada es capaz de predecir situaciones cotidianas donde está presente la fricción
- 4) *Explicar la posible implicación del conocimiento científico para la sociedad:* El estudiante es capaz de identificar la relevancia de la fricción en la vida cotidiana a través del análisis de diferentes problemáticas que del diario vivir.

La segunda, *Evaluar y diseñar una evaluación científica*

- 1) *Identificar la pregunta exploratoria de un estudio científico dado:* El estudiante identifica cada problemática presentada acerca de la fricción, las fuerzas que actúan en un cuerpo en un plano horizontal y en un plano inclinado, la

propiedad anisotrópica de los materiales y las características del movimiento ondulatorio..

- 2) *Evaluar la forma de explorar científicamente una determinada pregunta:* El estudiante recuerda en su totalidad las exploraciones científicas realizadas en clases acerca de la fuerza de roce, ondas y movimiento ondulatorio de la serpiente.

Y la tercera, *Interpretar datos y evidencia científica.*

- 1) *Analizar e interpretar datos y crear apropiadas conclusiones:* El estudiante analiza e interpreta datos sobre la fricción en determinadas situaciones, que le permiten realizar conclusiones respecto al movimiento de objetos y de la serpiente.
- 2) *Identificar suposiciones, evidenciar y razonar en textos relacionados con la ciencia:* El estudiante identifica la implicancia de la fricción en la vida cotidiana.

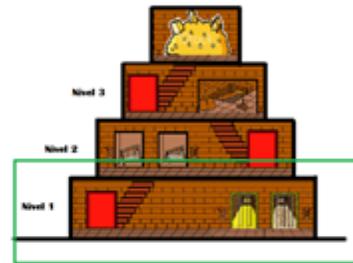
A continuación, se procederá a indicar en las actividades de la propuesta educativa y su correlación con las fases de la Modelización Basada en la Indagación (MBI). Cabe destacar que sólo se señala las fases de la modelización en la propuesta didáctica 1, dado que la estructura de la propuesta didáctica 2 y propuesta didáctica 3 son similares.

Para que las/los estudiantes sientan la necesidad de un modelo se incerta un contexto basado en las características necesarias que debe poseer una superficie para que una serpiente se pueda desplazar. Se presenta una interrogante que da a conocer los conceptos previos de los/las estudiantes.

● **Documento 1.1. “El templo de la serpiente bicéfala: la entrada”**

En el año 470 d.C. Yik'in Chan K'awiil hijo de Jasaw Chan K'awiil, gobernante de Tikal (actual Guatemala) pidió a su padre construir un templo especial, un “Templo de la serpiente” para honrar a los nobles mayas. Este templo debía ser imponente, alto y robusto, digno de nobles guerreros, por lo tanto, estaría lleno de riquezas y trampas para quienes intentarán robar los tesoros. En estas trampas había serpientes.

Se dice, que para la sepultura de Yik'in Chan K'awiil, se elaboraron tres puertas, una en cada nivel del templo, con acertijos para abrirlas, cada una de las soluciones, estarían relacionadas con comprender los efectos de la fuerza de roce en el desplazamiento de la serpiente.



*Figura 1: “Templo de la serpiente: primer nivel”*

En la entrada del templo, correspondiente al primer nivel, había dos puertas, las cuales constaban de 2 **palancas** (1 palanca para cada puerta), donde al accionar una palanca, ésta anularía el efecto de la otra. Cuando se acciona la palanca, se libera una serpiente cerca de cada puerta, la que tratará de llegar a un agujero donde había comida para ella, intentando desplazarse por los caminos que se describirán a continuación. El **objetivo de este nivel era en jalar una palanca según su acertijo, siendo la opción correcta la primera serpiente que llegara a su comida.**

*Los acertijos de las palancas decían así:*

Figura 24: “**MBI Fase 1: Sentir la necesidad de un modelo de la propuesta didáctica 1**”.

Fase 1 de MBI: Sentir la necesidad de un modelo: aquí se presenta una contextualización, junto a una problemática, en la que se aborda un problema científico.

Para que las/los estudiantes expresen su modelo es necesario que predigan y justifiquen en base a su conocimiento distintas situaciones donde se aplica el concepto de estudio.

- 1.1.2 Si los caminos descritos en el Documento 1.1 fuesen inclinados, como en el caso de si fuese un resbalín o una rampa para minusválidos de cemento. ¿Por qué sería más dificultoso en uno? Comenta con tus compañeros y fundamenta la respuesta.

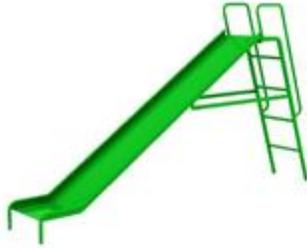


Figura 2: resbalín



Figura 3: Rampa de accesos

- 1.2.2 ¿Qué pasaría si se desea apoyar una escalera en una pared y el suelo estuviese muy limpio y encerado de tal manera de dejarlo muy liso?

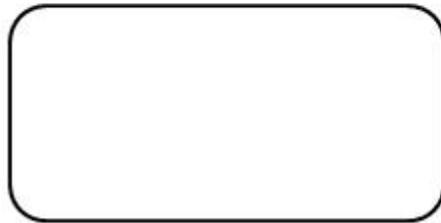


Figura 6: apoyando una escalera

Para comprobar tus predicciones se recomienda ver el siguiente video <https://www.youtube.com/watch?v=VUfqjSeeZng> (Visitado 14/05/2018 a las 16:15 hrs.)

Figura 25: MBI, **Fase 2: Expresar/utilizar el modelo inicial individualmente y Fase 3: Evaluar y/o analizar el grado de ajuste con la realidad**".

Fases 2 y 3 (MBI): Expresan un modelo y evalúa el grado de ajuste con la realidad: Aquí se presenta preguntas de predicciones sobre una problemática, abordan las preguntas usando su modelo inicial, contrastando con lo que sucede en la realidad

Para que las/los estudiantes expresen su modelo es necesario profundizar y formalizar el concepto de estudio.

Para profundizar el conocimiento científico sobre el tema de fuerzas, se sugiere leer el **Documento 1.2.**



#### Documento 1.2.

las fuerzas que interactúan cuando una serpiente no se mueve o está en reposo sobre superficie son:

- La **Fuerza Peso** que corresponde a una fuerza dirigida siempre hacia el centro del planeta, interactúa sobre todos los cuerpos situados cercano al planeta.
- La **Fuerza Normal**: Es la fuerza que ejerce una superficie sobre un cuerpo apoyado en ella; es perpendicular a la superficie.



Figura 26: “MBI, **Fase 4: Revisar y/o sofisticar y mejorar aspectos concretos inadecuados del modelo**”.

Fase 4 (MBI): revisa y mejora aspecto concretos inadecuado del modelo: Aquí, los o las estudiantes profundizan en torno a un conocimiento, mejorando su modelo científico sobre el tema.

Para que las/los estudiantes expresen su modelo es necesario que a través de la exploración, interactúen entre pares y expliquen las interrogantes acerca del concepto de estudio.



### Actividad 1.3 "Identificando Fuerzas, ¿Cómo es el roce en distintas superficies en contacto?"

Figura 10

Identificar las fuerzas que actúan sobre un determinado cuerpo, usando diagramas de cuerpo libre.

Para identificar las fuerzas que interactúan en el desplazamiento de una serpiente, científicos como David Hu (Como se cita en Darbois, s.f.), realizaron experimentos en los que sedaron a una serpiente y la colocaron sobre un plano inclinado para el estudio de la fuerza de roce. Para acercarnos al experimento que realizó este investigador haciendo uso de un plano inclinado y escobillas de ropa (para representar a la serpiente), los invitamos a explorar la relación entre la característica de la superficie y el ángulo mínimo con el que se comienzan a desplazar la escobilla en el plano inclinado, para aproximarnos al concepto de fuerza de roce.



Figura 11: "Experimento DavidHu"

¿Con qué materiales disponemos?

- 1 base de madera con una de sus superficies con lija.
- 1 escobilla de ropa.
- Espejo (pequeño).
- "Medidor de ángulos (digital o transportador o puede ser descargado desde el celular sistema Android" app *Clinometer*).
- Láser para observar la rugosidad de los materiales.

[Sugerencias al docente: Se recomienda explicar cómo utilizar el láser a los y las estudiantes]

Figura 27: "MBI, **Fase 5: Expresar/consensuar un modelo final**"

Fase 5 (MBI): Expresa y consensua un modelo final: Aquí, los estudiantes ponen en práctica el nuevo conocimiento, y los ponen a prueba en una nueva actividad, usando el nuevo modelo científico.

Para que las/los estudiantes expresen su modelo, es necesario que apliquen lo aprendido durante las actividades presentadas anteriormente, relacionando los distintos conceptos abordados, definiendo y representandolos a través de la argumentación, esquemas y dibujos.



Figura 17

### Actividad 1.4 Modelo expresado “Modelando lo aprendido”

Retomando las actividades anteriores **fundamenta con argumentos científicos** lo siguiente:

¿Es importante el roce en la vida cotidiana?

¿Qué pasaría si no existiera el roce?

¿En qué otras situaciones cotidianas, distintas a la actividad del violín y la escalera, se puede evidenciar el roce?

¿En qué situaciones nos favorecemos de la presencia del roce? De al menos 2 ejemplos.

Figura 28: “MBI, **Fase 6: Utilizar el modelo para explicar un nuevo fenómeno**”.

Fase 6: Utiliza modelos para explicar nuevo fenómeno: El estudiante modela el nuevo conocimiento científico, y lo utiliza para responder preguntas relacionadas con el tema, pero en otro contexto.

Además de identificar las fases del MBI, las guías de la propuesta didáctica fueron creadas bajo el enfoque STEAM, describiendo cada sigla en la propuesta de la siguiente manera:

## STEAM

**S** **Ciencias naturales:** Se puede entender como una forma de conocer, observar, experimentar, hacer preguntas y cuestionarse cómo funcionan las cosas.

En gran parte de las actividades de la propuesta se visualiza claramente la ciencia, ya que se está estudiando un concepto físico, el cual es Fuerza de roce y fricción. Para comprenderlo es

necesario observar, experimentar y principalmente cuestionarse cómo funcionan las cosas, lo que es abordado con situaciones acerca de la fuerza de roce, ondas o movimientos ondulatorios, las superficies anisotrópicas y el desplazamiento de la serpiente.

**T Tecnología:** Se puede entender como una forma de hacer o resolver las cosas de un modo creativo haciendo uso de herramientas tecnológicas o relacionándolas con el desarrollo tecnológico.

Para crear hipótesis, experimentar, llegar a una solución y corroborar dichas respuestas, la propuesta es ayudada bajo las animaciones realizadas en GeoGebra y videos, creados y editados para abordar los conceptos físicos de Fuerza de roce, ondulación y desplazamiento serpentino de la serpiente, presentes desde la evaluación diagnóstica hasta la guía n°3, dichos documentos se pueden ver en **Apéndices 1, 2 y 3**. Además del uso de una app para teléfonos que sirve para medir ángulos en la exploración de la Propuesta didáctica 1 ubicada en el **Apéndice 1**.

**E Ingeniería:** Se puede entender como una forma de solucionar problemas creando y diseñando cosas que funcionen, o directamente relacionarlas cómo la ciencia y tecnología ha desarrollado la ingeniería.

Cada propuesta didáctica posee su parte de exploración donde el o la estudiante, a través del uso de materiales, debe crear situaciones que le permitan comprender los conceptos físicos de fuerza de roce, ondulación y sobre el desplazamiento de la serpiente.

**A Artes:** Se puede entender como el conocimiento y la apreciación de distintas manifestaciones artísticas y en el desarrollo de la capacidad creativa y expresiva de los estudiantes por medio del lenguaje visual.

Arte se le llama conjunto de disciplinas o producciones del ser humano realizadas con un fin expresivo para representar diferentes realidades, percepciones y una serie de ideas. Así mismo se puede entender también como la capacidad o habilidad para hacer algo, o como el conjunto de reglas o indicaciones para hacer algo bien. La secuencia didáctica, la cual contempla tres propuestas didácticas correlativas, posee actividades al inicio de cada una de ellas contextualizadas donde el estudiante debe predecir lo que ocurre recreando un aspecto de su realidad. También existe una actividad cuyo fin es que el o la estudiante modele y exprese una visión acerca del mundo, en este caso de un fenómeno físico. Todas las actividades fomentan que los estudiantes compartan sus ideas y percepciones, ya sea, escribiendo, comentando con

sus pares, dibujando, haciendo relaciones entre conceptos, todo frente a situaciones físicas en particular.

**M** **Matemática:** Se puede entender como el cálculo o la matemática que esta en lo que nos rodea día a día.

Los cálculos o la matemática son esenciales para entender la física que existe en nuestra vida cotidiana, contribuye al desarrollo de pensamiento lógico y crítico, autónomo, valorando la matemática a través de las contextualizaciones que se llevan a cabo en la propuesta didáctica. Dichas actividades fomentan en el o la estudiante la argumentación, el modelamiento, y la comunicación. Más aún si la matemática está integrada en otras ciencias.

En resumen el STEAM presente en las actividades de la propuesta didáctica contempla experiencias que permiten a los y las estudiantes observar, experimentar, realizar preguntas, identificar y resolver problemas y crear modelos, todo ello enfocado a un aprendizaje que combina más de una disciplina de estudio, relacionando la matemática, la física, la ingeniería, la tecnología, la biología (en este caso, por el estudio de la piel de la serpiente).

Ahora bien, analizando la propuesta en función de las fases del ABC, **fase de iniciación, fase de aprendizaje, fase de desarrollo y fase de profundización** son observables en las siguientes actividades de las guías:

1. **Fase de iniciación en la propuesta didáctica:** Fase donde se identifica la importancia de la situación y se relaciona con el conocimiento previo de los y las estudiantes, situaciones y preguntas realizadas al inicio de cada guía.

• Documento 1.1. “El templo de la serpiente bicéfala: la entrada”

En el año 470 d.C. Yik'in Chan K'awiil hijo de Jasaw Chan K'awiil, gobernante de Tikal (actual Guatemala) pidió a su padre construir un templo especial, un “Templo de la serpiente” para honrar a los nobles mayas. Este templo debía ser imponente, alto y robusto, digno de nobles guerreros, por lo tanto, estaría lleno de riquezas y trampas para quienes intentarán robar los tesoros. En estas trampas había serpientes.

Se dice, que para la sepultura de Yik'in Chan K'awiil, se elaboraron tres puertas, una en cada nivel del templo, con acertijos para abrirlas, cada una de las soluciones, estarían relacionadas con comprender los efectos de la fuerza de roce en el desplazamiento de la serpiente.

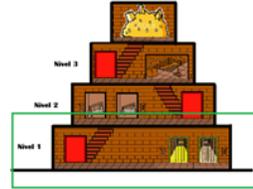


Figura 1: “Templo de la serpiente: primer nivel”

En la entrada del templo, correspondiente al primer nivel, había dos puertas, las cuales constaban de 2 **palancas** (1 palanca para cada puerta), donde al accionar una palanca, ésta anularía el efecto de la otra. Cuando se acciona la palanca, se libera una serpiente cerca de cada puerta, la que tratará de llegar a un agujero donde había comida para ella, intentando desplazarse por los caminos que se describirán a continuación. El objetivo de este nivel era en **jalar una palanca según su acertijo**, siendo la opción correcta la primera serpiente que llegara a su comida.

Figura 29: “parte introductoria propuesta didáctica 1”

• Documento 2.1. “El templo de la serpiente: segundo nivel”

En el templo de la serpiente bicéfala, donde estaban todas las riquezas del rey maya, estaba lleno de trampas para proteger el tesoro. Para poder acceder a él, es necesario superar algunos acertijos, que estaban relacionados con serpientes. Tras superar el acertijo de la entrada o primer nivel, se presenta el acertijo del **segundo nivel**, que consta de **dos mecanismos de péndulos** separados en **mecanismo de la derecha (MD)** y **mecanismo de la izquierda (MI)**. Ambos mecanismos poseen una seguidilla de bolas colgantes.

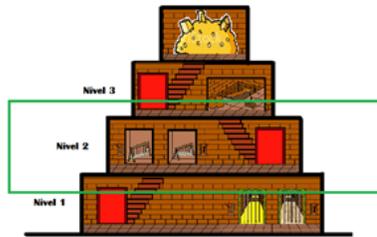


Figura 1: “Templo de la serpiente: segundo nivel”

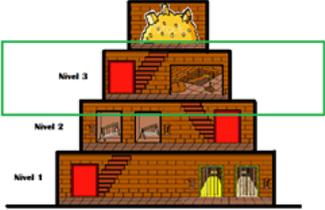
En el **mecanismo de la izquierda**, los péndulos tienen todos el mismo largo, y al mover un péndulo, éste golpearía al péndulo siguiente y así sucesivamente (Figura 1)

En el **mecanismo de la derecha**, el largo de los péndulos varía en forma decreciente de tal manera que, al soltar los péndulos simultáneamente y perpendicularmente a las posiciones de equilibrio de éstos, se mueven en conjunto describiendo una onda. (Figura 2)

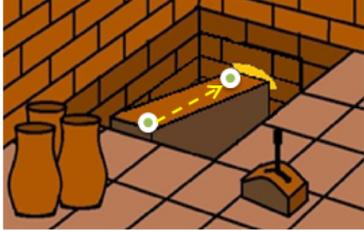
Figura 30: “parte introductoria propuesta didáctica 2”

### Documento 3.1. "El tercer Nivel del templo"

El templo de la serpiente, tras superar los primeros niveles, el tercer y último nivel lleva directamente a la cámara donde se encuentran las riquezas del rey serpiente. Aquí, para abrir la puerta y llegar al tesoro, es necesario que una barra rectangular recorra un camino inclinado y caiga en un lugar específico, pasando por unas partes marcadas de color. En el lugar, solo se cuentan con vasijas, llenas con barras de dos tipos de texturas (Figura 2). Un tipo de barra es del todo lisa, mientras que la otra barra presenta pequeños pliegues orientados en una dirección.



La ayuda del templo decía que: una barra sin importar como se posicione en una superficie inclinada, siempre llegará al mismo punto; en cambio el otro tipo de barra, dependiendo de cómo se posicione en una superficie inclinada, cambiará su punto de llegada. Un verdadero fiel y conocedor de las serpientes, sabe que la piel de ellas, es la clave para este desafío.



**Figura 1: "Templo de la serpiente: Tercer nivel"**

**Figura 2: "El camino de la serpiente"**

*Figura 31: "parte introductoria propuesta didáctica 3"*

- 2. Fase de aprendizaje en la propuesta didáctica:** Fase donde existe una instancia de discusión entre los y las estudiantes, preguntas que permiten que ellos y ellas adquieran el conocimiento científico, en dichas preguntas de las actividades se les pide a los y las estudiantes que comenten, describan y expliquen con sus compañeros una situación dada.

**Ejemplo** de situación donde se pide el trabajo colaborativo entre estudiantes en la propuesta didáctica 1

Si fueras un buscador(a) de tesoros y te adentraras con tu grupo a encontrar las riquezas del rey. ¿Qué camino elegirían si desean ser los primeros en llegar al otro extremo y por qué? **Fundamenta con argumentos científicos tu respuesta.**


**Actividad 1.1 ¿Qué pasaría si...?**

1.1.1 Una serpiente intenta desplazarse o avanzar sobre una tela de seda. Comenta con tus compañeros y compañeras. **Fundamenta con argumentos científicos tu respuesta.**

+	

**Figura 32:** “parte discusión propuesta didáctica 1”

**Ejemplo** de situación donde se pide el trabajo colaborativo entre estudiantes en la propuesta didáctica 2.

**¿Cómo lo haremos?**

Te invitamos a que junto con 3 o 4 compañeros, leer el documento 2.1, que es la continuación de la descripción del templo de la serpiente. Adéntrate en la aventura y logra explicar detalladamente cuál es la forma más conocida en que se mueve naturalmente la serpiente en terrenos horizontales.

**Figura 33:** “parte discusión propuesta didáctica 2”

**Ejemplo** de situación donde se pide el trabajo colaborativo entre estudiantes en la propuesta didáctica 3.

Luego compare junto a tus compañeros la dispersión de la luz del láser en cada material.


**Figura 34:** “parte discusión propuesta didáctica 1”

3. **Fase de desarrollo en la propuesta didáctica:** Fase donde los y las estudiantes se involucran con el concepto físico de Fuerza de roce, ondulación y anisotropía, en base a actividades significativas.

**Ejemplo** de actividades donde los y las estudiantes deben aplicar el conocimiento del concepto físico de fuerza de roce, para responder la problemática planteada en la propuesta didáctica 1.

Ustedes como investigadores, junto a tus compañeros y profesor, determinen científicamente cuál de las opciones de caminos del templo del documento 1.1 favorece el desplazamiento de la serpiente, para ello, te desafiamos a determinar cuál es el valor de la fuerza de roce, utilizando la siguiente expresión matemática:

$$F_r = \mu N$$

Dónde: -  $F_r$ : es el módulo de la **fuerza de roce**.

-  $\mu$ : es un valor sin unidades de medidas que se genera en contacto de materiales específicos.

-  $N$ : Corresponde al módulo de la **fuerza normal** que es equivalente a la **fuerza peso** en un plano totalmente horizontal.

**Figura 35:** “Integrando un concepto físico, propuesta didáctica 1”

**Ejemplo** de actividades donde los y las estudiantes deben aplicar el conocimiento del concepto físico de ondulación, para responder la problemática planteada en la propuesta didáctica 2.

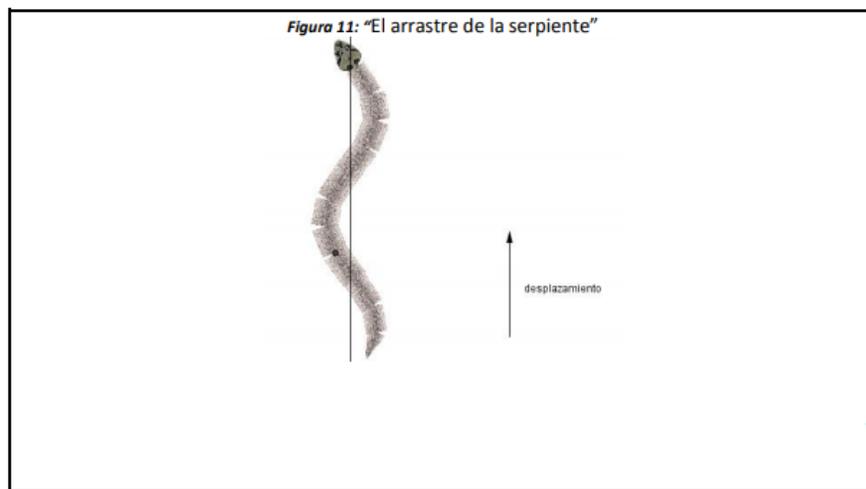
- 2.3.1 Indique mediante el diagrama de una onda, a qué se refiere la amplitud y longitud de onda, Nodos y Antinodos (Tenga en consideración el documento 2.3 que aparecen bajo el cuadro).



**Figura 36:** “Integrando un concepto físico, propuesta didáctica 2”

**Ejemplo** de actividades donde los y las estudiantes deben aplicar el conocimiento del concepto físico de anisotropía, para responder la problemática planteada en la propuesta didáctica 3.

3.3.5 Sabemos que la serpiente viaja en forma de una onda y al tomar una sección de ella, ésta puede asemejar a una escobilla de ropa (diferencia de roce respecto de su posición) trabajadas anteriormente (recordar anisotropía). Además, sabemos que no puede desplazarse hacia atrás, ya que su estructura no lo permite y tampoco lo puede hacer si el roce es mínimo o muy alto. Elabore un diagrama que muestre la de velocidad de traslado y la fuerza de roce (dos o más) en de un trozo serpiente mientras esta se desliza en movimiento serpentino. Guíese por el siguiente dibujo.



*Figura 37: "Integrando un concepto físico, propuesta didáctica 3"*

4. **Fase de profundización en la propuesta didáctica:** Fase donde el aprendizaje es valorado por los y las estudiantes para una mejor comprensión de la situación contextual.

**Ejemplo** de actividades donde los y las estudiantes deben expresar el conocimiento aprendido del concepto físico de Fuerza de roce, en la propuesta didáctica 1.



Figura 17

### Actividad 1.4 Modelo expresado “Modelando lo aprendido”



Retomando las actividades anteriores **fundamenta con argumentos científicos** lo siguiente:

¿Es importante el roce en la vida cotidiana?

¿Qué pasaría si no existiera el roce?

¿En qué otras situaciones cotidianas, distintas a la actividad del violín y la escalera, se puede evidenciar el roce?

**Figura 38:** “Profundización del contenido, propuesta didáctica 1”

**Ejemplo** de actividades donde los y las estudiantes deben expresar el conocimiento aprendido del concepto físico de Ondulación, en la propuesta didáctica 2



Figura 8

### Actividad 2.4 Modelo expresado “Modelando lo aprendido”

2.4.1 Te invitamos a que representes, mediante un esquema, una serpiente que se desplaza como una onda transversal e indicando las partes de la onda en ella (nodos, antinodos, amplitud, longitud de onda)



**Figura 39:** “Profundización del contenido, propuesta didáctica 2”

**Ejemplo** de actividades donde los y las estudiantes deben expresar el conocimiento aprendido del concepto físico de anisotropía, en la propuesta didáctica 3.



**Actividad 3.4 Modelo expresado “Modelando lo aprendido”**

Figura 12

Te desafiamos a que models a través de diagramas las fuerzas que interactúan en la serpiente <sup>□</sup> sobre el plano inclinado, para cada caso, distinguiendo las fuerzas de roces que están presentes.

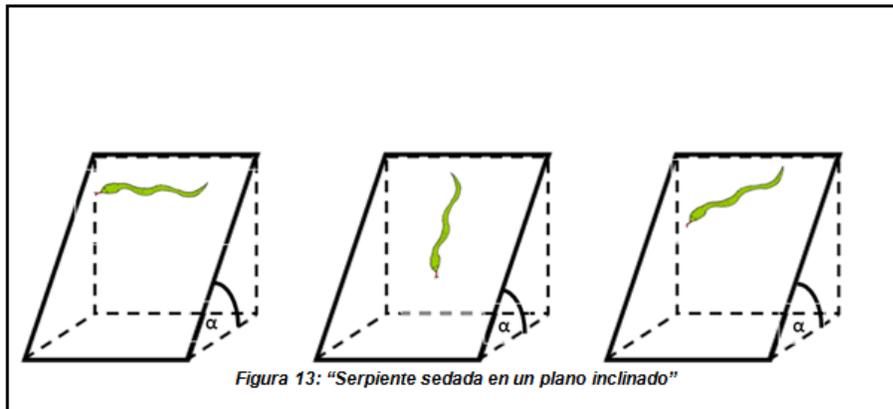


Figura 13: “Serpiente sedada en un plano inclinado”

Figura 40: “Profundización del contenido, propuesta didáctica 3”

## Capítulo V: Análisis de Resultados.

En este capítulo, se abordan los cambios realizados en el desarrollo de la propuesta didáctica de este SdeG a la luz de sus aplicaciones de “implementación piloto”, “segunda implementación” y la opinión de expertos provenientes del mundo escolar y universitario.

### 5.1 Primera creación de la propuesta didáctica.

En sus inicios, la propuesta didáctica constaba de una serie de cuatro guías, cuyo objetivo era abordar los conceptos de rugosidad, fuerza de roce, ondas y el modelo científico del desplazamiento de la serpiente. Cada recurso didáctico estaba diseñado con actividades para que el estudiante comprendiera, mediante la indagación, sólo uno de los conceptos mencionados, y de manera independiente sin su interrelación. La última guía, en cambio, los relacionaba para estudiar el movimiento que realiza la serpiente al desplazarse.

Estas cuatro guías creados, fueron implementados a un grupo “piloto” reducido de personas de diversas edades de 13 a 25 años, con la intención de analizar la coherencia, el tiempo para su desarrollo, el aprendizaje del concepto de fricción y la relación que estas generan para explicar el movimiento de la serpiente. La descripción y resultados de esta implementación se presentan a continuación.

#### 5.1.1 Primera implementación y resultados.

La implementación fue realizada a 15 personas de diversos grupos etarios de entre 13 a 25 años, con el fin de que la propuesta fuera comprendida por cualquier persona, independiente de su edad y nivel de estudio. De los comentarios recibidos de quienes participaron en esta implementación piloto, se dedujo que la primera guía correspondiente al concepto de rugosidad, era redundante y de escasa importancia por la obviedad del tema, además de poco atractivo. Asimismo, parte de las actividades del resto de las guías también fueron catalogadas como innecesarias, por su falta de coherencia o de importancia para lo que este SdeG propone como objetivo de aprendizaje. Otro elemento importante a destacar, es que las guías al ser independientes cada una de las otras, faltaba un contexto que entrelazara todo el material y permitiera a los estudiantes comprender los efectos de la fuerza de roce en el desplazamiento de la serpiente.

#### 5.1.2 Primera optimización.

Tras los resultados obtenidos, se llegó a la conclusión de eliminar de la propuesta didáctica la primera guía, referente a rugosidad, integrando partes de ella en la guía siguiente, correspondiente a la de Fuerza de Roce, y eliminando preguntas o cambiando actividades del resto del material didáctico acorde a lo necesario para enseñar el concepto de roce a través del modelo de desplazamiento de la serpiente. Además, para dar un enfoque más constructivista,

se cambió el lenguaje ya no se hablaría de “guías”, sino de “propuestas didácticas”. Las nuevas propuestas didácticas serían tres y corresponderían a los conceptos de Fuerza de Roce, Ondas y Movimiento Serpentino respectivamente. También se consideró cambiar el contexto de todas, para reemplazarlas por algo más relacionado a la serpiente y que a la vez, cada propuesta tuviese conexión la una con la otra.

## 5.2 Propuesta didáctica modificada.

Una vez realizada la primera modificación, se preparó la nueva propuesta didáctica que consta de tres partes. Cada parte elaborada con una serie de actividades indagatorias para el desarrollo del estudiante incluyendo el uso de TICs, contextualizadas bajo una historia inventada sobre unas ruinas verídicas del antiguo imperio Maya. Las propuestas cuentan con actividades exploratorias con elementos comunes de la vida cotidiana con los cuales experimentar y analizar, donde – los estudiantes principalmente conformando grupos de trabajo colaborativos - deben realizar predicciones, describir y señalar conceptos para llegar a un modelo propio del concepto tratado en cada parte de la propuesta.

### 5.2.1 Segunda implementación y resultados.

Esta implementación fue aplicada en un curso de 7mo básico de un colegio de bajos recursos situado en la comuna de San Bernardo, en el cual el curso cuenta con 45 estudiantes de 13 a 11 años de edad. Se trabajó con la primera parte la cual trata de fuerza de roce, sin poder implementar la de onda y movimiento serpentino. Esto debido a que la propuesta se excedió de lo planeado, faltando tiempo para lograr pasar el contenido de ondas.

### 5.2.2 Segunda optimización.

En un inicio se consideró emplear 45 min. por propuesta, y debido a esto es que se tuvo que acortar el material didáctico, quitando algunas preguntas que apuntaban al mismo concepto, reduciendo actividades, dejando lo esencial y sirviendo de modelo para efectuar cambios en las demás propuestas.

### 5.2.3 Validación por expertos

Para analizar de manera confidencial los datos de las encuestas realizadas a los diferentes expertos, se decide identificarlos dependiendo de su lugar de trabajo, dividiéndolos en 3 clases:

**An** = Docentes que ejercen sólo en Colegios.

**Bn**= Docentes que ejercen tanto en Colegios y en nivel Superior.

**Cn**= Docentes que ejercen sólo en nivel Superior.

Siendo el instrumento de evaluación una encuesta semi estructurada, conformada por preguntas cerradas con escala “likert” simplificada a solo cuatro valoraciones (Muy de acuerdo, acuerdo, desacuerdo y muy en desacuerdo) y preguntas abiertas, para obtener un feedback acerca de las observaciones y sugerencias que pueden aportar los expertos al mejoramiento de la misma.

#### 5.2.3.1 Síntesis y análisis preguntas cerradas

Para el desarrollo de esta encuesta de preguntas cerradas, se indican las siguientes instrucciones:

*“En las tablas para evaluar la propuesta, usted encontrará una serie de indicadores con frases afirmativas, las cuales usted, como evaluador de la propuesta, deberá valorar según la siguiente escala:*

Valoración	
4	Completamente de acuerdo
3	De acuerdo
2	En desacuerdo
1	Completamente en desacuerdo

Tabla 1: Valores de medición

*Marque con una X en el recuadro de valoración según criterio de conformidad para cada indicador.”*

Para la elaboración de la encuesta a expertos para preguntas cerradas, se consideraron a evaluar 4 categorías con 3 subcategorías para cada una de ellas, que son las siguientes:

- 1) **Redacción y estructura:** Se evalúa el diseño de la propuesta didáctica contemplando subcategorías que se presentan como aseveraciones.
  - 1.1 **Redacción:** La redacción de las actividades es clara y sencilla, respetando una buena ortografía.
  - 1.2 **Vocabulario científico:** El vocabulario científico utilizado es apropiado y entendible para el desarrollo de la propuesta.
  - 1.3 **Estructura:** La distribución de enunciados, textos e imágenes de la guía, es atrayente al lector.
  
- 2) **Uso de recursos:** Se evalúan los diversos recursos didácticos empleados tanto los como los recursos materiales como los digitales. Además se evalúa el tiempo de desarrollo de las mismas.
  - 2.1 **Tiempo propuesto:** El tiempo propuesto para el desarrollo de la guía es el suficiente para realizarla.
  - 2.2 **Recurso digital:** El uso de material visual (videos, animaciones GeoGebra), favorece la explicación de situaciones y actividades planteadas.
  - 2.3 **Recurso material:** Los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades son accesibles.
  
- 3) **Contenido:** En esta categoría se hace alusión a las actividades y sugerencias en base al contenido que se desea abordar, considerando:
  - 3.1 **Sugerencias al docente:** las sugerencias al docente son suficientes para comprender el desarrollo de la propuesta y la manera en que debe ser abordada.
  - 3.2 **Dificultad:** Las actividades de la guía presentan una dificultad acorde para el desarrollo del aprendizaje de él o la estudiante.
  - 3.3 **Número de actividades:** La cantidad de actividades son suficientes para abordar satisfactoriamente el concepto que se desea tratar.
  
- 4) **Desarrollo de Habilidades:** En esta categoría, se busca evaluar el potencial de la propuesta para desarrollar ciertas habilidades de los estudiantes, mediante la ejecución de esta propuesta, de las cuales se consideran:
  - 4.1 **Trabajo en equipo:** las actividades en general, permiten un trabajo colaborativo adecuado para el aprendizaje.
  - 4.2 **Pensamiento científico:** Las actividades en general, fomentan el pensamiento

científico (**predicción, argumentación, alfabetización, modelación**).

4.3 **Situar en otros contextos:** Esta propuesta permite contextualizar el contenido a otras situaciones cotidianas

Una vez recopilados los datos, se agrupan por clases (Docentes que ejercen sólo en Colegios (An), Docentes que ejercen tanto en Colegios y en nivel Superior (Bn) y Docentes que ejercen sólo en nivel Superior (Cn).). Dichos datos se tabulan y se considera el porcentaje de aprobación, obteniéndose de la siguiente manera:

De esta manera para la síntesis y análisis de estos datos se facilita, dándonos una visión general y detallada del grado de aprobación de la propuesta según las categorías y subcategorías anteriormente enunciadas.

Además, para un mayor análisis, se da a conocer el porcentaje de aprobación de cada subcategoría para cada propuesta didáctica de forma detallada, como se muestra en el siguiente esquema:

**“Porcentajes de aprobación para cada categoría y subcategoría de la Propuesta didáctica según An.”**

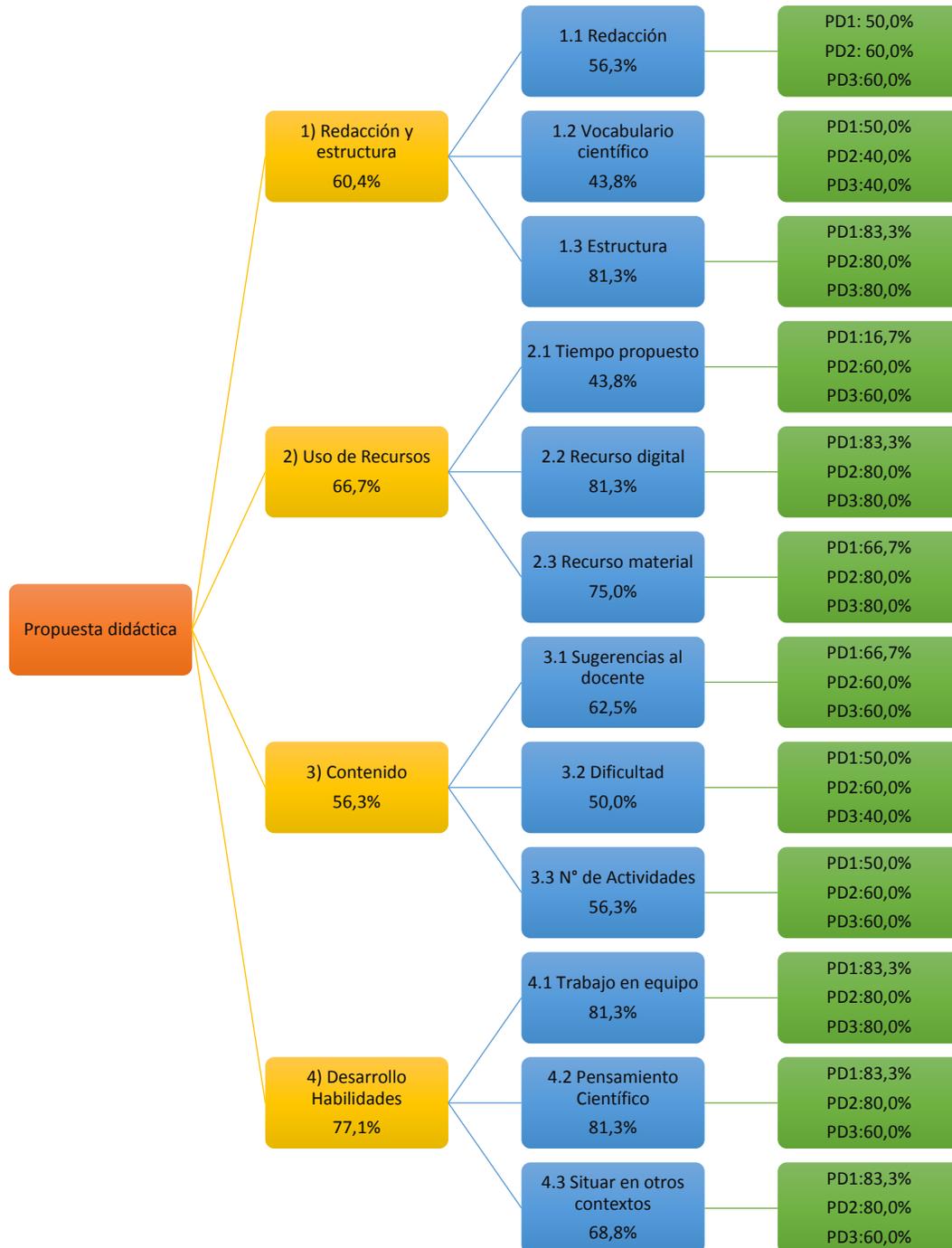


Figura 41: Porcentajes de aprobación para cada categoría y subcategoría de la Propuesta didáctica según An

\*Donde: PD1 corresponde a Propuesta didáctica 1, PD2 a Propuesta didáctica 2 y PD3 a propuesta didáctica 3.

De la siguiente representación obtenida de los An, es decir de docentes que ejercen sólo en colegios, se puede observar que en su totalidad, la propuesta obtuvo un grado de aprobación mayor al 50% en todas sus categorías, pero cabe destacar, que los principales déficit se presentan en las subcategorías del “Vocabulario científico” y “Tiempo propuesto” siendo principalmente desaprobado el tiempo en la PD1, con tan solo un 16,7% de aprobación. Además Subcategorías como la “Redacción”, “Dificultad” y “Número de actividades” bordean la aprobación del 50%, siendo áreas de las cuales también se deben considerar para la mejora general de la propuesta didáctica.

Sin embargo, valoran y resaltan la “Estructura” de la propuesta didáctica, el o los “recursos digitales”, que permite el “trabajo en equipo” y desarrollar competencias relacionadas con el “pensamiento científico”, con un gran logro de aprobación superando el 80%.

Ahora bien, considerando la opinión de dos de los expertos<sup>1</sup>, quienes sólo analizaron las dos primeras propuestas, sus opiniones se contradicen especialmente en lo que se refiere a Redacción”, “Estructura” y “Contenido”, sin embargo concuerdan en el “Recurso Digital” y “Recurso material”, como elementos positivos de esta propuesta, coincidiendo con los resultados de An. Cabe destacar que la subcategoría “Tiempo propuesto”, ambos grupos la consideran insuficiente de lograr en el tiempo propuesto.

El análisis efectuado por C1 (docente educación terciaria) valora positivamente la primera y segunda propuesta pero en cambio, la tercera, le preocupa la redacción porque dificulta la comprensión de las actividades. En cambio el análisis efectuado por C2, al no comprender el objetivo de este seminario, por el uso de la serpiente como recurso didáctico y la necesidad de abordar conceptos como “ondas” es que la evaluación de la propuesta obtuvo mayores críticas.

Sin embargo, del análisis de los tres grupos de expertos, que suman un total de 9, coinciden en valorar positivamente los recursos materiales y digitales utilizados, y también en señalar que es insuficiente el tiempo asignado y que en algunas actividades existe problema de redacción.

---

<sup>1</sup> B1 (docente de educación secundaria y terciaria) y C1 (docente de educación terciaria).

### 5.2.3.2 Síntesis y análisis preguntas abiertas

A continuación, se procede a sintetizar los resultados obtenidos de la sección de preguntas abiertas de la encuesta a expertos, escritas textualmente:

Categorías	Valoración Positiva	Valoración Negativa
<b>Secuencia didáctica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Diferentes actividades que refuerzan el contenido.</i></li> <li>✓ <i>Lúdico, concreta y atrayente.</i></li> <li>✓ <i>Actividades prácticas.</i></li> <li>✓ <i>Trabajo basado en experimentación.</i></li> <li>✓ <i>Intervención entre alumnos donde pueden compartir y reflexionar ideas.</i></li> <li>✓ <i>Fomenta el trabajo en equipos.</i></li> <li>✓ <i>Fomenta instancias de opinión, análisis y trabajo científico.</i></li> <li>✓ <i>Se distinguen los tres momentos claves de la clase (inicio, desarrollo y cierre).</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>× <i>alumnos no son independientes para trabajar y necesitan siempre de la guía del docente.</i></li> <li>× <i>Continuidad de la secuencia didáctica</i></li> <li>× <i>Falta de preguntas previas al contenido</i></li> <li>× <i>Complejidad de la secuencia.</i></li> <li>× <i>Falta instancias de retroalimentación entre grupos de trabajo.</i></li> <li>× <i>secuencia propiciada para docentes y no estudiantes</i></li> <li>× <i>extensa.</i></li> <li>× <i>Falta asignación de tiempo para cada actividad.</i></li> </ul>
<b>Uso de recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>diversos recursos en diferentes actividades que refuerzan el contenido.</i></li> <li>✓ <i>Cantidad de recursos didácticos.</i></li> <li>✓ <i>Utilización de materiales cotidianos</i></li> <li>✓ <i>La utilización de los recursos permite simular el fenómeno de estudio.</i></li> <li>✓ <i>Imágenes apropiadas</i></li> <li>✓ <i>Videos que apoyan las predicciones de los estudiantes.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>× <i>La utilización de nuevos recursos complejiza el concepto de estudio.</i></li> <li>× <i>Tiempo empleado insuficiente</i></li> <li>× <i>Videos estén en español.</i></li> <li>× <i>Todos los establecimientos educacionales no poseen salas que cuenten con implementación para utilizar los recursos de la propuesta.</i></li> <li>× <i>Tener en cuenta la nitidez de las imágenes que están presentes en el material entregado a los estudiantes.</i></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>claridad en el concepto y</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>× <i>Experimentos complejos y que</i></li> </ul>

<b>Contenido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ aplicaciones.</li> <li>✓ Bien planteado y ejemplificado.</li> <li>✓ Documento de apoyo es preciso y complementario para las actividades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>confunden.</li> <li>✗ Es necesario explicación del docente por uso de lenguaje complejo.</li> <li>✗ Falta de glosario de conceptos técnicos.</li> <li>✗ Complementar actividad.</li> <li>✗ Contenido complejo.</li> <li>✗ Exceso de contenido.</li> </ul>
<b>Contextualización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ que un concepto abstracto es fundamental para el aprendizaje significativo y aplican conocimientos técnicos a los quehaceres diarios.</li> <li>✓ Aplicación de los contenidos</li> <li>✓ Es fácil de aplicar a la vida cotidiana y es más fácil hacer relaciones.</li> <li>✓ Contextualización entretenida y motivadora</li> <li>✓ Contexto llamativo que utiliza cosas familiares con los estudiantes.</li> <li>✓ Introducción interesante.</li> <li>✓ Concepto que presenta plasticidad didáctica.</li> <li>✓ Propuesta llamativa y novedosa.</li> <li>✓ Buen uso de la serpiente facilita modelar y deja de ser tan abstracto el contenido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Contexto inusual para el estudiante.</li> <li>✗ falta de conocimiento matemático.</li> </ul>
<b>Redacción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ lenguaje acorde al nivel de trabajo.</li> <li>✓ Indicaciones claras y fáciles de realizar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Uso de palabras rebuscadas en las introducciones</li> <li>✗ Introducción muy extensa</li> <li>✗ Lenguaje científico complejo</li> <li>✗ Redacción compleja de las introducciones</li> <li>✗ Propuesta extensa</li> </ul>

Tabla 2: Resumen preguntas abiertas”

En resumen, los resultados obtenidos por los An, destacando lo positivo y lo negativo de la propuesta didáctica puede verse en la siguiente figura.

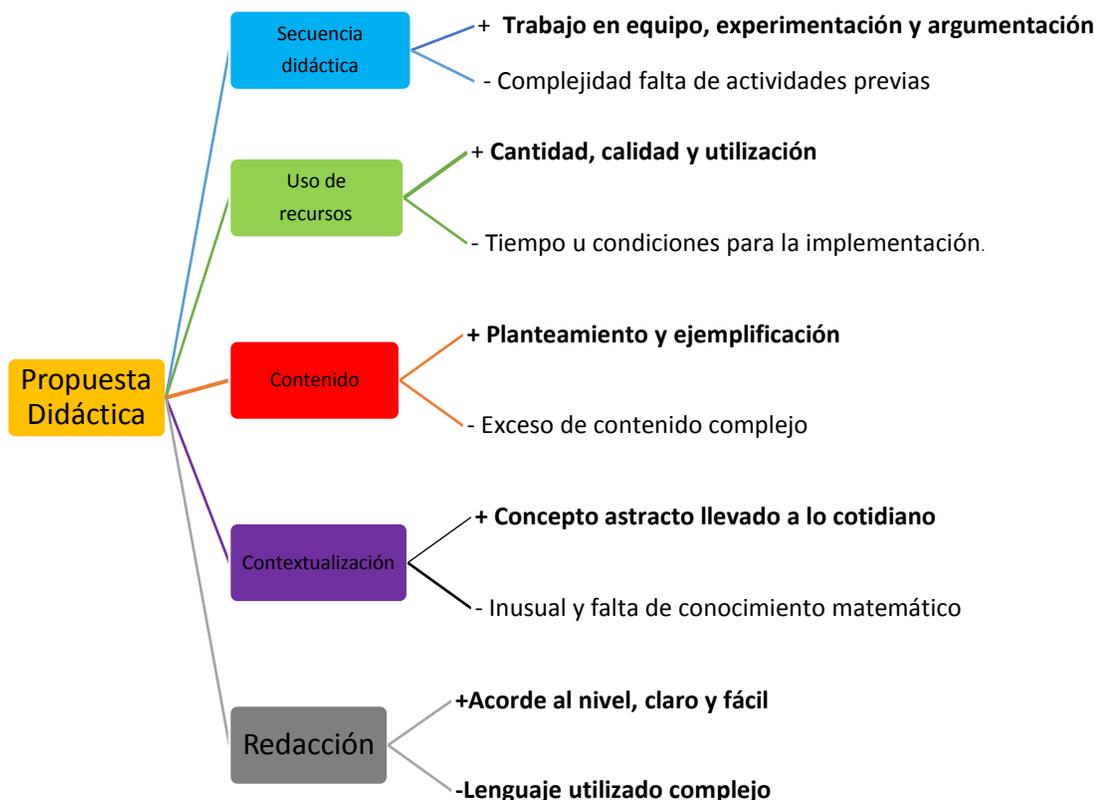


Figura 42: Análisis categorías

Las respuestas obtenidas por el experto en colegios y en el nivel superior (B1) se suma a las observaciones, comentarios y sugerencias de los docentes (An), pero destacando más las deficiencias que la propuesta posee, señala que el contenido debió ser más potente, declarativo y claro, el tiempo empleado no es el correcto, la propuesta carece de instancias de discusión, los recursos deben ser utilizados de una mejor manera y existe una necesidad de formalizar el contenido. Pese a lo anterior, la propuesta es considerada interesante, si se tiene un apoyo conceptual básico y su secuencia pedagógica es adecuada.

La respuesta obtenida por el docente en nivel superior (C1) respecto a la propuesta didáctica 1, señala que: se debe enfatizar coloquialmente el concepto de fuerza, los recursos permiten facilitar el aprendizaje del contenido que es complicado, *“Las actividades propuestas son realizables sin gran dificultad (...) los estudiantes deben ser monitoreados constantemente por*

*su profesor*”. En la propuesta didáctica 2, en general, le parece una propuesta “*buenas y factibles para realizar para incorporar un concepto bastante complejo como las ondas*” que requiere de apoyo conceptual básico. Lo que presentó dificultad a C1, es la propuesta didáctica 3, la cual no le queda del todo clara por la redacción, la falta de formalización de contenido, las condiciones de los elementos usados en las preguntas como por ejemplo las características que poseen la rueda de los autitos y no tiene claro algunas sugerencias al docente. Por otra parte C2, al no comprender el objetivo de este seminario, por el uso de la serpiente como recurso didáctico y la necesidad de abordar conceptos como “ondas” es que la evaluación de la propuesta obtuvo mayores críticas, señalando problemas en la redacción, material audiovisual, videos que no se encuentran en español.

### 5.2.3.3 Síntesis y análisis a preguntas abiertas generales hechas a expertos

Las respuestas de los docentes, respecto a los siguientes puntos señalan que:

**La Propuesta es adecuada para abordar el objetivo de este SdeG.** Para los docentes An, es pertinente, podría abordarse de otra forma aumentando los tiempos, se logra con la contextualización del contenido. El docente C1 después de haber analizado cada propuesta se le pregunta acerca de si éstas son adecuadas para abordar el objetivo de este SdeG, a la cual responde que *“La secuencia de las propuestas están adecuadas, pero afinaría un poco más la propuesta didáctica 3”*. Además C2, expone que: *“En el diseño de las actividades, no queda clara la importancia de trabajar colaborativamente o individualmente...en ese sentido, las Clases Demostrativas Interactivas permiten organizar muy bien en qué momento el alumno realiza una predicción individual, cuándo socializa sus predicciones o conclusiones con su grupo, y cuándo se realizan las puestas en común a nivel de curso.”*

**El Recurso didáctico de la serpiente permite analizar los efectos del roce en el movimiento:** los An responden que, esto se permite de varias maneras, destacando las particularidades de la serpiente en el movimiento, esto debe ser realizado en un tiempo más extenso. Este recurso dependerá de la implementación con la que cuenten los establecimientos. Respecto a la utilización de recursos didácticos C1 cree *“que el movimiento serpentino es de difícil comprensión, pero con apoyo claro del docente en las sugerencias a las actividades, es posible que los niños/as de 7°E.B puedan asimilarlo”*.

**Permitiría derribar la concepción alternativa de la propuesta.** Los An responden que esta concepción es derribada a partir de la propuesta didáctica 1, desde distintas perspectivas, puede ser abstracto, pero si el docente guía de un buen modo a los estudiantes, éstos pueden

llegar a la conclusión. En esta pregunta, C1 dice que el roce se opone al movimiento”, donde responde: “*Sí, esta propuesta sería capaz de derribar el concepto de “el roce se opone al mov.”* Destaca además que es “*valorable las propuestas y su orden*”.

**Permite al estudiante aproximarse al modelo científico escolar.** La mayoría An concuerda que la animación en GeoGebra permite visualizar claramente el desplazamiento de la serpiente por su movimiento ondulatorio. Además, C1 destaca que “*La propuesta tiene el diseño de un trabajo que tiende a la conformación del método científico*”, a ello se agrega que la propuesta provee evidencias que explican los efectos de la fuerza de roce en situaciones cotidianas.

**Permite experimentar en base a evidencias que explican los efectos de la fuerza de roce en otras situaciones cotidianas.** Aquí, tanto los An como C1 coinciden en que Las actividades generan que el estudiante relacione el fenómeno de estudio con otras situaciones cotidianas, observaciones de las cuales C2 destaca la utilización de escobillas para la experimentación. Se recomienda que el docente ayude a analizar otras situaciones

Después de haber analizado los resultados de las respuestas de los expertos con sus sugerencias y observaciones, se concluye que los siguientes cambios son necesarios para optimizar la propuesta didáctica:

- Cambiar la redacción de los textos de introducción de las tres propuestas (Documento 1.1, Documento 2.1 y Documento 3.1)



• *Figura 43: Mejora propuesta didáctica 1*

- Aumentar el tiempo de la PD1 de 70 min. a 90 min. (dos horas pedagógicas), y se asignó a las tres propuestas, tiempos a cada actividad.

## Conclusiones.

Las conclusiones de este SdeG provienen, en primer lugar, del análisis de los objetivos y preguntas planteadas en él, tomando en cuenta su nivel de logro, para posteriormente, reflexionar acerca de las opiniones, observaciones y sugerencias de los expertos, que permitieron optimizar la secuencia didáctica.

A la luz de lo anterior, se dan a conocer las reflexiones finales profesionales que surgieron durante el proceso de elaboración de la propuesta educativa y, se finaliza con una posible proyección de la misma.

## Cumplimiento de objetivos.

En el Capítulo I, correspondiente a Antecedentes, se dan a conocer las preguntas que dieron origen al objetivo general y específicos, los cuales marcan la línea de trabajo del SdeG.

El objetivo general se considera que se cumplió en su totalidad, puesto que se propuso *“crear una propuesta educativa contextualizada para 7ºE.B. para enseñar el concepto de fricción utilizando, bajo el enfoque Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática (STEAM) y haciendo uso de la contextualización, además del uso de la metodología de la Modelización Basada en la Indagación (MBI), usando como contexto el modelo de desplazamiento de la serpiente tipo serpentino”*. Evidencia de ello, es el Apéndice 1 (Evaluación Diagnóstica, Propuesta Didáctica 1, 2 y 3, y Evaluación de Contenidos (Evaluación Sumativa)), en el que se encuentra la propuesta educativa conformada por tres propuestas didácticas con sugerencias al docente, una destinada a analizar el concepto de fuerza de roce, la segunda movimiento ondulatorio y la tercera, referida a la construcción de un modelo científico escolar que explica los efectos de la fuerza de roce en el desplazamiento de la serpiente. Además, respeta los principios pedagógicos que se propuso, tal como se describió en el cuerpo de este SdeG.

Así también se respondió a las preguntas que dieron origen y sentido al objetivo general, éstas preguntas textualmente fueron las siguientes:

- La utilización de recursos didácticos del movimiento serpentino ¿permitirá a los y las estudiantes de 7º E.B. analizar los efectos de la fuerza de fricción en este movimiento?
- La experimentación propuesta en el recurso didáctico ¿Proveerá evidencias que explican los efectos de la fuerza de roce en otras situaciones cotidianas?

La respuesta a ellas provino principalmente de la aplicación de una “implementación piloto”, una “segunda implementación” y de la opinión de tres grupos de expertos (docentes que ejercen sólo en colegios, que ejercen sólo en la universidad y que ejercen en ambas partes). Ellos y ellas destacaron lo novedoso del uso de la serpiente como contexto, los recursos digitales (videos y Geogebra) y materiales varios, junto con las situaciones propuestas, que - en general - muestra que valoraron la propuesta en su conjunto para la didáctica del roce.

Tras haber verificado el cumplimiento del objetivo general, a continuación se abordarán los objetivos específicos de este documento, los cuales son:

- *Creación y diseño de una propuesta didáctica basada en la MBI y bajo el enfoque STEAM que permita identificar concepciones alternativas de los estudiantes respecto de la fricción y usando el movimiento serpentino de la serpiente como recurso didáctico contextualizado.*

Este objetivo se cumple en su totalidad, ya que la propuesta educativa respetó el marco teórico propuesto creando las actividades de una manera interdisciplinar como se detalla en el capítulo III (Marco Metodológico) sección donde se explica la construcción del material y su justificación.

El segundo objetivo específico corresponde a:

- *Análisis de los resultados obtenidos para optimizar la propuesta didáctica principalmente a partir de la opinión de los y las expertas.*

El cuál también se cumplió en su totalidad, tal como se señaló y gracias a ello se pudo ir optimizando dicha propuesta educativa.

Los cambios se refieren tanto a profundizar en el contenido disciplinar referido principalmente a la característica anisotrópica que se necesita comprender, para construir ambos modelos el científico y el científico escolar, que explican los efectos de la fuerza de roce en el desplazamiento de la serpiente.

Además, se fue paulatinamente ideando y construyendo actividades cada vez más atractivas como, por ejemplo, la construcción de péndulos con distintos largos, la elaboración de un programa con Geogebra interactivo para que el estudiante manipule datos, relacionados con fuerzas y fuerza de roce, entre otros. Ello debido a que, en un principio, costó salir desde una propuesta estática, expositiva y tradicional la que se configuraba como poco atractiva desde todo punto de vista a otra centrada en el aprendizaje activo del estudiante, en base a desafíos y trabajo en equipo.

También hubo dificultades en la implementación a colegios que es lo que se denominó “segunda implementación” ya que, fuerza de roce para el nivel 7° enseñanza básica, se encuentra en la planificación escolar, durante el segundo semestre y no en el primero, que era en el que se necesitaba, pese a ello, fue posible finalmente dar con un establecimiento que nos otorgó 2 horas pedagógicas, en las que pensó que se podría implementar al menos dos guías de la propuesta y eso no fue así. Sin embargo, ello contribuyó a realizar cambios y ajustes a la propuesta antes de someterla a juicio de expertos.

## Optimización de la propuesta educativa

La propuesta didáctica, fue modificada permanentemente durante todo este proceso, realizando los cambios pertinentes debido a las opiniones de los profesores guías, profesores correctores de este SdeG y expertos.

Éstas primeras modificaciones, se basaron en primer lugar, en la aplicación “piloto” a cercanos (familiares, compañeros de carrera y conocidos), quienes nos dieron a conocer su opinión respecto del contenido, actividades de experimentación, redacción y formato. A partir de esas observaciones, junto con los profesores guías se optimizó la secuencia didáctica, siendo presentado en primer avance del SdeG a profesores correctores, quienes contribuyeron también a su optimización con observaciones relativas a las actividades y a la coherencia entre las propuestas, las imágenes utilizadas y la redacción de las introducciones. De tales observaciones, se procedió a modificar aún más la propuesta, siendo aceptado tanto por los profesores guías como correctores.

Las últimas modificaciones permitieron entregar este documento a expertos, quienes analizaron rigurosamente cada una de las propuestas y contestaron a su vez, una encuesta. De ellos y ellas se desprende que la propuesta es en su mayoría aceptable y adecuada, destacando la novedad en cuanto a la secuencia de las actividades, los recursos empleados, la contextualización del contenido y el formato que ésta posee. Sin embargo, la mayoría concuerda con la falta de tiempo para emplear la propuesta y la compleja redacción de las introducciones de las Propuestas Didácticas (Documento 1.1, Documento 2.1 y Documento 3.1 de las propuestas).

Se tomaron en cuenta sus observaciones y propuestas de mejoramiento, y se aumentó el tiempo de su ejecución, se rediseñó y corrigió la redacción de las introducciones de cada propuesta, se añadió un anexo en la propuesta didáctica 3 (Documento 3.4: Variables involucradas en el desplazamiento de la serpiente), para ayudar al estudiante con la

construcción de su modelo científico escolar, relacionado con todas las variables que influyen en el desplazamiento de la serpiente

## Reflexión final profesional

Durante el desarrollo de este SdeG, lo significativo y destacable para nuestro futuro desempeño laboral es primordialmente el trabajo en equipo, del cual, a lo largo de este proyecto fuimos capaces de superar diferencias y adaptarnos a las situaciones de cada uno, aprendiendo a conocer las virtudes y defectos, que nos llevaron a organizar y distribuir las distintas tareas, con el fin de obtener una propuesta novedosa al juicio de expertos. Es así como se creó un video para el movimiento ondulatorio y se construyó una situación interactiva con Geogebra para el concepto de fuerza.

De igual modo, como grupo de trabajo se aprovechó el hecho que, en ocasiones, existían puntos de vista diferente de los profesores guías ya que uno de ellos proviene del área de la ciencia física y la otra del área de la enseñanza de la ciencia física. Ello permitió abrir miradas a una amplia gama de oportunidades para abordar la construcción del material. Las sugerencias de los profesores guías fueron aprovechadas en su totalidad para crear y optimizar la propuesta educativa.

Este trabajo nos permitió fomentar las pericias de investigador, como la redacción, la lectura y la selección de distintas fuentes para elaborar tanto la propuesta como el escrito del documento. Éste último, fue la base que fundamenta la creación de la propuesta. Todo lo mencionado anteriormente, nos entregó las herramientas necesarias para desenvolvemos como profesionales en investigaciones futuras.

El estudio del desplazamiento de la serpiente, contribuyó en el desarrollo de habilidades para la realización de una transposición didáctica simplificada, llevando el modelo científico a un modelo científico escolar acorde al nivel de aprendizaje de los estudiantes de 7°E.B. comprendiendo el valor de dedicar tiempo a la planificación y a someter el trabajo pedagógico a la opinión de otros profesores.

Finalmente, un aspecto muy valorado desarrollado durante este proceso, es la creatividad, ésta fue relevante para la elaboración de la propuesta educativa. Ya que a nivel ministerial, no existían tratamientos de la fuerza de roce de esta forma.

## Principales contribuciones de la propuesta.

La propuesta educativa presentada en este SdeG, es única hasta el momento, al menos a nivel de las que se presentan en los textos del Ministerio de Educación de este país, ya que no se considera la interdisciplinariedad para abordar el concepto físico de estudio, fuerza de roce.

Esta propuesta didáctica toma en consideración los contenidos, objetivos, y las habilidades de pensamiento científico de la asignatura en la que se introduce Fuerza de Roce. El tiempo estimado para la implementación de esta propuesta se ajustó de 6 horas pedagógicas a 7-8 horas pedagógicas, gracias a la opinión de expertos.

La interdisciplinariedad, ya señalada, forma parte relevante en esta propuesta didáctica, ya que contribuye a que los estudiantes adquieran un conocimiento desde distintas perspectivas, generando una apreciación más amplia del contenido y una visión de relación entre las ciencias.

Una virtud de la propuesta es que trabajar con el enfoque bajo Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática (STEAM) es que el estudiante no solo aprende el concepto como tal, sino que lo lleva a aprender lo necesario para relacionar distintos conceptos, situaciones cotidianas, experiencias con lo estudiado. La contextualización es fundamental a la hora de querer hacer interesante un tema a cualquier individuo pero sobre todo a los estudiantes del nivel elegido, quienes según su aprendizaje visto en detalle en el capítulo II (Marco Teórico) son individuos llenos de creatividad y ocupando una metodología adecuada como la Metodología Basada en la Indagación (MBI) cada actividad explota su creatividad, permiten que ellos elaboren distintas hipótesis, exploren, analicen, verifiquen y apliquen su conocimiento a otras áreas. Además, cabe destacar que la propuesta educativa ofrece instancias donde los estudiantes puedan comunicarse, compartiendo sus ideas, mediante un trabajo colaborativo.

Por último, una ventaja de la propuesta es que no se necesitan grandes costos en materiales y estos son accesibles y que el tipo de respuesta de parte de los estudiantes permite identificar dificultades y virtudes tanto del estudiante como del propio material.

## Proyección de la propuesta.

La revisión de la propuesta didáctica, entregó una visión de fortalezas y debilidades de ella. Sin embargo, aún está pendiente su implementación total, proceso que no pudo ocurrir debido a que el periodo del seminario de grado en el que se debía implementar, no coincidió con el periodo donde realmente es visto el contenido por el programa de estudio. Pese a ello, este

material fue refinado, gracias al análisis y sugerencias de los profesores guías, correctores y expertos.

Aunque la propuesta didáctica creada es fácil de emplear se recomienda implementar en su totalidad, guíese por las planificaciones situadas en el Apéndice 3 y verificar con las rúbricas del Apéndice 4. Dicha propuesta queda abierta para futuras investigaciones y para su implementación.

Ahora bien, para finalizar una posible proyección de este SdeG, es aplicar la propuesta completa (no sólo la primera, como fue en este caso). A establecimientos educativos de distinto nivel socioeconómico y tipo (particular, municipal), para optimizar aún más la propuesta didáctica creada.

## Referencias Bibliográficas

**“Conceptos de Isotropía y de Anisotropía, también de texturas” (S.f.)** Recuperado de [file:///D:/Usuario/Downloads/04\\_Anisotropia\\_y\\_textura%20\(1\).pdf](file:///D:/Usuario/Downloads/04_Anisotropia_y_textura%20(1).pdf) . p 1.

**Acevedo-Díaz J. (2007)** Las actitudes relaciones con la ciencia y la tecnología en el estudio PISA 2006. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 4(3), 394-416.

**Anipedia. (S.f.)** Serpientes. [Online]. Recuperado de <https://www.anipedia.net/serpientes/>.

**Baquero R. (2009)** Zona de desarrollo próximo, sujeto y situación. El problema de las unidades de análisis en psicología educativa. Actualidades investigativas en Educación, volumen 9, pp.1-25. Universidad de Costa Rica San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.

**Bautista A. (1994)** Las nuevas tecnologías en la capacitación docente. Madrid, España.

**Bruetman J., Finn B., Gelos J., Trimarchi H., Young P. (2013)** La vara de Esculapio, símbolo de la medicina, pp. 1197.

**Bustamante M., Flores R., (2017).** Secuencia didáctica para la enseñanza del clima en 7mo básico. Santiago, Chile. p.42

**CORFO y Fundación Chile (2017).** Preparando a Chile para la Sociedad del conocimiento: Hacia una coalición que impulse la Educación STEAM. Santiago, Chile. p.47

**CORFO y Fundación Chile (2017).** Preparando a Chile para la Sociedad del conocimiento: Hacia una coalición que impulse la Educación STEAM. Santiago, Chile.

**CORFO y Fundación Chile (2017).** Preparando a Chile para la Sociedad del conocimiento: Hacia una coalición que impulse la Educación STEAM. Santiago, Chile. p.20.

**CORFO y Fundación Chile (2017).** Preparando a Chile para la Sociedad del conocimiento: Hacia una coalición que impulse la Educación STEAM. Santiago, Chile. p.23.

**Darbois B., Ibarra A., y Melo F. (s.f.)** Frictional Locomotion Universidad de Santiago de Chile. Artículo pdf. Santiago, Chile.

**De Pablos J. (2002)** La Tecnología Educativa en el marco de la Sociedad de la

Información. [Online]. Recuperado de <https://ojs.publius.us.es/ojs/index.php/fuentes/article/viewFile/2423/2292>

**Defadisa. (2016)** Todo Serpientes. [Online]. Recuperado de <https://tododeserpientes.wordpress.com/2016/04/15/desplazamiento-de-las-serpientes/>.

**Díaz F. y Hernández G. (S.f.)** Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo, Una interpretación constructivista, 2º Edición.

**Domènech J. (2015)** Una secuencia didáctica de modelización, indagación y creación del conocimiento científico en torno a la deriva continental y la tectónica de placas, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias. Barcelona, España. 12(1), pp.186-197.

**Fernández I., Gil D., Carrascosa J., CachapuzA., Praia J. (2002)** Enseñanza de las Ciencias, 20(3), pp. 477-488.

**Flores L., Muñoz J., López J., Roldán R., y Toro M. (2013)** Texto del estudiante Ciencias Naturales Educación Básica, Editorial Santillana, pp.145.

**Flores L., Muñoz J., López J., Roldán R., y Toro M. (2013)** Texto del estudiante Ciencias Naturales Educación Básica, Editorial Santillana, pp.156.

**Gutiñas M. (2015)** El desinterés por la importancia de la Ciencia, OEI Andalucía. Recuperado de <http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?El-desinteres-por-la-importancia>.

**Guzmán J. (2005)** El caduceo: Su significado. Archivos de Medicina. Caldas, Colombia. Número 1, pp. 7-10.

**Holbrook J (2008)** Science Education International: Introduction to the special issue of science education international devoted to PARSEL, 19(3), PP.262-263.

**Holbrook J. y Rannikmae M. (2009)**The Meaning of Scientific Literacy, Universidad of Tartu, Estonia.

**Holbrook J. y Rannikmae M. (2017)** Science Education, Context-Based Teaching and Socio-Scientific Issues, Rotterdam, pp. 279-294.

**Holbrook J. y Rannikmae M. (2017)** Science Education, Context-Based Teaching and Socio-Scientific Issues, Rotterdam.

**Liceo Bicentenario Teresa Prat. (S.f.)** Guía de apoyo N° 5 Fuerza de roce. Recuperado de <http://teresaprats.k12.cl/icore/downloadcore/148154> .

**Matthews G., Zeidner M., Roberts R. (2004)** Emotional Intelligence, Science and Myth.

**Mena J. (2016)** “Determinación de anisotropía de permeabilidad para definir fracturas utilizando el registro sísmico dipolar en un pozo petrolero”. Instituto Politécnico Nacional, Mexico, p. 6.

**Ministerio de Educación [MINEDUC] (2005)** Objetivos fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Media, Actualización 2005. Santiago, Chile, pp. 151-152.

**Ministerio de Educación [MINEDUC] (2005)** Objetivos fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Media, Actualización 2005. Santiago, Chile, pp. 156.

**Ministerio de Educación [MINEDUC] (2009)** Objetivos fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media, Actualización 2009. Santiago, Chile, pp. 258.

**Ministerio de Educación [MINEDUC] (2016)** Programa de estudio Ciencias Naturales 7° Básico. Santiago, Chile.

**Ministerio de Educación [MINEDUC] (2016)** Programa de estudio Ciencias Naturales 7° Básico. Santiago, Chile, pp.146

**Ministerio de Educación [MINEDUC] (2016)** Programa de estudio Física I medios. Santiago, Chile, pp. 208.

**Ministerio de Educación [MINEDUC] (S.F.)** Herramientas de evaluación. Santiago de Chile

**NTX. (2015)** científicos usan el veneno de serpiente para investigación médica. cuerpo visible: INFORMADOR.MX. Recuperado de: <https://bit.ly/2G3YGVZ>.

**OECD (2017)**, PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, revised edition, PISA, OECD Publishing, Paris, pp. 26-27.

**OECD (2018)**, PISA 2015 Programme for International Student Assessment [Online]. Recuperado de: <http://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/>

**Putnam R. y Borko H. (2000)** What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning?

**Real Academia Española [RAE]. (2005)** Diccionario de la Lengua Española. [Online] Recuperado de <http://www.wordreference.com/es/en/frames.aspx?es=is%C3%B3tropo> .

Madrid, España.

**Real Academia Española [RAE]. (2005)** Diccionario de la Lengua Española. [Online] Recuperado de <http://www.wordreference.com/definicion/anisotrop%C3%ADa> . Madrid, España.

**Real Academia Española [RAE]. (2017)** Diccionario de la Lengua Española. [Online] Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=XgaWG9j> . Madrid, España.

**Solves J., Monserrat R., Furió C. (2007)** Didáctica de las ciencias experimentales y Sociales, El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la Ciencia: Implicaciones en su enseñanza, pp. 91-117.

**Solves J., Monserrat R., Furió C. (2007)** Didáctica de las ciencias experimentales y Sociales, El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la Ciencia: Implicaciones en su enseñanza, pp. 7.

**Solves J., Monserrat R., Furió C. (2007)** Didáctica de las ciencias experimentales y Sociales, El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la Ciencia: Implicaciones en su enseñanza.

**Taber K. (2000)** International Journal of Science Education, 22(4), pp. 399-417.

**Taber K. y Akpan B. (2017)** Science Education: An international Course Companion.

**Taber K. y Akpan B. (2017)** Science Education: An international Course Companion, pp 123.

**Taber K. y Akpan B. (2017)** Science Education: An international Course Companion, Teaching a Learning Physics, pp. 313.

**Taylor S. y Bogdan R. (2000)** Introducción a los métodos cualitativos. Ediciones Paidós.

**Taylor S. y Bogdan R. (2000)** Introducción a los métodos cualitativos. Ediciones Paidós, pp.8.

**Taylor S. y Bogdan R. (2000)** Introducción a los métodos cualitativos. Ediciones Paidós, pp.9.

**Universidad de Jaén [ujaen]. (S.f.)** Inducción Analítica. [Online]. Recuperado de [http://www.ujaen.es/investiga/tics\\_tfg/induccion\\_analitica.html](http://www.ujaen.es/investiga/tics_tfg/induccion_analitica.html)

**Universidad de Jaén [ujaen]. (S.f.)** Metodología Cualitativa. [Online]. Recuperado de [http://www.ujaen.es/investiga/tics\\_tfg/enfo\\_cuali.html](http://www.ujaen.es/investiga/tics_tfg/enfo_cuali.html)

Universidad de Jaén [ujaen]. (S.f.) Teoría Fundamentada (GroundedTheory). [Online]. Recuperado de [http://www.ujaen.es/investiga/tics\\_tfg/teoria\\_fundamentada.html](http://www.ujaen.es/investiga/tics_tfg/teoria_fundamentada.html)

## Referencias Bibliográficas Figuras.

### Figuras en el Documento

**Figura 4:** “Enseñanza efectiva se relaciona con la investigación pedagógica y considera las ideas de los estudiantes” traducción. Taber K, y Akpan B. (2017) *New direction in Mathematics and Science Education: Science Education, An International Course companion*. Página 129.

**Figura 5:** “Situación actual STEM” traducción. Imagen obtenida de <http://www.sciencepartnershipfund.org/general/science-for-all/>

**Figura 6:** “Enfoque STEAM” traducción. Imagen obtenida de <http://newsinamerica.com/pdcc/wp-content/uploads/2017/12/La-importancia-1764x700.jpg>

**Figura 7:** “Desplazamiento Rectilíneo, Serpiente que se desplaza en una superficie horizontal” “Obtenida del video: “Rectilinear snake movement, Bitisarietans in Kenya” el día 13 de abril del 2018 a las 15:32 Horas.

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=K5OJgw1ZBLU&feature=youtu.be>

**Figura 8:** “Concertina motion of snake” “Obtenida del video: “concertina motion” el día 14 de mayo del 2018 a las 23:30 Horas. Video: <https://www.youtube.com/watch?v=a9y-C7LDpq0>

**Figura 9:** “Serpenteo de lado, en dos momentos diferentes”. Obtenido de Darbois B., Ibarra A., y Melo F. (S.f.) *Frictional Locomotion* Universidad de Santiago de Chile. Artículo pdf. Santiago, Chile.

**Figura 10:** “Serpenteo de lado, serpiente intentando subir una pendiente de arena” Obtenida video: “The Side winder Snake Slithers at 18 MPH” el día 13 de abril del 2018 a las 15:00 Horas.

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=B3NbPUTD5qA>

**Figura 8:** “Movimiento serpentino de una serpiente” obtenida por Video “Lateral undulation” el día 12 de abril del 2018, a las 15:32 Horas <https://www.youtube.com/watch?v=ZKaYbMZqTkY&feature=youtu.be>.

**Figura 10:** “Serpiente en plano inclinado” Obtenido de Darbois B., Ibarra A., y Melo F. (S.f.) *Frictional Locomotion* Universidad de Santiago de Chile. Artículo pdf. Santiago, Chile.

**Figura 11:** “Serpiente diagonal en un plano inclinado” Obtenido de Darbois B., Ibarra A., y Melo F.

(S.f.) Frictional Locomotion Universidad de Santiago de Chile. Artículo pdf. Santiago, Chile.

**Figura 13:** “Parte de una serpiente en un plano inclinado, vista desde arriba” Obtenido de Darbois B., Ibarra A., y Melo F. (S.f.) Frictional Locomotion Universidad de Santiago de Chile. Artículo pdf. Santiago, Chile.

**Figura 14:** “Gráfico resultados experimentales” Obtenido de Darbois B., Ibarra A., y Melo F. (s.f.) Frictional Locomotion Universidad de Santiago de Chile. Artículo pdf. Santiago, Chile.

**Figura 16:** “Vectores en un trozo de serpiente que se mueve en el mismo sentido que  $\hat{v}_t$ ” Obtenido de Darbois B., Ibarra A., y Melo F. (S.f.) Frictional Locomotion Universidad de Santiago de Chile. Artículo pdf. Santiago, Chile.

**Figura 17:** “vectores en un trozo de serpiente que se mueve en el mismo sentido que  $\hat{v}_t$ , incluyendo secciones de desplazamientos”

**Figura 22:** “Cráneo diápsidos” Recuperado de <https://curiosoando.com/reptiles-mamiferoides-o-protomamiferos>, el día 7 de mayo del 2018. a las 20:22 hrs.

**Figura 23:** “Caduceo” Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/fbpe/img/rmc/v141n9/art13-figura-1.jpg>. (Visitado 11/05/2018 a las 16:48 hrs.)

### Propuesta Didáctica 1

**Figura 1:** “Templo de la serpiente: primer nivel”. Creación propia

**Figura 2:** “las dos palancas”. Creación propia.

**Figura 3:** “Resbalín” Recuperado de [http://www.hobbymarket.cl/tienda/4334pos\\_thickbox/tobogan-grande.jpg](http://www.hobbymarket.cl/tienda/4334pos_thickbox/tobogan-grande.jpg) . (Visitado 13/05/2018 a las 15:50 hrs.)

**Figura 4:** “Rampa de accesos” Recuperado de [https://www.freepik.es/fotos-premium/rampa-para-silla-de-ruedas\\_1476568.htm](https://www.freepik.es/fotos-premium/rampa-para-silla-de-ruedas_1476568.htm) (Visitado el 31/05/2018 a las 17:30 hrs.)

**Figura 5:** “Niño pensando” Recuperado de <http://userscontent2.emaze.com/images/d09b68c0-1195-4d96-9ba5-ce98adadddfd/98c85ea8-fc82-4401-a0b3-178812411de5image1.png> (Visitado 09/04/2018 a las 12:18hrs)

**Figura 6:** “Tocando un violín”. Imagen obtenida de <https://www.youtube.com/watch?v=VUfqjSeeZng>

**Figura 7:** “Apoyando una escalera”. Imagen obtenida de <https://www.youtube.com/watch?v=VUfqjSeeZng>

**Figura 8:** “¿Sabías que...?” Recuperado de [https://yt3.ggpht.com/a/AJLIDp02kJTbKHKNzqEPg4r19c\\_B7V1mW-a8C4gORw=s900-mo-c-c0xfffffff-rj-k-no](https://yt3.ggpht.com/a/AJLIDp02kJTbKHKNzqEPg4r19c_B7V1mW-a8C4gORw=s900-mo-c-c0xfffffff-rj-k-no) (visitado 09/04/2018 a las 12:34 hrs.)

**Figura 9:** “Fuerzas que actúan sobre una serpiente en reposo”. Imagen modificada de [http://www.fotonat.org/data/media/8/Liophis\\_Anomalus.JPG](http://www.fotonat.org/data/media/8/Liophis_Anomalus.JPG) (Visitada el 31/05/2018 a las 17:22 hrs)

**Figura 10:** “Ideas”. Recuperado de <http://www.solunova.net/upload/es/photos/682.jpg> (Visitado 31/05/2018 a las 17:06 hrs.)

**Figura 11:** “Experimentando David Hu” Obtenida de video **Slithering Snakes: The Science behind Animal Locomotion** <https://www.youtube.com/watch?v=MlhUazcGj38&t=112min> (visitado 31/05/2018 a las 17:40 hrs.)

**Figura 12:** “Expresando ideas”. Recuperado de <https://www.lolup.es/wp-content/uploads/2014/07/perfiles-empresa-redes-sociales.jpg> (visto 09/04/2018 a las 14:08 hrs.)

**Figura 13:** “Diagrama de cuerpo libre plano inclinado” Creación propia.

**Figura 14:** “Escobilla horizontal respecto al plano” Creación propia.

**Figura 15:** “Escobilla vertical respecto al plano” Creación propia.

**Figura 16:** “Escobilla diagonal respecto al plano” Creación propia.

**Figura 17:** “Modelando lo aprendido”. Recuperado de <http://nosinmiscookies.com/wp-content/uploads/2014/01/objetivos-google-analytics.png> (Visto 14/05/2018 a las 17:00 hrs.)

**Figura 18:** “Sintetizando”. Recuperado de <https://pokemonasisil.files.wordpress.com/2014/11/cropped-m.jpg> (visto el 09/04/2018 a las 14:16 hrs.)

**Figura 19:** “Esquemas fuerzas”. Creación propia.

## **Propuesta Didáctica 2**

**Figura 1:** “Templo de la serpiente: segundo nivel”. Creación propia.

**Figura 2:** “Péndulos de igual longitud y distinta que describen MI y MD”. Creación propia.

**Figura 3:** “Resorte de juguete”. Recuperado de [http://1.bp.blogspot.com/-5oE2Qv0noqc/T2svnfLelgl/AAAAAAAAAEk/K\\_wyBATJqBA/s1600/t082.jpg](http://1.bp.blogspot.com/-5oE2Qv0noqc/T2svnfLelgl/AAAAAAAAAEk/K_wyBATJqBA/s1600/t082.jpg) (visitado el 13/05/2018 a las 16:00 hrs.)

**Figura 4:** “¿Sabías que...?” Recuperado de [https://yt3.ggpht.com/a/AJLIDp02kJTbKHKNZqEPg4r19c\\_B7V1mW-a8C4gORw=s900-mo-c-c0xffffff-rj-k-no](https://yt3.ggpht.com/a/AJLIDp02kJTbKHKNZqEPg4r19c_B7V1mW-a8C4gORw=s900-mo-c-c0xffffff-rj-k-no) (visitado 09/04/2018 a las 12:34 hrs.)

**Figura 5:** “Ideas”. Recuperado de [https://www.altonivel.com.mx/assets/images/Estructura\\_2015/Marketing/Estrategias/copy.jpg](https://www.altonivel.com.mx/assets/images/Estructura_2015/Marketing/Estrategias/copy.jpg) (Visitado el 09/04/2018 a las 14:23 hrs.)

**Figura 6:** “Expresando ideas”. Recuperado de <https://www.lolup.es/wp-content/uploads/2014/07/perfiles-empresa-redes-sociales.jpg> (visitado 09/04/2018 a las 14:08 hrs.)

**Figura 7:** “¿Sabías que...?” Recuperado de [https://yt3.ggpht.com/a/AJLIDp02kJTbKHKNZqEPg4r19c\\_B7V1mW-a8C4gORw=s900-mo-c-c0xffffff-rj-k-no](https://yt3.ggpht.com/a/AJLIDp02kJTbKHKNZqEPg4r19c_B7V1mW-a8C4gORw=s900-mo-c-c0xffffff-rj-k-no) (visitado 09/04/2018 a las 12:34 hrs.)

**Figura 8:** “Modelando lo aprendido”. Recuperado de <http://nosinmiscookies.com/wp-content/uploads/2014/01/objetivos-google-analytics.png> (Visitado 14/05/2018 a las 17:00 hrs.)

**Figura 9:** “Sintetizando”. Recuperado de <https://pokemonasisil.files.wordpress.com/2014/11/cropped-m.jpg> (visitado el 09/04/2018 a las 14:16 hrs.).

**Figura 10:** “Esquema de ondas”. Creación propia.

### Propuesta Didáctica 3

**Figura 1:** “El templo de la serpiente: Tercer nivel”. Creación propia.

**Figura 2:** “El camino de la serpiente”. Creación propia

**Figura 3:** “Niño pensando” Recuperado de <http://userscontent2.emaze.com/images/d09b68c0-1195-4d96-9ba5-ce98adaddfdd/98c85ea8-fc82-4401-a0b3-178812411de5image1.png> (Visto 09/04/2018 a las 12:18hrs)

**Figura 4:** “¿Sabías que...?” Recuperado de [https://yt3.ggpht.com/a/AJLIDp02kJTbKHKNzqEPg4r19c\\_B7V1mW-a8C4gORw=s900-mo-c-c0xiffffff-rj-k-nc](https://yt3.ggpht.com/a/AJLIDp02kJTbKHKNzqEPg4r19c_B7V1mW-a8C4gORw=s900-mo-c-c0xiffffff-rj-k-nc) (visto 09/04/2018 a las 12:34 hrs.)

**Figura 5:** “Las escamas”. Imagen obtenida de Darbois B., Ibarra A., y Melo F. (S.f.) Frictional Locomotion Universidad de Santiago de Chile. Artículo pdf. Santiago, Chile.

**Figura 6:** “Ideas”. Recuperado de [https://www.altonivel.com.mx/assets/images/Estructura\\_2015/Marketing/Estrategias/copy.jpg](https://www.altonivel.com.mx/assets/images/Estructura_2015/Marketing/Estrategias/copy.jpg) (Visto el 09/04/2018 a las 14:23 hrs.)

**Figura 7:** “Expresando ideas”. Recuperado de <https://www.lolup.es/wpcontent/uploads/2014/07/perfiles-empresa-redes-sociales.jpg> (visto 09/04/2018 a las 14:08 hrs.)

**Figura 8:** “Comparando escobilla normal con escobilla con puntas dobladas hacia abajo”. Creación propia

**Figura 9:** “Escobillas en un plano inclinado”. Creación propia.

**Figura 10:** “Escobilla posicionada diagonalmente en el plano inclinado”. Creación propia.

**Figura 11:** “El arrastre de la serpiente”. Creación propia.

**Figura 12:** “Modelando lo aprendido”. Recuperado de <http://nosinmiscookies.com/wp-content/uploads/2014/01/objetivos-google-analytics.png> (Visto 14/05/2018 a las 17:00 hrs.)

**Figura 13:** “Serpiente sedada en un plano inclinado”. Creación propia.

**Figura 14:** “Sintetizando”. Recuperado de <https://pokemonasisil.files.wordpress.com/2014/11/cropped-m.jpg> (visto el 09/04/2018 a las 14:16 hrs.)

**Figura 15:** “¡¡Llegaste al tesoro!!”. Creación propia.

## Apéndice.

### Apéndice 1: Propuesta Didáctica para el Docente.

#### 1.1 Evaluación Diagnóstica.

#### Evaluación Diagnóstica

<b>Nombre:</b>	
<b>Nivel:</b>	
<b>Fecha:</b>	

Explore en forma individual a través siguiente animación denominada: “*Tratando de mover un gran mueble*” (geogebra.com) para que identifique las fuerzas que actúan sobre un mueble manipulando variables tales como la masa del bloque y las fuerzas aplicadas por un niño o una niña.

A continuación, reflexiona y describe cuales serían las fuerzas aplicadas sobre un mueble, cuando éste no se mueve (situación 1), y se mueva hacia la derecha o hacia la izquierda (situación 2). Identifiquen y señalen gráficamente mediante un dibujo, en cada caso, cada una de las fuerzas que actúan sobre el mueble.

Situación 1		
Situación 2		

**LA FUERZA DE  
ROCE Y  
MOVIMIENTO**

**Propuesta  
didáctica 1**

---

El objetivo de esta propuesta es identificar conceptos previos necesarios para comprender los efectos de la fuerza de roce, tales como fuerza en particular, la fuerza peso y fuerza normal. Además, detectar la concepción alternativa de la fuerza de roce que dice que ésta siempre se opone al movimiento.

**Recomendaciones  
al docente**

## El roce siempre está presente

(Tiempo estimado: 90 min. Sugerencia al docente: la distribución de tiempo queda a elección del docente)

Profesor(a): \_\_\_\_\_  
Establecimiento \_\_\_\_\_  
Integrantes: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
                  • \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_  
                  • \_\_\_\_\_  
                  • \_\_\_\_\_  
                  • \_\_\_\_\_  
Nombre Grupo: \_\_\_\_\_

Objetivo de Aprendizaje (OA) 7 de las Bases curriculares vigente (2018) publicadas en el año 2015 nivel 7 básicos: Planificar y conducir una investigación experimental para proveer evidencias que expliquen los efectos de la fuerza de roce en situaciones cotidianas

**Analizar y modelar el concepto de fuerza de roce en el movimiento a través de situaciones cotidianas.**

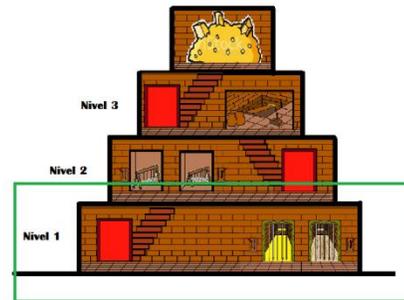
### ¿Cómo lo haremos?

En grupos de 3 a 4 personas, lean el documento 1.1 para analizar el camino que elegiría una serpiente si dispusiera de dos caminos con superficies con diferente rugosidad; uno muy liso como puede ser oro liso o cubierto de un manto de sedas y otro es un camino de madera natural o una gran roca. Les invitamos a resolver este misterio del documento 1.1: “El templo de la serpiente bicéfala”

- **Documento 1.1. “El templo de la serpiente bicéfala: la entrada”**

En el año 470 d.C. Yik'in Chan K'awiil hijo de Jasaw Chan K'awiil, gobernante de Tikal (actual Guatemala) pidió a su padre construir un templo especial, un **“Templo de la serpiente”** para honrar a los nobles mayas. Este templo debía ser imponente, alto y robusto, digno de nobles guerreros, por lo tanto, estaría lleno de riquezas y trampas para quienes intentarán robar los tesoros. En estas trampas había serpientes.

Se dice, que para la sepultura de Yik'in Chan K'awiil, se elaboraron tres puertas, una en cada nivel del templo, con acertijos para abrirlas, cada una de las soluciones, estarían relacionadas con comprender los efectos de la fuerza de roce en el desplazamiento de la serpiente.



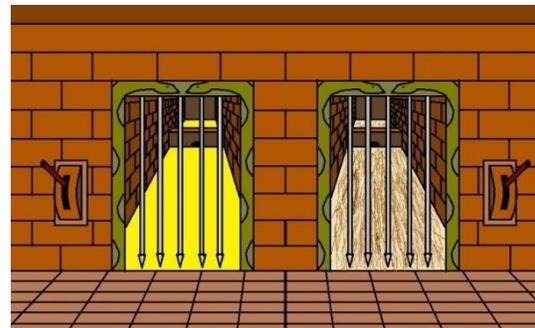
**Figura 1: “Templo de la serpiente: primer nivel”**

En la entrada del templo, correspondiente al primer nivel, había dos puertas, las cuales constaban de 2 **palancas** (1 palanca para cada puerta), donde al accionar una palanca, ésta anularía el efecto de la otra. Cuando se acciona la palanca, se libera una serpiente cerca de cada puerta, la que tratará de llegar a un agujero donde había comida para ella, intentando desplazarse por los caminos que se describirán a continuación. **El objetivo de este nivel era en jalar una palanca según su acertijo, siendo la opción correcta la primera serpiente que llegara a su comida.**

*Los acertijos de las palancas decían así:*

**La primera palanca:** *“Jalad por esta barra, y conducirás a la serpiente por un camino de oro tan fino y pulido que se quedará pegada mirándose en él”.*

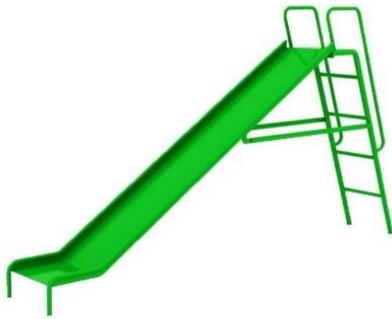
**La segunda palanca:** *“Jalad por esta barra, y conducirás a la serpiente por un camino de sencillez, por un material tan simple como humilde, como lo es la madera de los*



**Figura 2: “Las dos palancas”**



1.1.2 Si los caminos descritos en el Documento 1.1 fuesen inclinados, como en el caso de si fuese un resbalín o una rampa de cemento. ¿Por qué sería más dificultoso que la serpiente se desplace de manera ascendente por el resbalín que por la rampa de cemento? Comenta con tus compañeros y compañeras. **Fundamenta con argumentos científicos tu respuesta.**



*Figura 3: Resbalín*



*Figura 4: Rampa de accesos*

---

---

---



### Actividad 1.2 La mejor elección

*Figura 5*

Identificar, en situaciones de la vida real, el efecto de la fricción.

1.2.1 ¿Qué pasaría si al tocar un violín, el arco y sus cuerdas fuesen lisas?



**Figura 6: Tocando un violín**

1.2.2 ¿Qué pasaría si se desea apoyar una escalera en una pared y el suelo estuviese muy limpio y encerado, de tal manera de dejarlo muy liso?



**Figura 7: Apoyando una escalera**

Para comprobar tus predicciones se recomienda ver el siguiente video <https://www.youtube.com/watch?v=VUfqjSeeZng> (ver desde 1 minuto con 23 segundo de reproducción hasta los 2 minutos con 32 segundos)(Visitado 14/05/2018 a las 16:15 hrs.)

Para profundizar el conocimiento científico sobre el tema de fuerzas, se sugiere leer el **Documento 1.2.**



**Figura 8**

**Documento 1.2.**

las fuerzas que interactúan cuando una serpiente no se mueve o está en reposo sobre superficie son:

- La **Fuerza Peso** que corresponde a una fuerza dirigida siempre hacia el centro del planeta, interactúa sobre todos los cuerpos situados cercano al planeta.
- La **Fuerza Normal**: Es la fuerza que ejerce una superficie sobre un cuerpo apoyado en ella; es perpendicular a la superficie.



**Figura 9:** Fuerzas que actúan sobre una serpiente en reposo

Recordemos que el peso se calcula de la siguiente manera:

$$P = mg$$

Dónde:

**P:** Peso del cuerpo. Su unidad de medida [N].

**m:** Masa del cuerpo. Su unidad de medida [kg]

**g:** Aceleración de Gravedad. Su unidad de medida [ $m/s^2$ ]



**Figura 10**

### Actividad 1.3

### “Identificando Fuerzas, ¿Cómo es el roce en distintas superficies en contacto?”

Identificar las fuerzas que actúan sobre un determinado cuerpo, usando diagramas de cuerpo libre.

Para identificar las fuerzas que interactúan en el desplazamiento de una serpiente, científicos como David Hu (Como se cita en Darbois, s.f.), realizaron experimentos en los que sedaron a una serpiente y la colocaron sobre un plano inclinado para el estudio de la fuerza de roce. Para acercarnos al experimento que realizó este investigador haciendo uso de un plano inclinado y escobillas de ropa (para representar a la serpiente), los invitamos a explorar la relación entre la característica de la superficie y el ángulo mínimo con el que se comienzan a desplazar la escobilla en el plano inclinado, para aproximarnos al concepto de fuerza de roce.



**Figura 11: “Experimento David Hu”**

**¿Con qué materiales disponemos?**

- 1 base de madera con una de sus superficies con lija.
- 1 escobilla de ropa.
- Espejo (pequeño).
- \*Medidor de ángulos (digital o transportador o puede ser descargado desde el celular sistema Android “ app *Clinometer*).
- Láser para observar la rugosidad de los materiales.

*[Sugerencias al docente: Se recomienda explicar cómo utilizar el láser a los y las estudiantes]*



**Figura 12**

**¿Cómo lo haremos?**

**1.3.1 Registre lo que observa tras iluminar oblicuamente con el láser :**

- La base, apuntando la superficie de madera.
- La base, apuntando la superficie con la lija.
- Un cuaderno.
- Pizarra.
- Un vidrio.

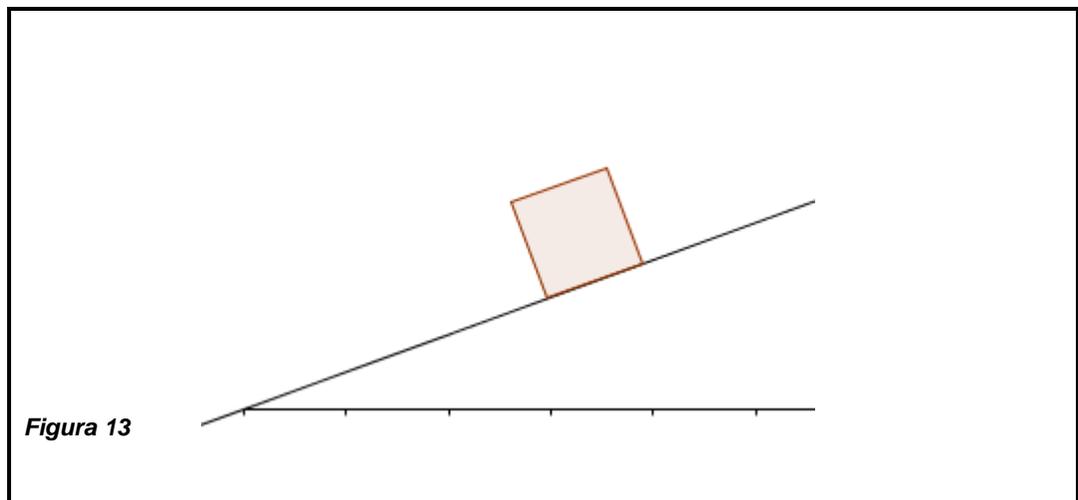
Luego compare junto a tus compañeros la dispersión de la luz del láser en cada material.

<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black;"/>
---

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**[Sugerencia al docente:** Se recomienda destacar la relación entre la rugosidad del material, y la dispersión del láser al ser reflejado en dicho material]

- 1.3.2 Dibujen en el siguiente modelo, los vectores pertinentes para identificar la fuerza peso, fuerza normal y fuerza de roce presentes en un objeto que está sobre un plano inclinado.



- 1.3.3 Para realizar algo similar al experimento de David Hu, haciendo uso de una escobilla **registre los ángulos mínimos** necesarios para que comience a moverse al inclinar la base (madera-lijja). Realizar esta acción 3 veces para cada caso

Casos    **1:** escobilla **horizontal**  
              respecto al plano.

**2:** escobilla **vertical**  
              respecto al plano.

**3:** escobilla **diagonal**  
              respecto al plano

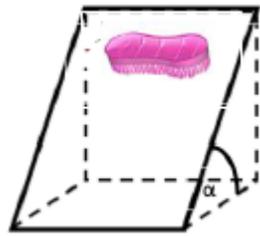


Figura 14

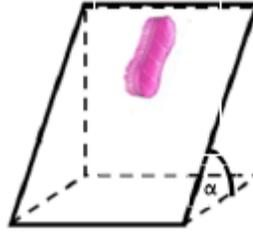


Figura 15

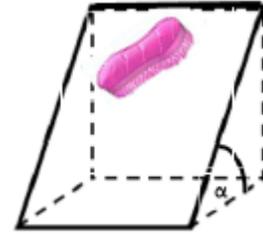


Figura 16

- Ángulo mínimo necesario de inclinación de la **base de madera** para que la escobilla comience a deslizar.

$\alpha$			
----------	--	--	--

- Ángulo mínimo necesario de inclinación de la **base de lija** para que la escobilla comience a deslizar.

$\alpha$			
----------	--	--	--

1.3.4 Después de obtener el valor de los ángulos mínimos de inclinación de las bases de madera y lija para que la escobilla en distintas posiciones comience a deslizarse, que relación puedes establecer entre:

- a) las superficies (lija-madera) donde se desplaza la escobilla.

--

- b) la inclinación de las bases con la dispersión del láser sobre ellas.

--

**[Sugerencia al docente:** Se recomienda resaltar la proporcionalidad entre la rugosidad del material, ángulo de inclinación con la dispersión de la luz]

1.3.5 Ustedes como investigadores, junto a tus compañeros y profesor, determinen científicamente cuál de las opciones de caminos del templo del documento 1.1 favorece el desplazamiento de la serpiente, para ello, te desafiamos a **determinar cuál es el valor de la fuerza de roce**, utilizando la siguiente expresión matemática:

$$F_r = \mu N$$

Dónde: -  $F_r$ : es el módulo de la **fuerza de roce**.

- $\mu$ : es un valor sin unidades de medidas que se genera en contacto de materiales específicos.

- $N$ : Corresponde al módulo de la **fuerza normal** que es equivalente a la **fuerza peso** en un plano totalmente horizontal.

*[Sugerencias al docente: Se recomienda definir **módulo** de una fuerza como la longitud del vector fuerza proporcional a su valor numérico. Es siempre un número positivo o cero si es vector nulo.]*

**Dato:** Como se señala en el documento 1.1 “**Templo de la serpiente**” uno de los caminos a elegir por la serpiente posee una superficie de oro tan pulido y liso que se puede ver el reflejo de uno, y al no poder usar una superficie de oro para facilitar el cálculo de la fuerza de roce, entregamos los valores de los coeficientes de roce:

- coeficiente de roce entre la escobilla y el oro (0,14). Valor obtenido experimentalmente usando una base de vidrio (reemplazo por el oro).
- Coeficiente de roce entre la escobilla y la madera (0,40). Valor obtenido experimentalmente.

Tabla 1 “Valores de las variables en el cálculo de la fuerza de roce”

Variables	Valor
$\mu_{\text{Escobilla sobre vidrio}}$	0,14
$\mu_{\text{Escobilla sobre madera}}$	0,40
<b>Masa escobilla</b>	0,033 (kg)

Fuerza de roce <b>escobilla sobre vidrio</b>	Fuerza de roce <b>escobilla sobre madera</b>
Cálculo	Cálculo

--	--

[Sugerencia al docente: Ecuaciones, datos y resultados]

Fuerza de roce <b>escobilla sobre vidrio</b>	Fuerza de roce <b>escobilla sobre madera</b>
<p>Cálculo</p> $F_r = \mu_{\text{Escobilla sobre vidrio}} N$ $F_r = \mu_{\text{Escobilla sobre vidrio}} mg$ $F_r = 0,14 \cdot 0,033(Kg) \cdot 10\left(\frac{m}{s^2}\right)$ $F_r = 0,046 (N)$	<p>Cálculo</p> $F_r = \mu_{\text{Escobilla sobre madera}} N$ $F_r = \mu_{\text{Escobilla sobre madera}} mg$ $F_r = 0,40 \cdot 0,033(Kg) \cdot 10\left(\frac{m}{s^2}\right)$ $F_r = 0,132(N)$

**1.3.6** Con los cálculos anteriormente realizados obteniendo el valor de la fuerza de roce en una base horizontal de vidrio y en una base horizontal de madera, te invitamos a retomar la primera pregunta planteada en el documento 1.1 “**El templo de la serpiente**” ¿Volverías a elegir el mismo camino (camino de oro pulido o de madera)? **Fundamenta con argumentos científicos tu respuesta.**



**Actividad 1.4 Modelo expresado “Modelando lo aprendido”**

**Figura 17**

Retomando las actividades anteriores **fundamenta con argumentos científicos** lo siguiente:

¿Es importante el roce en la vida cotidiana?

¿Qué pasaría si no existiera el roce?

¿En qué otras situaciones cotidianas, distintas a la actividad del violín y la escalera, se puede evidenciar el roce?

¿En qué situaciones nos favorecemos de la presencia del roce? De al menos 2 ejemplos.

Ahora, te desafiamos a que con tus palabras defines :

<b>Fuerza de roce:</b>
------------------------

Posteriormente Junto al docente, utilizando la animación “*Fuerza en plano inclinado*” *GeoGebra* (Creación propia) intenta predecir qué pasará con un bloque que es colocado sobre un plano inclinado, si se dan los siguientes datos:

Masa del bloque	: 2 (Kg)
Ángulo de inclinación de la base	: 45°
Rugosidad entre el bloque y la base	: 0,5

---



---



---



---

*[Sugerencia al docente: Se recomienda al docente utilizar GeoGebra “Fuerza en plano inclinado”]*



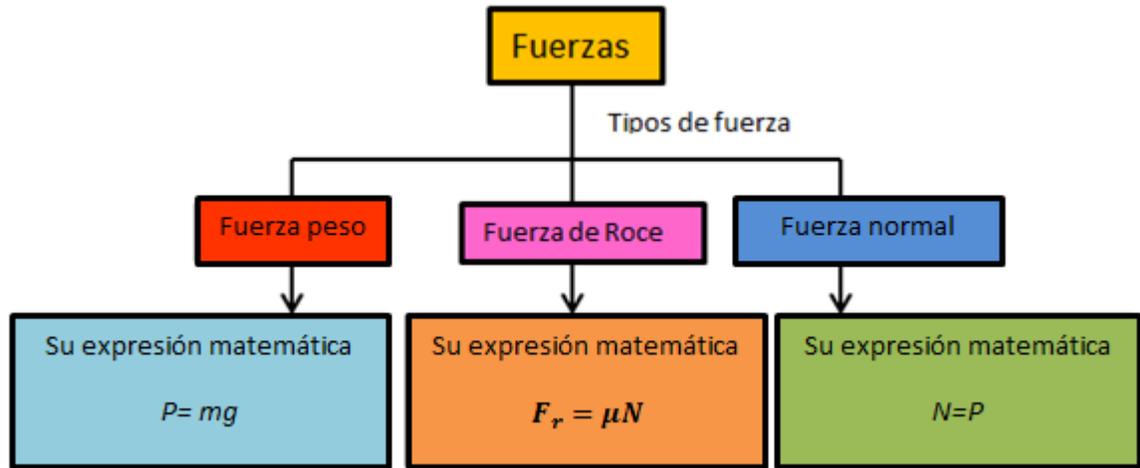
Figura 18

### Actividad 1.5 Síntesis “Recapitulando lo visto”

Para finalizar, te desafiamos a que articules uniendo de manera coherente las siguientes pistas (correspondientes a diferentes términos y expresiones matemáticas) para explicar el concepto de **fuerza**. Para ello puede agregar o suprimir los que estime conveniente.

Fuerza Peso	Su expresión matemática en un plano horizontal $N = P$	Su expresión matemática $P = mg$
Fuerza de Roce		
Fuerza Normal	Fuerzas	Su expresión matemática $F_r = \mu N$

**[Sugerencias al docente:** Aquí se espera que el estudiante realice un esquema similar al que se muestra a continuación (Véase figura 19) relacionando los conceptos descritos anteriormente].



**Figura 19: "Esquemas Fuerza"**

**CARACTERIZANDO  
FENÓMENOS  
ONDULATORIOS**

# Propuesta didáctica 2

El objetivo es que el estudiante analice e identifique los componentes de una onda (amplitud, longitud de onda, periodo, frecuencia).

**Recomendaciones  
al docente**

## Ondas a la vista

(Tiempo estimado 45 min.)

Profesor(a): \_\_\_\_\_  
Establecimiento \_\_\_\_\_  
Integrantes: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
                  • \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_  
                  • \_\_\_\_\_  
                  • \_\_\_\_\_  
                  • \_\_\_\_\_  
Nombre Grupo: \_\_\_\_\_

Objetivo de Aprendizaje (OA) 9 de las Bases curriculares vigente (2018) publicadas en el año 2015 nivel 1 Medio:

Demostrar que comprender, por medio de la creación de modelos y experimentos el concepto de onda y sus características (amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación,

**Distinguir e identificar ondas longitudinales y transversales, del mismo modo, la relación de onda con el movimiento de la serpiente.**

### ¿Cómo lo haremos?

Te invitamos a que junto con 3 o 4 compañeros, leer el documento 2.1, que es la continuación de la descripción del templo de la serpiente. Adéntrate en la aventura y logra explicar detalladamente cuál es la forma más conocida en que se mueve naturalmente la serpiente en terrenos horizontales.

- Documento 2.1. “El templo de la serpiente: segundo nivel”

En el templo de la serpiente bicéfala, donde estaban todas las riquezas del rey maya, estaba lleno de trampas para proteger el tesoro. Para poder acceder a él, es necesario superar algunos acertijos, que estaban relacionados con serpientes. Tras superar el acertijo de la entrada o primer nivel, se presenta el acertijo del **segundo nivel**, que consta de **dos mecanismos de péndulos** separados en **mecanismo de la derecha (MD)** y **mecanismo de la izquierda (MI)**. Ambos mecanismos poseen una seguidilla de bolas colgantes.

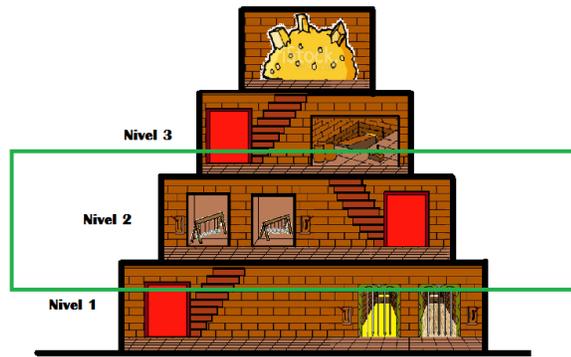


Figura 1: “Templo de la serpiente: segundo nivel”

En el **mecanismo de la izquierda**, los péndulos tienen todos el mismo largo, y al mover un péndulo, éste golpearía al péndulo siguiente y así sucesivamente (Figura 1)

En el **mecanismo de la derecha**, el largo de los péndulos varía en forma decreciente de tal manera que, al soltar los péndulos simultáneamente y perpendicularmente a las posiciones de equilibrio de éstos, se mueven en conjunto describiendo una onda. (Figura 2)

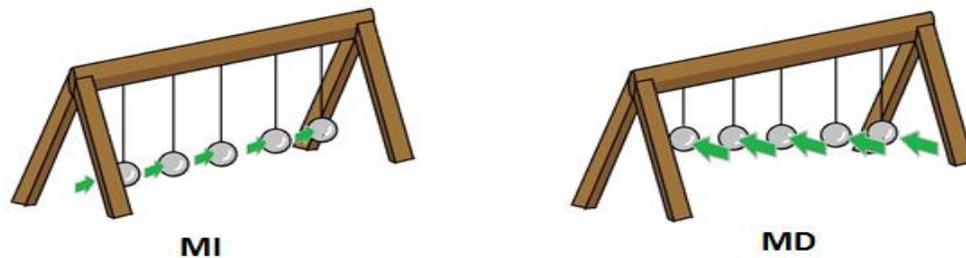


Figura 2: “Péndulos de igual longitud y distinta que describen MI y MD.”

Si el problema que se presenta en este segundo nivel es ver el movimiento característico y más

conocido de la serpiente al desplazarse, ¿Qué mecanismo elegirías?


**[Sugerencia al docente:** Se recomienda que el docente destaque las serpientes que se mueven formando una onda, y no las que avanzan de forma casi rectas, como las pitones o anacondas (serpientes de gran tamaño)]

### Actividad 2.2 ¿Qué pasaría si...?

- Intenta recrear los mismos mecanismos **MI** y **MD** descritos anteriormente, para diferenciar las ondas en los dos mecanismos, pero ahora con un resorte de juguete. como el de la Figura 2. ¿Qué puedes describir sobre las ondas producidas?


**[Sugerencia al docente:** Se espera orientar al estudiante para que forme ondas transversales y ondas longitudinales con un resorte y nombre algunas diferencias entre ellas].

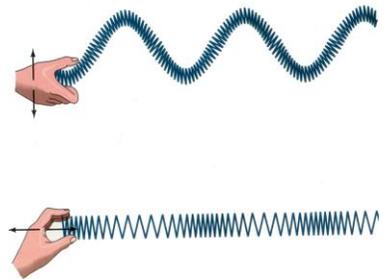


Figura 3: “Resorte de juguete”

Te invitamos a leer el documento 2.2, donde se enuncian las diferentes características de estas ondas.



Figura 4

#### Documento 2.2

- Lo descrito en el templo es un fenómeno que ocurre también en otros medios como: en cuerdas tensadas (como en una guitarra), en los terremotos en un medio terrestre y el sonido a través del aire.

Para visualizarlo, te invitamos a ver el siguiente video:

“*¡Como se ven las cuerdas dentro de la guitarra!...¡Increíble!* - Dave Prado  
<https://www.youtube.com/watch?v=xYcSy146LAM> (visitado el 05/05/2018 a las 16:20 hrs)

- Si las partículas que se mueven con una onda, en torno a un punto fijo, vibran en la misma dirección que viaja la onda, a este tipo de movimiento se le llama **ondas longitudinales**, como el mecanismo **MI**.
- Si las partículas que vibran por efecto de una onda, se mueven perpendicularmente de la dirección en que viaja la onda, se les llama **ondas transversales**, como el mecanismo **MD**.
- Si la serpiente intenta desplazarse en una superficie lisa (como en una tela de seda), se puede apreciar la onda que describe este animal. Identifica qué tipo de onda describe, viéndola desde una mirada macroscópica ¿longitudinal o transversal?

---

---

---

---

---

Ver video: “My snake try's to move on bed”

<https://www.youtube.com/watch?v=UWrL7KUAAA4> (Visitado 14/05/2018 a las 16:40 hrs)



**Figura 5**

## **Actividad 2.3 “Creando Ondas a través de péndulos y definiéndolas”**

**Identificar características que describen a una onda (Amplitud, frecuencia, longitud) a través del uso de péndulos con el objeto de aproximarse a la comprensión del movimiento serpentino de una serpiente.**

Para aproximarnos al modelo de desplazamiento de una serpiente será necesario conocer, a través de un video, la forma y las características de una onda descrita por el movimiento de varios péndulos caseros.

### **¿Con qué materiales contamos?**

- Regla
- Video “DANZA DE PÉNDULOS”. ([https://www.youtube.com/watch?v=UjaMu\\_A-0gk](https://www.youtube.com/watch?v=UjaMu_A-0gk) Video de elaboración propia.)



**Figura 6**

### **¿Cómo lo haremos?**

Para aproximarnos al modelo de desplazamiento de una serpiente, te proponemos que con tu grupo observen el video “DANZA DE PÉNDULOS” y a continuación registren las respuestas a los siguientes ejercicios:

- 2.3.1 Indique mediante el diagrama de una onda, a qué se refiere la amplitud y longitud de onda, Nodos y Antinodos (Tenga en consideración el documento 2.3 que aparecen bajo el cuadro).



**[Sugerencia al docente:** Este recuadro tiene como finalidad que los estudiantes expresen su modelo de onda, el cual debe ser comparado con uno realizado por el profesor en la pizarra].

Para identificar las características, te invitamos a leer el documento 2.3



**Figura 7**

#### Documento 2.3

Algunas características que todas las ondas poseen son:

**Amplitud (A):** Es la máxima separación de la onda desde su eje de equilibrio.

**Eje de equilibrio:** Corresponde a la línea que divide a la onda en dos secciones iguales que, en el caso del video “DANZA DE PÉNDULOS”, está ilustrado por el soporte de los péndulos (palo de maqueta).

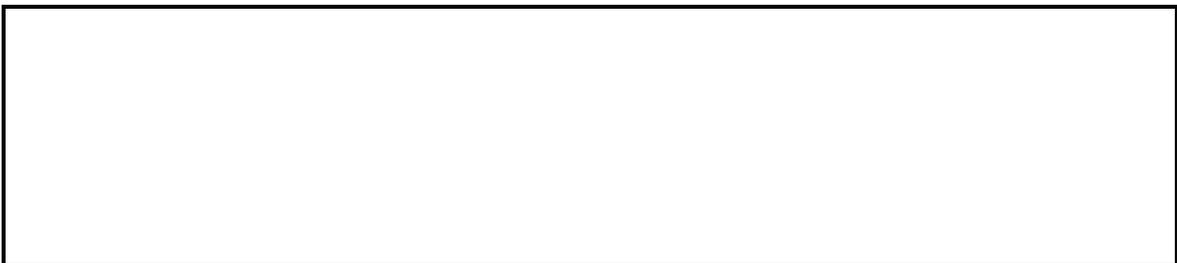
**Nodos:** Punto donde la onda cruza la línea de equilibrio.

**Antinodos:** Puntos más altos y más bajos de la onda.

**Longitud de onda ( $\lambda$ ):** Distancia que ocupa una onda completa. También corresponde a la distancia entre dos puntos máximos o mínimos consecutivos de una onda.

**Periodo (T):** Tiempo que tarda en formarse una onda (se mide en segundos).

2.3.2 Basado en el video “DANZA DE PÉNDULOS”, con el uso de una regla determine el valor de la amplitud y la longitud de onda (Guíese por el diagrama que realizó en la pregunta 2.3.1).



**[Sugerencias al docente:** Se recomienda el uso del video “DANZA DE PÉNDULOS” ([https://www.youtube.com/watch?v=UjaMu\\_A-0gk](https://www.youtube.com/watch?v=UjaMu_A-0gk)) detenido, para realizar las mediciones en pizarra]



## Actividad 2.4

## “Modelando lo aprendido”

**Figura 8**

2.4.1 Te invitamos a que representes, mediante un esquema, una serpiente que se desplaza como una onda transversal e indicando las partes de la onda en ella (nodos, antinodos, amplitud, longitud de onda)



2.4.2 Volviendo a la situación del “**Templo de la serpiente: nivel dos**”, los mecanismos de la derecha (MD) y el mecanismo de la izquierda (MI), ¿cuál de ellos representa mejor a la serpiente en movimiento?, ¿coincide tu respuesta con la que diste al inicio de la propuesta (en el documento 2.1)?

Recordar que el mecanismo de la izquierda (MI) consiste en que los péndulos tienen todos el mismo largo, y al mover un péndulo, éste golpearía al péndulo siguiente y así sucesivamente (Figura 1) y el mecanismo de la derecha (MD) el largo de los péndulos varía en forma decreciente, de tal manera que, al soltar los péndulos simultáneamente y perpendicularmente a las posiciones de éstos, ellas se muevan en conjunto describiendo una onda

---

---

---

---

---

---

---

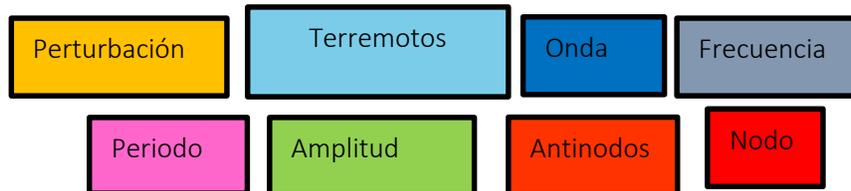
---



### Actividad 2.5 Síntesis “Recapitulando lo visto”

Figura 9

Para finalizar, te desafiamos a que articules de manera coherente las siguientes pistas (correspondientes a diferentes términos y expresiones matemáticas) para explicar el concepto de **onda**. Tiene libertad de usar otras pistas.



*[Sugerencias al docente: Aquí se espera que el estudiante realice un mapa conceptual relacionando los conceptos descritos anteriormente, destacando en él las características de las ondas y dónde se pueden encontrar en la vida cotidiana].*

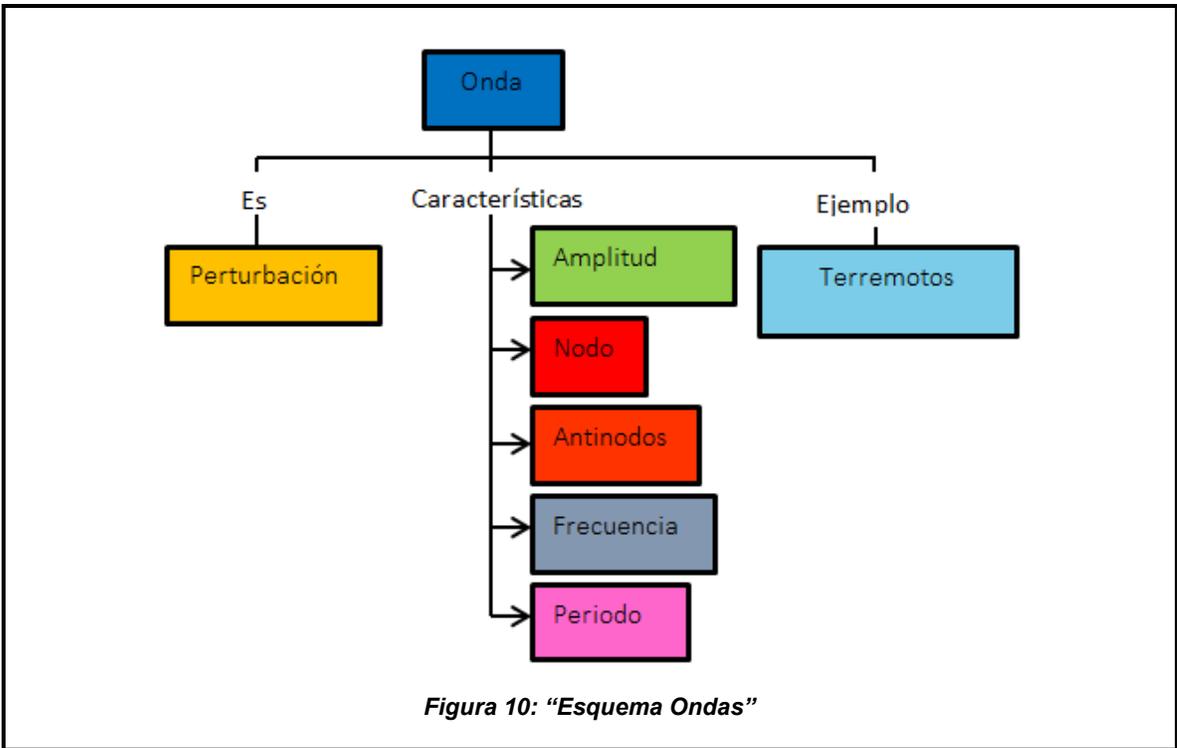


Figura 10: "Esquema Ondas"

Modelando el  
desplazamiento  
de la serpiente

# Propuesta didáctica 3

El objetivo es que el estudiante identifique el efecto de la propiedad anisotrópica de los materiales, a través del desplazamiento de la serpiente denominado “serpentino”.

**Recomendaciones  
al docente**

## Movimiento Serpentino.

(Tiempo estimado: 90 min. Sugerencia al docente: la distribución de tiempo queda a elección del docente)

Profesor(a): \_\_\_\_\_  
Establecimiento \_\_\_\_\_  
Integrantes: 1. \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
2. \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_  
3. \_\_\_\_\_  
4. \_\_\_\_\_  
Nombre Grupo: \_\_\_\_\_

Objetivo de Aprendizaje (OA) 7 de las Bases curriculares vigentes (2018) publicada en el año 2015 nivel 7 básicos: Planificar y conducir una investigación experimental para proveer evidencias que expliquen los efectos de la fuerza de roce en situaciones cotidianas

Examinar propiedades anisotrópicas en el movimiento de la serpiente.

### ¿Cómo lo haremos?

Te invitamos a que junto con 3 o 4 compañeros o compañeras, leer **el documento 3.1**, que es la continuación de la descripción del templo de la serpiente bicéfala. Adéntrate en la aventura y explica por qué algunos objetos tienen mayor resistencia a desplazarse en una dirección que en otra.

### Documento 3.1. “El tercer Nivel del templo”

El templo de la serpiente, tras superar los primeros niveles, el tercer y último nivel lleva directamente a la cámara donde se encuentran las riquezas del rey serpiente. Aquí, para abrir la puerta y llegar al tesoro, es necesario **que una barra rectangular recorra un camino inclinado y caiga en un lugar específico**, pasando por unas partes marcadas de color. En el lugar, solo se cuentan con vasijas, llenas con barras de dos tipos de texturas (Figura 2). Un tipo de barra es del todo lisa, mientras que la otra barra presenta pequeños pliegues orientados en una dirección.

La ayuda del templo decía que: una barra sin importar como se posicione en una superficie inclinada, siempre llegará al mismo punto; en cambio el otro tipo de barra, dependiendo de cómo se posicione en una superficie inclinada, cambiará su punto de llegada. **Un verdadero fiel y conocedor de las serpientes, sabe que la piel de ellas, es la clave para este desafío.**

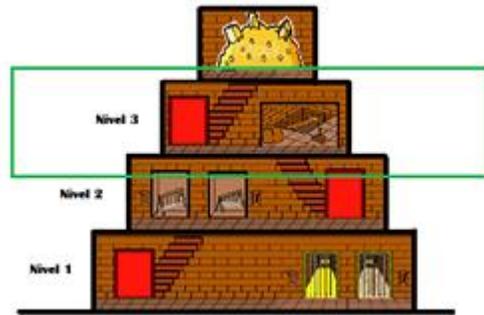


Figura 1: “Templo de la serpiente: Tercer nivel”



Figura 2: “El camino de la serpiente”

¿Qué características debería tener la textura de la barra rectangular para que cuando se deslice en un plano inclinado, avance en dirección diagonal hacia abajo y no en forma recta?

---

---

---

---

---

---

---

**[Sugerencias al docente:** Se sugiere al docente mencionar que un objeto que tenga la misma forma geométrica, por donde se observe (isotrópico), cae siempre recto hacia abajo, mostrar por ejemplo un estuche colocado en diagonal sobre un plano inclinado].

- **Actividad 3.1. “El arrastre y desliz de la Serpiente”**

### ***¿Qué pasaría si...?***

¿Qué pasaría si en vez de hacer deslizar barras por un plano inclinado, fuesen autitos de juguete con diminutas ruedas y se posicionaran en la parte central superior del plano, descienden siempre en línea recta llegando a la parte central inferior del plano? ¿Y si se coloca el auto en forma diagonal puede llegar a algunos de los extremos inferiores del plano?




**Figura 3**

### **Actividad 3.2 “Escamas y su relevancia”**

Identificar características de la piel de la serpiente para que pueda desplazarse.

Junto a tus compañeros y compañeras, señale las características que debería tener la piel de una serpiente para favorecer su desplazamiento.


**[Sugerencia al docente:** Aquí se espera que los y las estudiantes nombren como características de la piel de la serpiente, que ésta debe ser con escamas, resistente y flexible para favorecer su desplazamiento]

Para profundizar sobre la piel de la serpiente, te invitamos a leer el documento 3.2

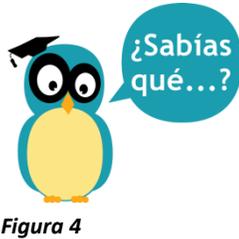


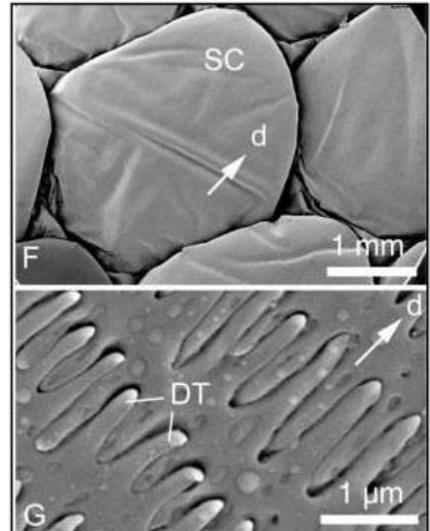
Figura 4

### Documento 3.2 “Escamas”

figura 5: “Las escamas”

La piel de serpiente es anisótropa, esto quiere decir que es más fácil moverse en una dirección respecto a otras direcciones diferentes, ya que está constituida por escamas que poseen microfibras que le permiten moverse de esa manera especial y le impiden moverse en retroceso (retroceder). Además son lo suficientemente duras para proteger sus órganos internos de la fricción producida al desplazarse.

El cuerpo de la serpiente al deslizar adquiere forma de onda para encontrar los ángulos necesarios que le permiten desplazarse.



**[Sugerencias al docente:** Se recomienda entregar esta parte del documento posterior a la realización de la actividad anterior 3.2]



Figura 6

### Actividad 3.3 “Materiales Anisotrópicos”

Distinguir en el movimiento de la serpiente la propiedad anisotrópica de la interacción serpiente-plano

Para analizar el desplazamiento de una serpiente, científicos como David Hu, realizaron experimentos en los que sedaron a una serpiente y la colocaron sobre un plano inclinado para el estudio de la fuerza de roce. Para acercarnos al experimento que realizó este investigador haciendo uso de un plano inclinado y escobillas de ropa (para representar a la serpiente), los

invitamos a explorar las características de la piel de la serpiente.

## ¿De qué materiales disponemos?

- Base de madera 60x20 cm aprox. Con rectas paralela al largo de la base (2 o más)
- 2 escobillas de ropa plásticas.
- Video de la serpiente.

<https://www.youtube.com/watch?v=MlhUazcGj38&t=112min>(Visitado el 14/05/2018 a las 17:30 hrs.) (ver 2:40 min)



Figura 7

## “¿Cómo lo haremos”

Para aproximarnos al modelo de desplazamiento de una serpiente, te proponemos que reflexiones con tu grupo sobre las siguientes actividades y a continuación registres sus respuestas:

- 3.3.1 Haciendo uso de las dos escobillas, doblar las puntas de una de ellas como se muestra en la siguiente figura:



Figura 8: Comparando escobilla normal con escobilla con puntas dobladas en un sentido”.

Después de haber doblado las puntas de una escobilla, posicionar ambas escobillas paralelas sobre la base de madera, colocando en una primera instancia la escobilla con las puntas hacia





3.3.4 En base a las actividades 3.3.2 y 3.3.3, explica con tus palabras. ¿Cómo es la fuerza de roce para cada una de las posiciones de la serpiente (horizontal, vertical y diagonal) respecto al plano inclinado?


*[Sugerencia al docente: aquí se espera que se formalice el concepto llamada anisotropía y que está presente en la piel de la serpiente, en otras palabras, que un mismo material puede poseer roces distintos según como se posicione]*

3.3.5 Sabemos que la serpiente viaja en forma de una onda y al tomar una sección de ella, ésta puede asemejar a una escobilla de ropa (diferencia de roce respecto de su posición) trabajadas anteriormente (recordar anisotropía). Además, sabemos que no puede desplazarse hacia atrás, ya que su estructura no lo permite y tampoco lo puede hacer si el roce es mínimo o muy alto. Elabore un diagrama que muestre la de velocidad de traslado y la fuerza de roce (dos o más) en de un trozo serpiente mientras esta se desliza en movimiento serpentino. Guíese por el siguiente dibujo.

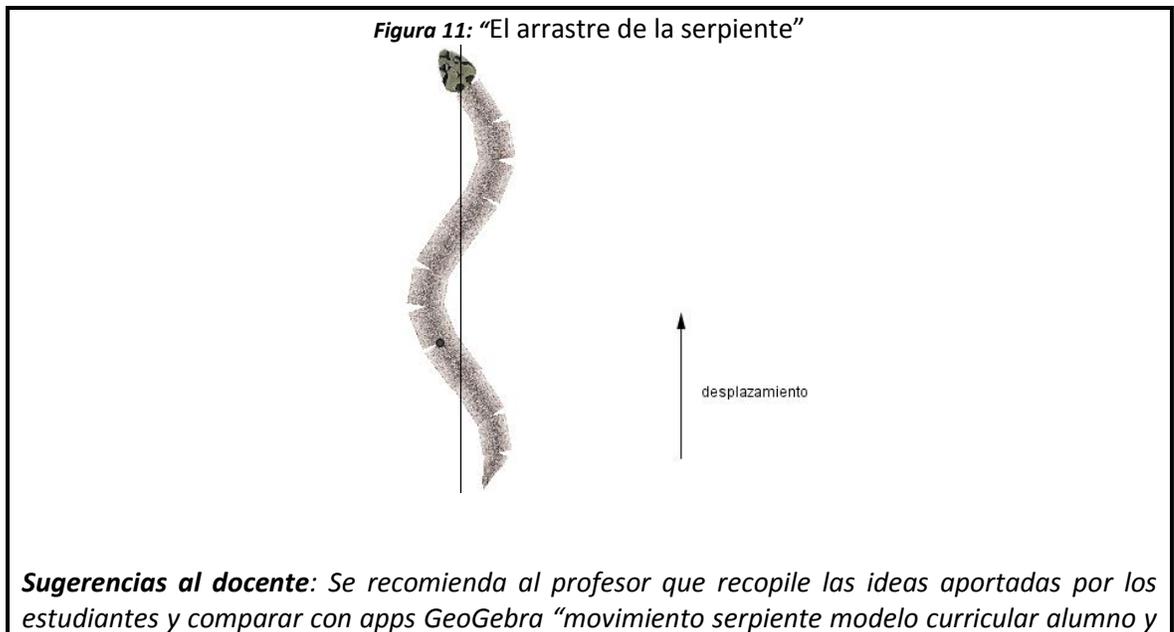




Figura 12

### Actividad 3.4 “Modelando lo aprendido” Modelo expresado

Te desafiamos a que modelas a través de diagramas las fuerzas que interactúan en la serpiente sobre el plano inclinado, para cada caso, distinguiendo las fuerzas de roces que están presentes.

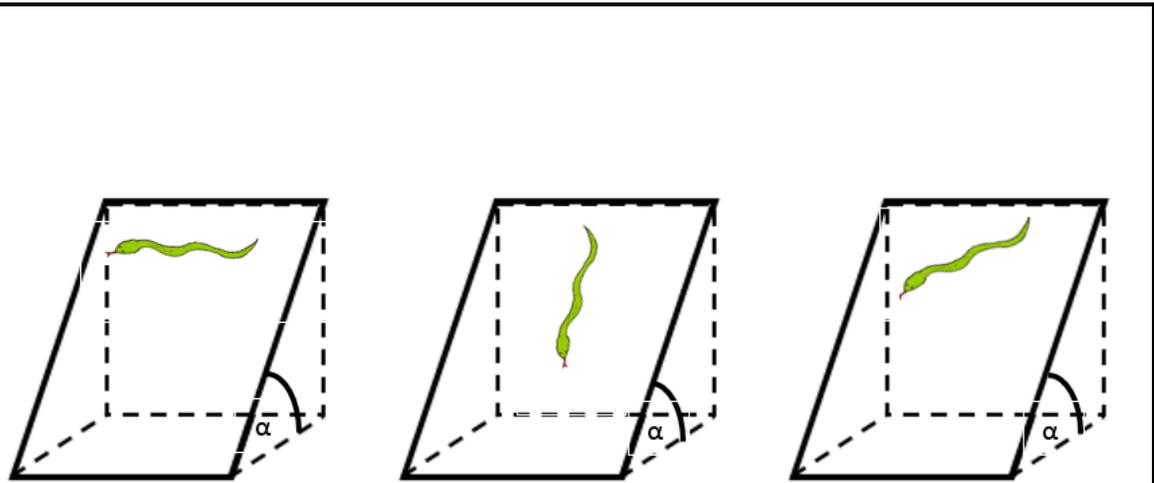


Figura 13: “Serpiente sedada en un plano inclinado”

*[Sugerencia al docente: Aquí se espera que los estudiante proporcionen ideas respecto a las fuerza de roce de la serpiente son diferente según como se coloque en el plano inclinado.]*



Figura 14

### Actividad 3.5 Síntesis “Recapitulando lo visto”

Para finalizar, se presenta una simulación con el *apps GeoGebra*, llamado “*movimiento de la serpiente modelo curricular alumno y científico*”, sobre el desplazamiento de una serpiente integrando todo lo aprendido en clases sobre fricción.

Menciona ideas y explica con tus palabras en relación a la fuerza de roce, cómo se presenta dicha fuerza en una serpiente cuando se desplaza en forma de onda.

---

---

---

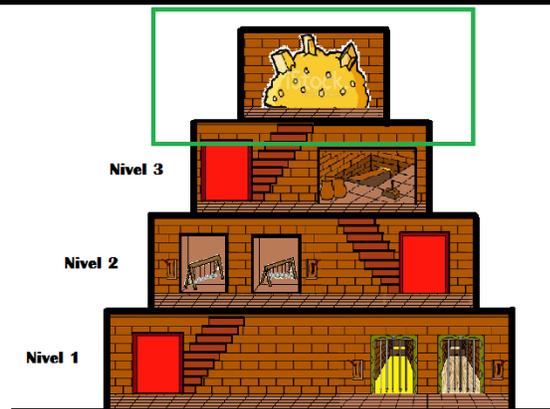
---

---

**[Sugerencias al docente:** Se recomienda al docente que recoja las ideas de los estudiantes y la resuma en el *GeoGebra* “*movimiento serpiente modelo curricular alumno y científico*”. Tras ello, mencione que lo que se analiza en el *GeoGebra* es solo una parte de la serpiente, pero al observarla completamente, la fuerza de roce no se opone al movimiento].

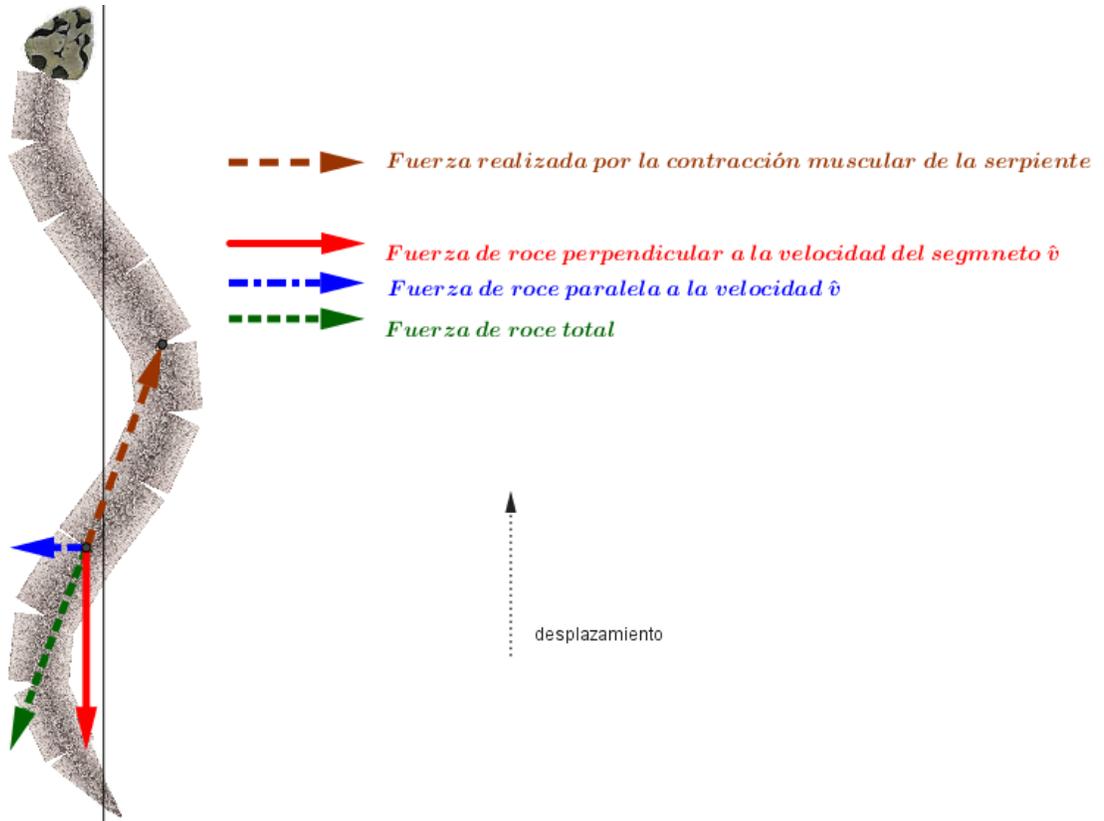
#### Documento 3.3.

En resumen, analizando cada segmento de la serpiente se puede vislumbrar que el roce se opone al movimiento, sin embargo, observando el total de segmentos del cuerpo de la serpiente, como si fuera un solo segmento, se desprende que el roce entre la piel anisotrópica de la serpiente y la superficie de contacto, permiten el desplazamiento de la serpiente, o sea, el roce favorece al movimiento.



**Figura 15:** “¡¡Llegaste al tesoro!!”

Documento 3.4 Variables involucradas en el desplazamiento de la serpiente



(Sugerencias al Docente: Entregar este documento al finalizar la clase)

1.5 Evaluación "Fuerza de roce"

**Evaluación "Fuerza de Roce"**

Nombre:			
Curso:		Fecha:	
Puntaje:	<u>  </u> / <u>  </u>	Nota:	

**Instrucciones:**

- La prueba debe realizarse de forma individual.
- Consta de 90 min. para responder
- Use lápiz pasta para responder
- Sea ordenado, limpio y cuidadoso con sus respuestas, los borrones y/o respuestas con corrector serán consideradas inválidas

Complete la frase según corresponda, **marcando la alternativa correcta.** (1 pto c/u)

- 1) La Fuerza \_\_\_\_\_ es aquella que apunta siempre \_\_\_\_\_ la superficie.
    - a) de roce / hacia arriba de
    - b) peso / hacia arriba de
    - c) normal / hacia arriba de
    - d) peso / perpendicular hacia abajo de
    - e) normal / perpendicular hacia arriba de
  
  - 2) La onda es una perturbación que posee partes altas llamadas \_\_\_\_\_ y partes bajas llamadas \_\_\_\_\_.
    - a) nodo / amplitud
    - b) longitud de onda / frecuencia
    - c) valle / monte
    - d) amplitud / nodo
    - e) monte / valle
  
  - 3) una mayor \_\_\_\_\_ genera una \_\_\_\_\_ fricción entre materiales en contacto.
    - a) superficie / menor
    - b) rugosidad / mayor
    - c) rugosidad / menor
    - d) normal / menor
    - e) superficie / nula
- I. Indique si las siguientes proposiciones son verdaderas (V) o falsas (F) y **justifique las falsas.** Las falsas sin justificar se consideran incorrectas (1 pto c/u)
- a) \_\_\_\_ El roce de los zapatos de seguridad debe ser mínimo para evitar caer.

- b) \_\_\_\_ El coeficiente de roce depende de la fuerza normal.
- c) \_\_\_\_ Un ejemplo de anisotropía de una superficie podría ser un espejo.
- d) \_\_\_\_ El roce va contra el movimiento general de una persona al caminar.
- e) \_\_\_\_ El roce es una fuerza con un vector paralelo a la superficie de contacto.

II. Identifique y explique en los siguientes diagramas el **error** en los vectores de cada caso

<p>1) Objeto sobre plano horizontal:</p>	
<p>2) Objeto sobre plano inclinado</p>	

III. Determine en cada caso según corresponda

Sobre una caja de 1200 g de masa situado sobre en una mesa horizontal se aplica una fuerza de 15 N en la dirección del plano. Calcula el módulo de la fuerza de rozamiento (**fuerza de fricción**) si:

- 1) La caja adquiere una aceleración igual a  $2,5 \text{ m/s}^2$ .
  - a) 15 N
  - b) 0 N
  - c) 2,5 N
  - d) 12 N
  - e) 1 N
- 2) La caja se mueve con rapidez constante.

- a) 15 N
- b) 0 N
- c) 2,5 N
- d) 12 N
- e) 1 N

3) Si la mesa horizontal fuese lisa a tal punto de no generar fricción.

- a) 15 N
- b) 0 N
- c) 2,5 N
- d) 12 N
- e) 1 N

IV. Analiza los siguientes casos y responde.

1) Distinga si el roce es favorable o no favorable marcando con una X según corresponda

Situación	El Roce sea conveniente	El Roce no sea conveniente
Frenado de un automóvil		
Alpinismo		
Movimiento de bisagras		
Movimiento de un auto		
Empujar un objeto sin ruedas		

2) Durante los viajes a la cordillera, en zonas donde hay nieve, a los automóviles se les pide colocar cadenas en sus ruedas, **esto es debido a:**

- a) Aumentar el peso del auto y así evitar resbalar.
- b) Aumentar la seguridad de las ruedas y evitar que se salgan.

- c) Aumentar la fricción de las ruedas con la nieve y evitar resbalar
- d) Aumentar el porte de las ruedas y tener más tracción
- e) Ninguna de las anteriores

3) El curling es un deporte en hielo de precisión similar a los bolos, donde se debe lanzar deslizando una piedra sobre una pista de hielo, la cual debe llegar en el centro de un círculo. Este es un juego de equipos donde hay un lanzador (el único que toca la piedra) y los barreadores que van por delante de la piedra, **la función de los barreadores es:**

- a) Desarreglar el hielo por delante para frenar el deslizado de la piedra
- b) Crear un vórtex de viento para impulsar más la piedra
- c) Pulir el suelo para que la piedra avance sin problemas
- d) empujar la piedra
- e) ninguna de las anteriores

V. Elabore un diagrama que muestre los **vectores de velocidad de traslado** y **aceleración o vectores de la fuerza de roce** (dos o más) en de un trozo serpiente mientras esta se desliza en movimiento serpentino. Guíese por el siguiente dibujo.



## Apéndice 2: Propuesta Didáctica para el Estudiante.

### 2.1 Propuesta didáctica 1

# LA FUERZA DE ROCE Y MOVIMIENTO

# Propuesta didáctica 1

El objetivo de esta propuesta es identificar conceptos previos necesarios para comprender los efectos de la fuerza de roce, tales como fuerza en particular, la fuerza peso y fuerza normal. Además, detectar la concepción alternativa de la fuerza de roce que dice que ésta siempre se opone al movimiento.

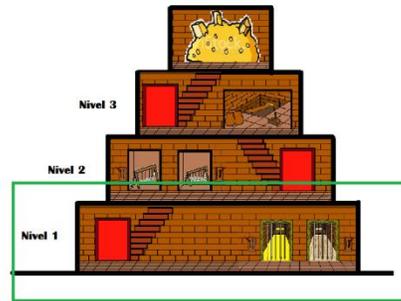
**Versión para el  
estudiante**



- **Documento 1.1. “El templo de la serpiente bicéfala: la entrada”**

En el año 470 d.C. Yik'in Chan K'awiil hijo de Jasaw Chan K'awiil, gobernante de Tikal (actual Guatemala) pidió a su padre construir un templo especial, un **“Templo de la serpiente”** para honrar a los nobles mayas. Este templo debía ser imponente, alto y robusto, digno de nobles guerreros, por lo tanto, estaría lleno de riquezas y trampas para quienes intentarán robar los tesoros. En estas trampas había serpientes.

Se dice, que para la sepultura de Yik'in Chan K'awiil, se elaboraron tres puertas, una en cada nivel del templo, con acertijos para abrirlas, cada una de las soluciones, estarían relacionadas con comprender los efectos de la fuerza de roce en el desplazamiento de la serpiente.



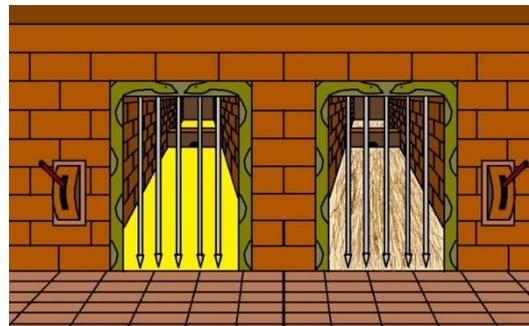
**Figura 1: “Templo de la serpiente: primer nivel”**

En la entrada del templo, correspondiente al primer nivel, había dos puertas, las cuales constaban de 2 **palancas** (1 palanca para cada puerta), donde al accionar una palanca, ésta anularía el efecto de la otra. Cuando se acciona la palanca, se libera una serpiente cerca de cada puerta, la que tratará de llegar a un agujero donde había comida para ella, intentando desplazarse por los caminos que se describirán a continuación. **El objetivo de este nivel era en jalar una palanca según su acertijo, siendo la opción correcta la primera serpiente que llegara a su comida.**

*Los acertijos de las palancas decían así:*

La **primera palanca**: *“Jalad por esta barra, y conducirás a la serpiente por un camino de oro tan fino y pulido que se quedará pegada mirándose en él”.*

La **segunda palanca**: *“Jalad por esta barra, y conducirás a la serpiente por un camino de sencillez, por un material tan simple como humilde, como lo es la madera de los árboles”.*



**Figura 2: “Las dos palancas”**

Si fueras un buscador(a) de tesoros y te adentraras con tu grupo a encontrar las riquezas del rey. ¿Qué camino elegirían si desean ser los primeros en llegar al otro extremo y por qué? **Fundamenta con argumentos científicos tu respuesta.**

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
-------------------------------------

**Actividad 1.1 ¿Qué pasaría si...?**

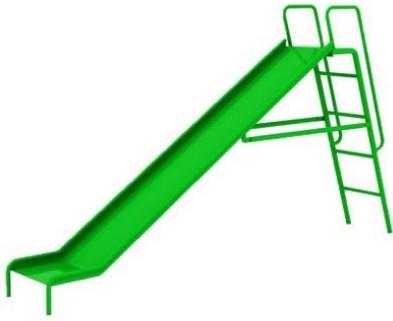
1.1.3 Una serpiente intenta desplazarse o avanzar sobre una tela de seda. Comenta con tus compañeros y compañeras. **Fundamenta con argumentos científicos tu respuesta.**

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
-------------------------------------

Para comprobar su predicción se sugiere ver el siguiente video:

Ver video: <https://www.youtube.com/watch?v=UWrL7KUAAA4>

1.1.4 Si los caminos descritos en el Documento 1.1 fuesen inclinados, como en el caso de si fuese un resbalín o una rampa de cemento. ¿Por qué sería más dificultoso que la serpiente se desplace de manera ascendente por el resbalín que por la rampa de cemento? Comenta con tus compañeros y compañeras. **Fundamenta con argumentos científicos tu respuesta.**



**Figura 3: Resbalín**



**Figura 4: Rampa de accesos**

---

---

---



## **Actividad 1.2 La mejor elección**

**Figura 5**

**Identificar, en situaciones de la vida real, el efecto de la fricción.**

1.4.1 **¿Qué pasaría si** al tocar un violín, el arco y sus cuerdas fuesen lisas?



**Figura 6: Tocando un violín**

1.4.2 ¿Qué pasaría si se desea apoyar una escalera en una pared y el suelo estuviese muy limpio y encerado, de tal manera de dejarlo muy liso?

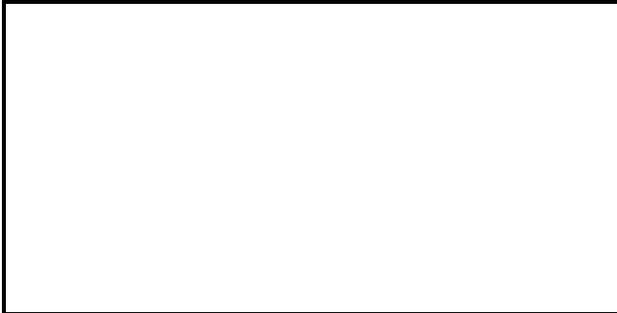


Figura 7: Apoyando una escalera

Para comprobar tus predicciones se recomienda ver el siguiente video <https://www.youtube.com/watch?v=VUfqjSeeZng>

Para profundizar el conocimiento científico sobre el tema de fuerzas, se sugiere leer el **Documento 1.2.**



Figura 8

**Documento 1.2.**

las fuerzas que interactúan cuando una serpiente no se mueve o está en reposo sobre superficie son:

- La **Fuerza Peso** que corresponde a una fuerza dirigida siempre hacia el centro del planeta, interactúa sobre todos los cuerpos situados cercano al planeta.
- La **Fuerza Normal**: Es la fuerza que ejerce una superficie sobre un cuerpo apoyado en ella; es perpendicular a la superficie.



Figura 9: Fuerzas que actúan sobre una serpiente en reposo

Recordemos que el peso se calcula de la siguiente manera:

$$P = mg$$

Dónde:

**P:** Peso del cuerpo. Su unidad de medida [N].

**m:** Masa del cuerpo. Su unidad de medida [kg]

**g:** Aceleración de Gravedad. Su unidad de medida [ $m/s^2$ ]



**Figura 10**

### **Actividad 1.3 “Identificando Fuerzas, ¿Cómo es el roce en distintas superficies en contacto?”**

**Identificar las fuerzas que actúan sobre un determinado cuerpo, usando diagramas de cuerpo libre.**

Para identificar las fuerzas que interactúan en el desplazamiento de una serpiente, científicos como David Hu (Como se cita en Darbois, s.f.), realizaron experimentos en los que sedaron a una serpiente y la colocaron sobre un plano inclinado para el estudio de la fuerza de roce. Para acercarnos al experimento que realizó este investigador haciendo uso de un plano inclinado y escobillas de ropa (para representar a la serpiente), los invitamos a explorar la relación entre la característica de la superficie y el ángulo mínimo con el que se comienzan a desplazar la escobilla en el plano inclinado, para aproximarnos al concepto de fuerza de roce.



**Figura 11: “Experimento David Hu”**

### ¿Con qué materiales disponemos?

- 1 base de madera con una de sus superficies con lija.
- 1 escobilla de ropa.
- Espejo (pequeño).
- \*Medidor de ángulos (digital o transportador o puede ser descargado desde el celular sistema Android “ app *Clinometer*).
- Láser para observar la rugosidad de los materiales.



Figura 12

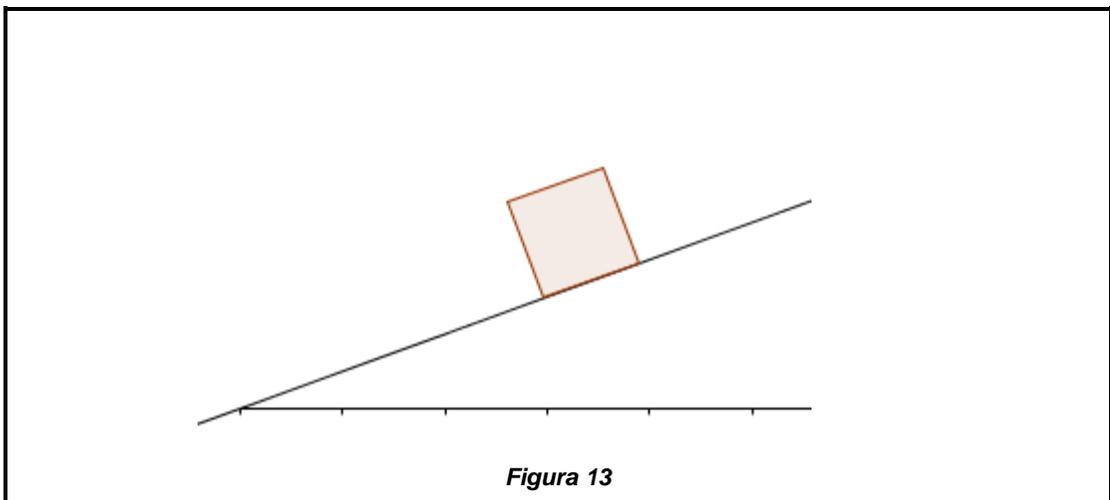
### ¿Cómo lo haremos?

1.3.7 Registre lo que observa tras iluminar oblicuamente con el láser :

- La base, apuntando la superficie de madera.
- La base, apuntando la superficie con la lija.
- Un cuaderno.
- Pizarra.
- Un vidrio.

Luego compare junto a tus compañeros la dispersión de la luz del láser en cada material.


1.3.8 Dibujen en el siguiente modelo, los vectores pertinentes para identificar la fuerza peso, fuerza normal y fuerza de roce presentes en un objeto que está sobre un plano inclinado.



1.3.9 Para realizar algo similar al experimento de David Hu, haciendo uso de una escobilla registre los **ángulos mínimos** necesarios para que comience a moverse al inclinar la base (madera-lijas). Realizar esta acción 3 veces para cada caso

Casos **1:** escobilla **horizontal** respecto al plano.

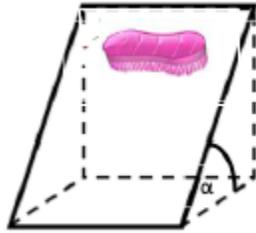


Figura 14

**2:** escobilla **vertical** respecto al plano.

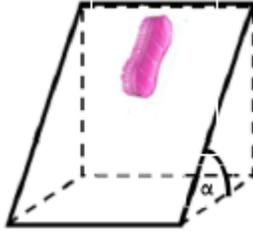


Figura 15

**3:** escobilla **diagonal** respecto al plano.

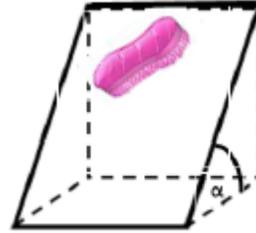


Figura 16

- Ángulo mínimo necesario de inclinación de la **base de madera** para que la escobilla comience a deslizar.

$\alpha$			
----------	--	--	--

- Ángulo mínimo necesario de inclinación de la **base de lija** para que la escobilla comience a deslizar.

$\alpha$			
----------	--	--	--

1.3.10 Después de obtener el valor de los ángulos mínimos de inclinación de las bases de madera y lija para que la escobilla en distintas posiciones comience a deslizar, que relación puedes establecer entre:

- c) las superficies (lija-madera) donde se desplaza la escobilla.

d) la inclinación de las bases con la dispersión del láser sobre ellas.



1.3.11 Ustedes como investigadores, junto a tus compañeros y profesor, determinen científicamente cuál de las opciones de caminos del templo del documento 1.1 favorece el desplazamiento de la serpiente, para ello, te desafiamos a **determinar cuál es el valor de la fuerza de roce**, utilizando la siguiente expresión matemática:

$$F_r = \mu N$$

Dónde: -  $F_r$ : es el módulo de la **fuerza de roce**.

-  $\mu$ : es un valor sin unidades de medidas que se genera en contacto de materiales específicos.

-  $N$ : Corresponde al módulo de la **fuerza normal** que es equivalente a la **fuerza peso** en un plano totalmente horizontal.

**Dato:** Como se señala en el documento 1.1 “**Templo de la serpiente**” uno de los caminos a elegir por la serpiente posee una superficie de oro tan pulido y liso que se puede ver el reflejo de uno, y al no poder usar una superficie de oro para facilitar el cálculo de la fuerza de roce, entregamos los valores de los coeficientes de roce:

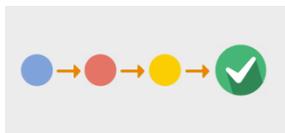
- coeficiente de roce entre la escobilla y el oro (0,14). Valor obtenido experimentalmente usando una base de vidrio (reemplazo por el oro).
- Coeficiente de roce entre la escobilla y la madera (0,40). Valor obtenido experimentalmente.

Tabla 2 “Valores de las variables en el cálculo de la fuerza de roce”

Variables	Valor
$\mu_{\text{Escobilla sobre vidrio}}$	0,14
$\mu_{\text{Escobilla sobre madera}}$	0,40
<b>Masa escobilla</b>	0,033 (kg)

Fuerza de roce <b>escobilla sobre vidrio</b>	Fuerza de roce <b>escobilla sobre madera</b>
Cálculo	Cálculo

**1.3.12** Con los cálculos anteriormente realizados obteniendo el valor de la fuerza de roce en una base horizontal de vidrio y en una base horizontal de madera, te invitamos a retomar la primera pregunta planteada en el documento 1.1 “**El templo de la serpiente**” ¿Volverías a elegir el mismo camino (camino de oro pulido o de madera)? **Fundamenta con argumentos científicos tu respuesta.**



### Actividad 1.4 Modelo expresado “Modelando lo aprendido”

**Figura 17**

Retomando las actividades anteriores **fundamenta con argumentos científicos** lo siguiente:

¿Es importante el roce en la vida cotidiana?

¿Qué pasaría si no existiera el roce?

¿En qué otras situaciones cotidianas, distintas a la actividad del violín y la escalera, se puede evidenciar el roce?

¿En qué situaciones nos favorecemos de la presencia del roce? De al menos 2 ejemplos.

Ahora, te desafiamos a que con tus palabras definas :

<b>Fuerza de roce:</b>
------------------------

Posteriormente Junto al docente, utilizando la animación “*Fuerza en plano inclinado*” GeoGebra intenta predecir qué pasará con un bloque que es colocado sobre un plano inclinado, si se dan los siguientes datos:

Masa del bloque	: 2 (Kg)
Ángulo de inclinación de la base	: 45°
Rugosidad entre el bloque y la base	: 0,5




Figura 18

### Actividad 1.5 Síntesis “Recapitulando lo visto”

Para finalizar, te desafiamos a que articules uniendo de manera coherente las siguientes pistas (correspondientes a diferentes términos y expresiones matemáticas) para explicar el concepto de **fuerza**. Para ello puede agregar o suprimir los que estime conveniente.

Fuerza Peso

Su expresión matemática  
en un plano horizontal  
 $N = P$

Su expresión matemática  
 $P = mg$

Fuerza de Roce

Fuerza Normal

Fuerzas

Su expresión matemática  
 $F_r = \mu N$

**CARACTERIZANDO  
FENÓMENOS  
ONDULATORIOS**

**Propuesta  
didáctica 2**

---

El objetivo es que el estudiante analice e identifique los componentes de una onda (amplitud, longitud de onda, periodo, frecuencia).

**Versión para el  
estudiante**

## Ondas a la vista

(Tiempo estimado 45 min.)

Profesor(a): \_\_\_\_\_  
Establecimiento: \_\_\_\_\_  
Integrantes: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
• \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_  
• \_\_\_\_\_  
• \_\_\_\_\_  
• \_\_\_\_\_  
Nombre Grupo: \_\_\_\_\_

Objetivo de Aprendizaje (OA) 9 de las Bases curriculares vigente (2018) publicadas en el año 2015 nivel 1 Medio:

Demostrar que comprender, por medio de la creación de modelos y experimentos el concepto de onda y sus características (amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación,

relación entre longitud de onda, longitud de onda y amplitud, movimiento de onda, la relación de onda con el movimiento de la serpiente.

### ¿Cómo lo haremos?

Te invitamos a que junto con 3 o 4 compañeros, leer el documento 2.1, que es la continuación de la descripción del templo de la serpiente. Adéntrate en la aventura y logra explicar detalladamente cuál es la forma más conocida en que se mueve naturalmente la serpiente en terrenos horizontales.

- Documento 2.1. “El templo de la serpiente: segundo nivel”

En el templo de la serpiente bicéfala, donde estaban todas las riquezas del rey maya, estaba lleno de trampas para proteger el tesoro. Para poder acceder a él, es necesario superar algunos acertijos, que estaban relacionados con serpientes. Tras superar el acertijo de la entrada o primer nivel, se presenta el acertijo del **segundo nivel**, que consta de **dos mecanismos de péndulos** separados en **mecanismo de la derecha (MD)** y **mecanismo de la izquierda (MI)**. Ambos mecanismos poseen una seguidilla de bolas colgantes.

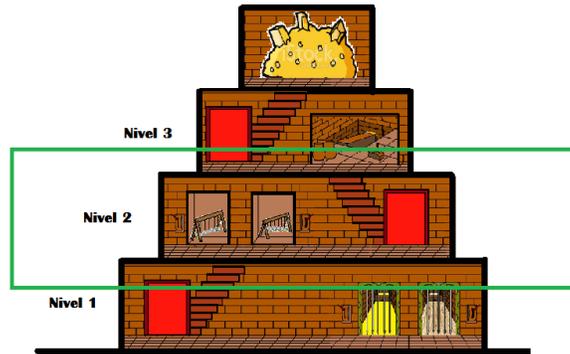


Figura 1: “Templo de la serpiente: segundo nivel”

En el **mecanismo de la izquierda**, los péndulos tienen todos el mismo largo, y al mover un péndulo, éste golpearía al péndulo siguiente y así sucesivamente (Figura 1)

En el **mecanismo de la derecha**, el largo de los péndulos varía en forma decreciente de tal manera que, al soltar los péndulos simultáneamente y perpendicularmente a las posiciones de equilibrio de éstos, se mueven en conjunto describiendo una onda. (Figura 2)

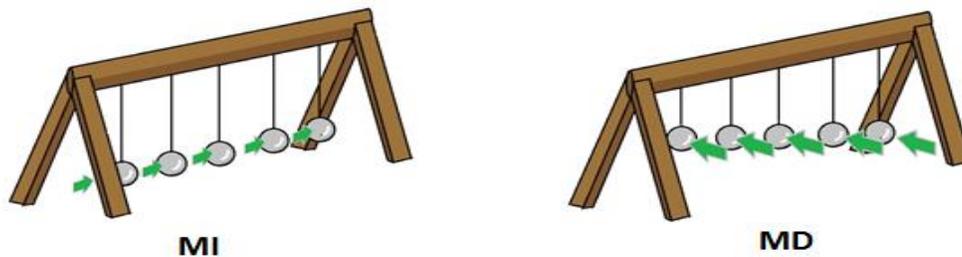


Figura 2: “Péndulos de igual longitud y distinta que describen MI y MD.”

Si el problema que se presenta en este segundo nivel es ver el movimiento característico y más conocido de la serpiente al desplazarse, ¿Qué mecanismo elegirías?

---

---

---

---

---

---

### Actividad 2.2 ¿Qué pasaría si...?

- Intenta recrear los mismos mecanismos **MI** y **MD** descritos anteriormente, para diferenciar las ondas en los dos mecanismos, pero ahora con un resorte de juguete. como el de la Figura 2. ¿Qué puedes describir sobre las ondas producidas?

---

---

---

---

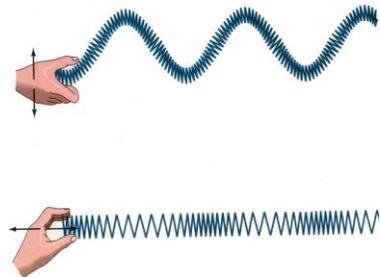


Figura 3: “Resorte de juguete”

Te invitamos a leer el documento 2.2, donde se enuncian las diferentes características de estas ondas.



Figura 4

#### Documento 2.2

- Lo descrito en el templo es un fenómeno que ocurre también en otros medios como: en cuerdas tensadas (como en una guitarra), en los terremotos en un medio terrestre y el sonido a través del aire.

Para visualizarlo, te invitamos a ver el siguiente video:

“¡Como se ven las cuerdas dentro de la guitarra!...¡Increíble! - Dave Prado

<https://www.youtube.com/watch?v=xYcSy146LAM>

- Si las partículas que se mueven con una onda, en torno a un punto fijo, vibran en la misma dirección que viaja la onda, a este tipo de movimiento se le llama **ondas longitudinales**, como el mecanismo **MI**.
- Si las partículas que vibran por efecto de una onda, se mueven perpendicularmente de la dirección en que viaja la onda, se les llama **ondas transversales**, como el mecanismo **MD**.

- Si la serpiente intenta desplazarse en una superficie lisa (como en una tela de seda), se puede apreciar la onda que describe este animal. Identifica qué tipo de onda describe, viéndola desde una mirada macroscópica ¿longitudinal o transversal?

Ver video: "My snake try's to move on bed"

<https://www.youtube.com/watch?v=UWrL7KUAAA4>



Figura 5

### Actividad 2.3 “Creando Ondas a través de péndulos y definiéndolas”

**Identificar características que describen a una onda (Amplitud, frecuencia, longitud) a través del uso de péndulos con el objeto de aproximarse a la comprensión del movimiento serpentino de una serpiente.**

Para aproximarnos al modelo de desplazamiento de una serpiente será necesario conocer, a través de un video, la forma y las características de una onda descrita por el movimiento de varios péndulos caseros.

#### ¿Con qué materiales contamos?

- Regla
- Video “DANZA DE PÉNDULOS”. ([https://www.youtube.com/watch?v=UjaMu\\_A-0gk](https://www.youtube.com/watch?v=UjaMu_A-0gk))



Figura 6

## ¿Cómo lo haremos?

Para aproximarnos al modelo de desplazamiento de una serpiente, te proponemos que con tu grupo observen el video “DANZA DE PÉNDULOS” y a continuación registren las respuestas a los siguientes ejercicios:

- 2.3.1 Indique mediante el diagrama de una onda, a qué se refiere la amplitud y longitud de onda, Nodos y Antinodos (Tenga en consideración el documento 2.3 que aparecen bajo el cuadro).



Para identificar las características, te invitamos a leer el documento 2.3



Figura 7

### Documento 2.3

Algunas características que todas las ondas poseen son:

**Amplitud (A):** Es la máxima separación de la onda desde su eje de equilibrio.

**Eje de equilibrio:** Corresponde a la línea que divide a la onda en dos secciones iguales que, en el caso del video “DANZA DE PÉNDULOS”, está ilustrado por el soporte de los péndulos (palo de maqueta).

**Nodos:** Punto donde la onda cruza la línea de equilibrio.

**Antinodos:** Puntos más altos y más bajos de la onda.

**Longitud de onda ( $\lambda$ ):** Distancia que ocupa una onda completa. También corresponde a la distancia entre dos puntos máximos o mínimos consecutivos de una onda.

**Periodo (T):** Tiempo que tarda en formarse una onda (se mide en segundos).

2.3.2 Basado en el video “DANZA DE PÉNDULOS”, con el uso de una regla determine el valor de la amplitud y la longitud de onda (Guíese por el diagrama que realizó en la pregunta 2.3.1).

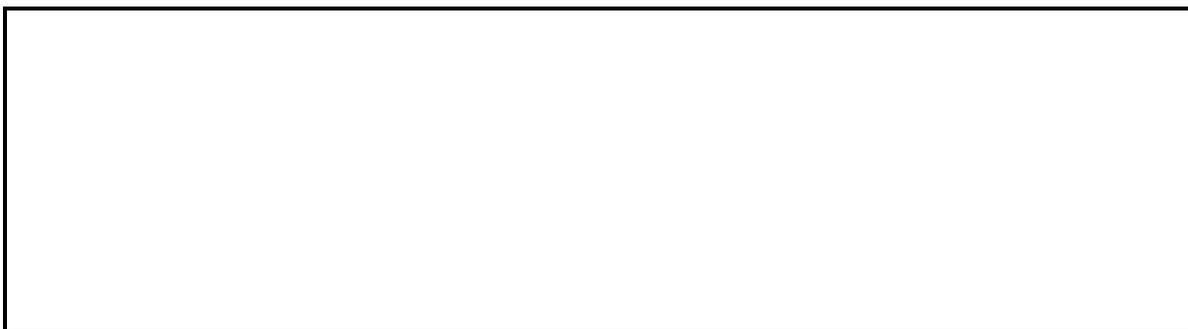


#### Actividad 2.4

#### “Modelando lo aprendido”

*Figura 8*

2.4.1 Te invitamos a que representes, mediante un esquema, una serpiente que se desplaza como una onda transversal e indicando las partes de la onda en ella (nodos, antinodos, amplitud, longitud de onda)



2.4.2 Volviendo a la situación del “Templo de la serpiente: nivel dos”, los mecanismos de la derecha (MD) y el mecanismo de la izquierda (MI), ¿cuál de ellos representa mejor a la serpiente en movimiento?, ¿coincide tu respuesta con la que diste al inicio de la propuesta (en el documento 2.1)?



## 2.2 Propuesta didáctica 2

Modelando el  
desplazamiento  
de la serpiente

# Propuesta didáctica 3

El objetivo es que el estudiante identifique el efecto de la propiedad anisotrópica de los materiales, a través del desplazamiento de la serpiente denominado “serpentino”.

**Versión para el  
estudiante**

## Movimiento Serpentino.

(Tiempo estimado: 90 min.)

Profesor(a): \_\_\_\_\_

Establecimiento \_\_\_\_\_

Integrantes: 1. \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

Nombre Grupo: \_\_\_\_\_

Objetivo de Aprendizaje (OA) 7 de las Bases curriculares vigentes (2018) publicada en el año 2015 nivel 7 básicos: Planificar y conducir una investigación experimental para proveer evidencias que expliquen los efectos de la fuerza de roce en situaciones cotidianas

### ¿Cómo lo haremos?

Te invitamos a que junto con 3 o 4 compañeros o compañeras, leer **el documento 3.1**, que es la continuación de la descripción del templo de la serpiente bicéfala. Adéntrate en la aventura y explica por qué algunos objetos tienen mayor resistencia a desplazarse en una dirección que en otra.

### Documento 3.1. “El tercer Nivel del templo”

El templo de la serpiente, tras superar los primeros niveles, el tercer y último nivel lleva directamente a la cámara donde se encuentran las riquezas del rey serpiente. Aquí, para abrir la puerta y llegar al tesoro, es necesario **que una barra rectangular recorra un camino inclinado y caiga en un lugar específico**, pasando por unas partes marcadas de color. En el lugar, solo se cuentan con vasijas, llenas con barras de dos tipos de texturas (Figura 2). Un tipo de barra es del todo lisa, mientras que la otra barra presenta pequeños pliegues orientados en una dirección.

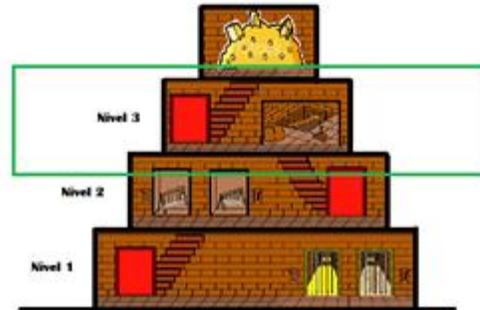


Figura 1: “Templo de la serpiente: Tercer nivel”

La ayuda del templo decía que: una barra sin importar como se posicione en una superficie inclinada, siempre llegará al mismo punto; en cambio el otro tipo de barra, dependiendo de cómo se posicione en una superficie inclinada, cambiará su punto de llegada. **Un verdadero fiel y conocedor de las serpientes, sabe que la piel de ellas, es la clave para este desafío.**



Figura 2: “El camino de la serpiente”

¿Qué características debería tener la textura de la barra rectangular para que cuando se deslice en un plano inclinado, avance en dirección diagonal hacia abajo y no en forma recta?

---

---

---

---

---

- **Actividad 3.1. “El arrastre y desliz de la Serpiente”**

### ***¿Qué pasaría si...?***

¿Qué pasaría si en vez de hacer deslizar barras por un plano inclinado, fuesen autitos de juguete con diminutas ruedas y se posicionaran en la parte central superior del plano, descienden siempre en línea recta llegando a la parte central inferior del plano? ¿Y si se coloca el auto en forma diagonal puede llegar a algunos de los extremos inferiores del plano?

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
---



**Figura 3**

### **Actividad 3.2 “Escamas y su relevancia”**

Identificar características de la piel de la serpiente para que pueda desplazarse.

Junto a tus compañeros y compañeras, señale las características que debería tener la piel de una serpiente para favorecer su desplazamiento.

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
---

Para profundizar sobre la piel de la serpiente, te invitamos a leer el documento 3.2



Figura 4

### Documento 3.2 “Escamas”

figura 5: “Las escamas”

*La piel de serpiente es anisótropa, esto quiere decir que es más fácil moverse en una dirección respecto a otras direcciones diferentes, ya que está constituida por escamas que poseen microfibras que le permiten moverse de esa manera especial y le impiden moverse en retroceso (retroceder). Además son lo suficientemente duras para proteger sus órganos internos de la fricción producida al desplazarse.*

*El cuerpo de la serpiente al deslizar adquiere forma de onda para encontrar los ángulos necesarios que le permiten desplazarse.*

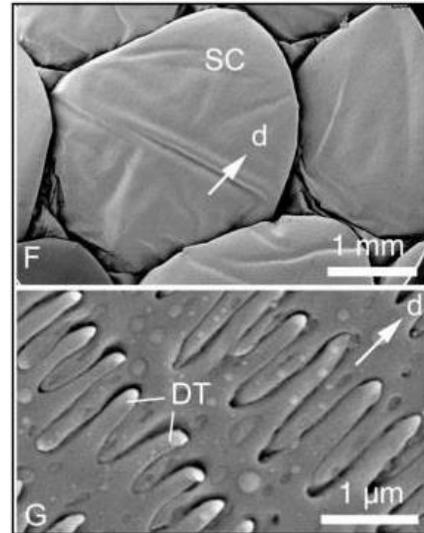


Figura 6

### Actividad 3.3 “Materiales Anisotrópicos”

Distinguir en el movimiento de la serpiente la propiedad anisotrópica de la interacción serpiente-plano

Para analizar el desplazamiento de una serpiente, científicos como David Hu, realizaron experimentos en los que sedaron a una serpiente y la colocaron sobre un plano inclinado para el estudio de la fuerza de roce. Para acercarnos al experimento que realizó este investigador haciendo uso de un plano inclinado y escobillas de ropa (para representar a la serpiente), los invitamos a explorar las características de la piel de la serpiente.

#### ¿De qué materiales disponemos?

- Base de madera 60x20 cm aprox. Con rectas paralela al largo de la base (2 o más)
- 2 escobillas de ropa plásticas.
- Video de la serpiente.

<https://www.youtube.com/watch?v=MlhUazcGj38&t=112min>



Figura 7

## “¿Cómo lo haremos”

Para aproximarnos al modelo de desplazamiento de una serpiente, te proponemos que reflexiones con tu grupo sobre las siguientes actividades y a continuación registres sus respuestas:

3.3.1 Haciendo uso de las dos escobillas, doblar las puntas de una de ellas como se muestra en la siguiente figura:



Figura 8: Comparando escobilla normal con escobilla con puntas dobladas en un sentido”.

Después de haber doblado las puntas de una escobilla, posicionar ambas escobillas paralelas sobre la base de madera, colocando en una primera instancia la escobilla con las puntas hacia abajo y después con las puntas hacia arriba e incline la base. (Guíese por la figura 9 que se presenta a continuación).

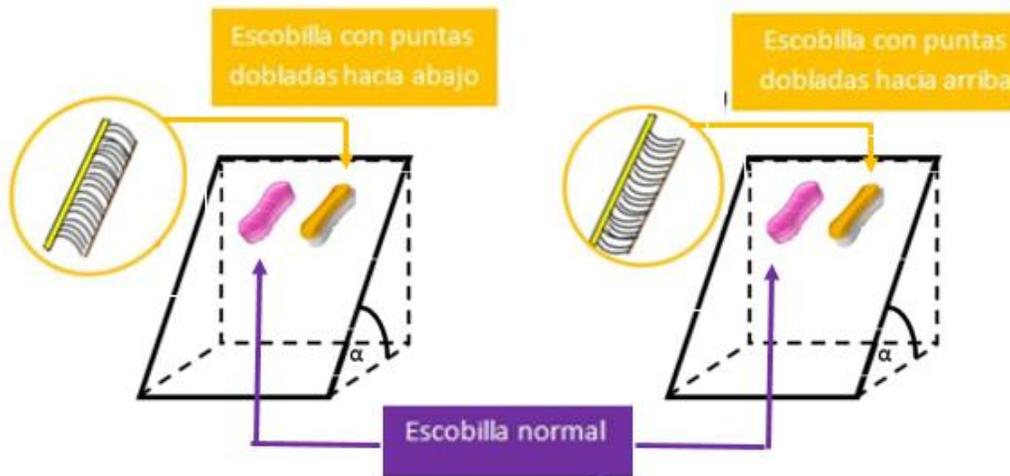
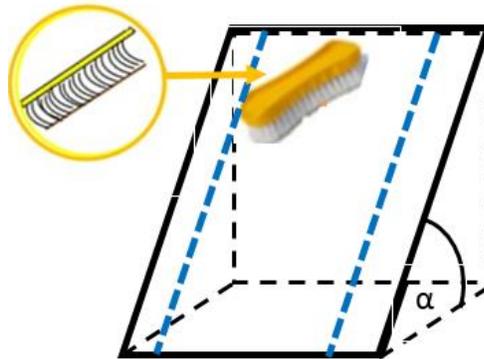


Figura 9: Escobillas en un plano inclinado

3.3.2 Al inclinar la base, ¿Qué diferencias pueden apreciar al usar la escobilla con puntas hacia abajo, la escobilla normal y la escobilla con las puntas hacia arriba? **Justifica científicamente.**

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
---

3.3.3 Ahora posicione la escobilla con las puntas dobladas de manera diagonal sobre la base de madera (como se ve en la figura 10), donde un extremo de la escobilla toque uno de las rectas de referencia de la base. Incline la base hasta que comience a desplazarse la escobilla. Junto a tus compañeros, responde científicamente ¿Qué se aprecia respecto de la **posición inicial** de la escobilla y la **posición final** respecto de la recta de referencia?



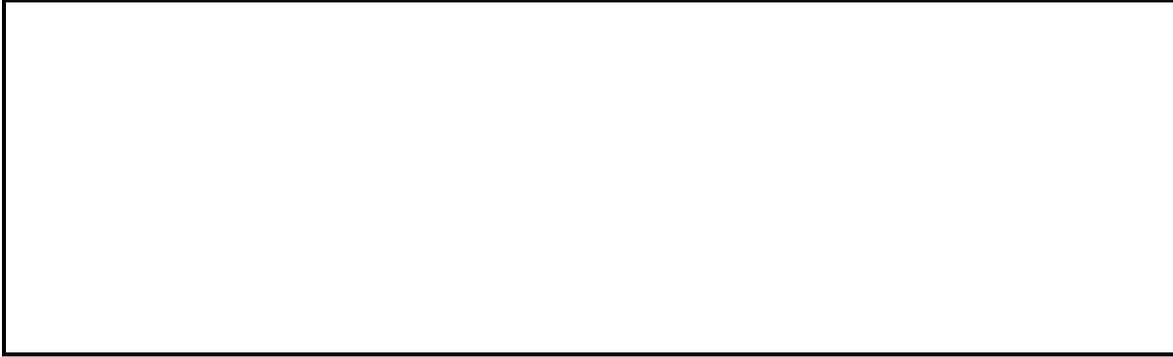
**Figura 10: “Escobilla posicionada diagonalmente en el plano inclinado”**

<hr/> <hr/> <hr/>
-------------------

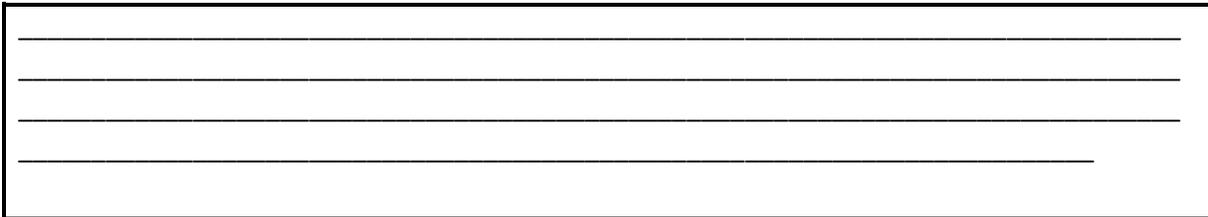
Para comprobar tus respuestas ver el siguiente video:

<https://www.youtube.com/watch?v=VqXTcpoDPZ8&feature=youtu.be>

3.3.4 Comenta con tus compañeros y escribe. Si se colocan tres serpientes durmiendo en un plano que se inclinará, hasta que se deslicen las serpientes, posicionándola paralela y perpendicularmente al plano que se inclina ¿Cuál serpiente se deslizará primero? Para comprobar tus predicciones, veamos este video en el minuto 2 con 45 segundos de reproducción: <https://www.youtube.com/watch?v=MlhUazcGj38&t=112min>



3.3.5 En base a las actividades **3.3.3** y **3.3.4**, explica con tus palabras. ¿Cómo es la fuerza de roce para cada una de las posiciones de la serpiente (horizontal, vertical y diagonal) respecto al plano inclinado?



3.3.6 Sabemos que la serpiente viaja en forma de una onda y al tomar una sección de ella, ésta puede asemejar a una escobilla de ropa (diferencia de roce respecto de su posición) trabajadas anteriormente (recordar anisotropía). Además, sabemos que no puede desplazarse hacia atrás, ya que su estructura no lo permite y tampoco lo puede hacer si el roce es mínimo o muy alto. Elabore un diagrama que muestre la de velocidad de traslado y la fuerza de roce (dos o más) en de un trozo serpiente mientras esta se desliza en movimiento serpentino. Guíese por el siguiente dibujo.

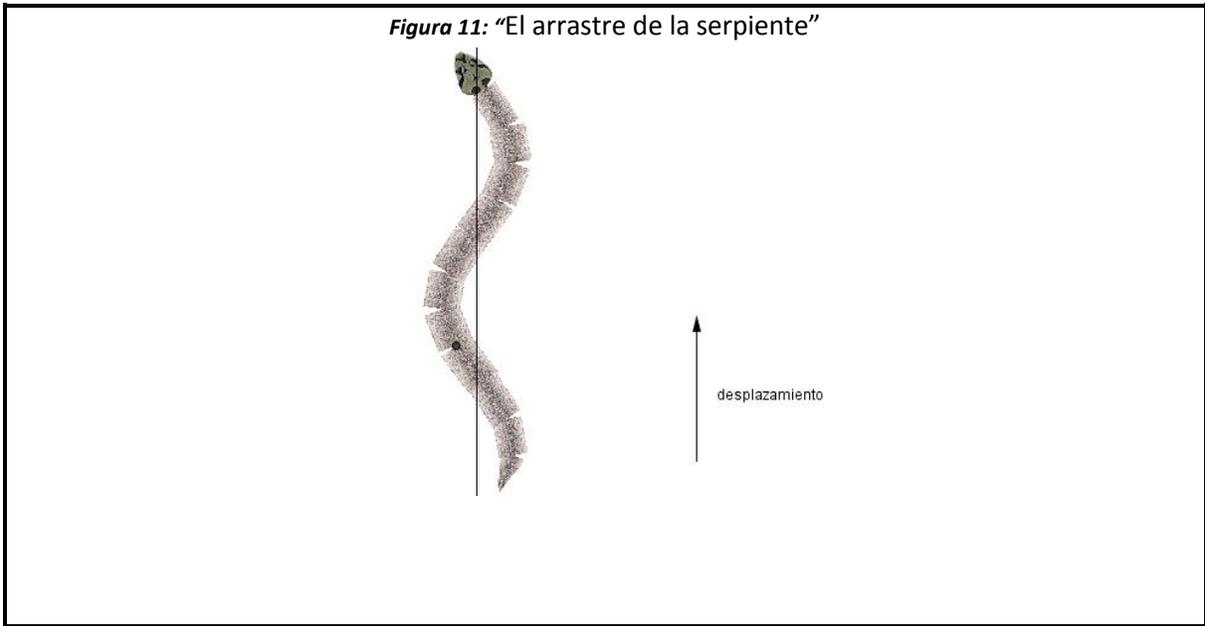
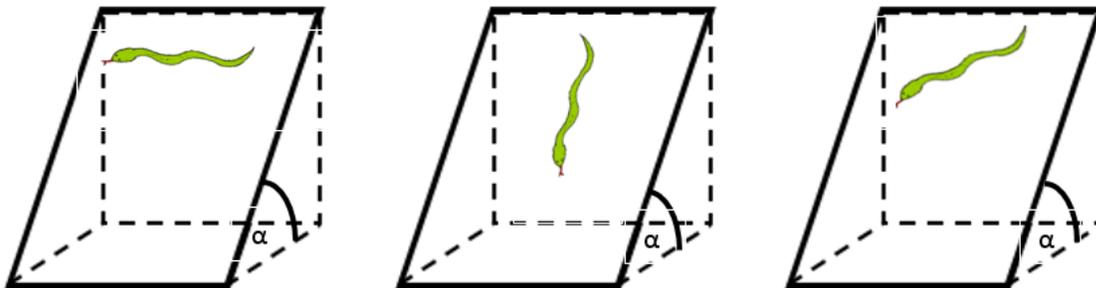


Figura 12

**Actividad 3.4 "Modelando lo aprendido"**  
**Modelo expresado**

Te desafiamos a que modeles a través de diagramas las fuerzas que interactúan en la serpiente sobre el plano inclinado, para cada caso, distinguiendo las fuerzas de roces que están presentes.



**Figura 13: "Serpiente sedada en un plano inclinado"**



### Actividad 3.5 Síntesis “Recapitulando lo visto”

Figura 14

Para finalizar, se presenta una simulación con el *apps GeoGebra*, llamado “*movimiento de la serpiente modelo curricular alumno y científico*”, sobre el desplazamiento de una serpiente integrando todo lo aprendido en clases sobre fricción.

Menciona ideas y explica con tus palabras en relación a la fuerza de roce, cómo se presenta dicha fuerza en una serpiente cuando se desplaza en forma de onda.

---

---

---

---

---

#### Documento 3.3.

En resumen, analizando cada segmento de la serpiente se puede vislumbrar que el roce se opone al movimiento, sin embargo, observando el total de segmentos del cuerpo de la serpiente, como si fuera un solo segmento, se desprende que el roce entre la piel anisotrópica de la serpiente y la superficie de contacto, permiten el desplazamiento de la serpiente, o sea, el roce favorece al movimiento.

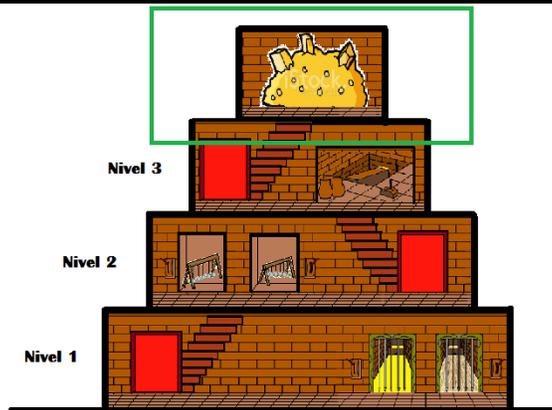


Figura 15: “¡¡Llegaste al tesoro!!”

Documento 3.4 Variables involucradas en el desplazamiento de la serpiente



### Apéndice 3: Planificaciones.

### Planificación Evaluación diagnóstica

<b>Nombre:</b>	Cargo: Docente	Área: Ciencias	Fecha:
<b>Asignatura:</b> Ciencias Naturales	Curso: 7° básico	Establecimiento:	
<b>Eje temático:</b> Física	Contenido: Fuerzas	Tiempo estimado: 90 minutos	
<b>Objetivo de aprendizaje:</b> (OA 7) Planificar y conducir una investigación experimental para proveer evidencias que expliquen el efecto de la fuerza de roce en situaciones cotidianas.			
<b>Habilidades:</b> Se espera que los estudiantes sean capaces de observar, plantear preguntas, conducir una investigación asignando roles en los grupos de trabajos, procesar y analizar evidencias.			

Etapa de la clase	actividad		Aprendizaje esperado	Herramientas usadas/ materiales	Tiempo asignado (minutos)
	Estudiantes	Docente			
<b>Inicio:</b> Explorar la animación en el GeoGebra individualmente.	Los estudiantes exploran la animación de GeoGebra llamado "Tratando de mover un gran mueble", cambiando datos en diferentes situaciones de arrastre (sobre madera o vidrio)	El docente presenta la animación y motiva a los estudiantes a manipular las variables del GeoGebra, pidiendo que identifique las fuerzas que interactúan en la animación en algunos casos en que el mueble se mueve o no se mueve.	Se espera que el estudiante aplique conocimientos previos sobre el concepto de la orientación de la fuerza	GeoGebra "Tratando de mover un gran mueble"	40
<b>Desarrollo:</b> Desarrollo de la prueba diagnóstica grupal	Los estudiantes se ordenan para el desarrollo de la prueba diagnóstica. Sacan los materiales necesarios para realizar una prueba escrita. El estudiante desarrolla la prueba diagnóstica de forma grupal.	El docente entrega las pruebas por cada estudiante e informa que el trabajo es de manera grupal. Luego atiende preguntas que surgen de los estudiantes		Lápices Goma de borrar Regla Prueba diagnóstica	40
<b>Cierre:</b> Se sintetiza el concepto de fuerza	Los estudiantes dan respuestas sobre la orientación de las fuerzas preguntado en la prueba diagnóstica.	El docente concluye tras extraer las ideas de los estudiantes sobre cómo se posicionan las fuerzas en los casos mencionados.	Se espera que los estudiantes corrijan los errores en la prueba diagnóstica y sintetice la idea de las orientaciones de las fuerzas		5-10

### Planificación Propuesta didáctica 1

<b>Nombre:</b>	Cargo: Docente	Área: Ciencias	Fecha:
<b>Asignatura:</b> Ciencias Naturales	Curso: 7° básico	Establecimiento:	
<b>Eje temático:</b> Física	Contenido: Ondas	Tiempo estimado: 90 minutos	
<b>Objetivo de aprendizaje:</b> (OA 7) Planificar y conducir una investigación experimental para proveer evidencias que expliquen los efectos de la fuerza de roce en situaciones cotidianas.			
<b>Habilidades:</b> Se espera que los estudiantes sean capaces de observar, plantear preguntas, conducir una investigación asignando roles en los grupos de trabajos, procesar y analizar evidencias.			

Etapa de la clase	actividad		Aprendizaje esperado	Herramientas usadas/ materiales	Tiempo asignado (minutos)
	Estudiantes	Docente			
<b>Inicio:</b> Se ordenan en grupos de trabajo y asignan roles en el trabajo	Los estudiantes forman grupos de trabajo, asignando roles para el desarrollo de la actividad grupal "LA FUERZA DE ROCE Y MOVIMIENTO ¿SIEMPRE SE OPONEN?"	El docente da las indicaciones previas a la actividad.	Se espera que los estudiantes sean capaces de asignar y distribuir labores para el trabajo antes de empezar la actividad		10
<b>Desarrollo:</b> Se desarrolla la propuesta didáctica 1	Los alumnos trabajan en el desarrollo de la propuesta didáctica 1, contestando lo indicado en ella.	El docente orienta a los alumnos en las preguntas. Aclara dudas y muestra el video de YouTube: "My snake try's move on bed"	Se espera que el estudiante caracterice las propiedades del roce, sus características básicas como la dependencia del material y su influencia en el traslado de objetos y personas, así como en la serpiente	Propuesta didáctica 1: "LA FUERZA DE ROCE Y MOVIMIENTO ¿SIEMPRE SE OPONEN?" Video de YouTube "try's sanke move on bed"	70
<b>Cierre:</b> Se revisan en conjunto la síntesis de la propuesta didáctica.	Los estudiantes dibujan y explican su mapa conceptual creado en su grupo, definiendo y sintetizando el concepto de roce.	El docente tras revisar las ideas de algunos grupos, generaliza el concepto de fuerza de roce.		Propuesta didáctica 1: "LA FUERZA DE ROCE Y MOVIMIENTO ¿SIEMPRE SE OPONEN?"	10

PD: El video de YouTube se encuentra en la siguiente página web <https://www.youtube.com/watch?v=UWrL7KUAAA4>

## Planificación Propuesta didáctica 2

<b>Nombre:</b>	Cargo: Docente	Área: Ciencias	Fecha:
<b>Asignatura:</b> Ciencias Naturales	Curso: 7° básico	Establecimiento:	
<b>Eje temático:</b> Física	Contenido: Ondas	Tiempo estimado: 45 minutos	
<b>Objetivo de aprendizaje:</b> (OA 9) Demostrar que comprender, por medio de la creación de modelos y experimentos el concepto de onda y sus características (amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación, entre otras).			
<b>Habilidades:</b> Se espera que los estudiantes sean capaces de observar, plantear preguntas, conducir una investigación asignando roles en los grupos de trabajos, procesar y analizar evidencias.			

Etapa de la clase	actividad		Aprendizaje esperado	Herramientas usadas/ materiales	Tiempo asignado (minutos)
	Estudiantes	Docente			
<b>Inicio:</b> Los alumnos se ordenan en grupos de trabajo	Los estudiantes forman grupos de trabajo, asignando roles para el desarrollo de la actividad grupal "CARACTERIZANDO FENÓMENOS ONDULATORIOS"	El docente da las indicaciones previas a la actividad. Posterior al ordenamiento de los estudiantes, hace entrega de la propuesta didáctica 2	Se espera que los estudiantes sean capaces de asignar y distribuir labores para el trabajo antes de empezar la actividad		2-5
<b>Desarrollo:</b> Se desarrolla la propuesta didáctica 2	Los alumnos trabajan en el desarrollo de la propuesta didáctica 2, contestando lo indicado en ella.	El docente contesta las dudas de los estudiantes y muestra el video de YouTube "Mysnaketry'stomoveonbed" y "Danza de péndulos"	Se espera que el estudiante caracterice la estructura básica de una onda y su presencia en el entorno	Propuesta didáctica 2: "CARACTERIZANDO FENÓMENOS ONDULATORIOS" Video YouTube: "My snake try's to move on bed" Video YouTube: "¡Como se ven las cuerda de una guitarra!" Video de YouTube "DANZA DE PÉNDULOS".	30-35
<b>Cierre:</b> Se revisan en conjunto la síntesis de la propuesta didáctica.	Los estudiantes dibujan y explican su mapa conceptual, definiendo y sintetizando el concepto de onda.	El docente cierra la clase recordando parte de una onda y tras las explicaciones de los estudiantes, sintetiza el concepto de onda.		Propuesta didáctica 2: "CARACTERIZANDO FENÓMENOS ONDULATORIOS"	10

PD: El video de YouTube se encuentra en la siguiente página web: [https://www.youtube.com/watch?v=UjaMu\\_A-0gk&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=UjaMu_A-0gk&feature=youtu.be)(DANZA DE PÉNDULOS), también en: <https://www.youtube.com/watch?v=xYcSy146LAM> (¡Como se ven las cuerda de una guitarra!) y en: <https://www.youtube.com/watch?v=UWrl7KUAAA4> (Snake try'stomoveonbed)

### Planificación Propuesta didáctica 3

<b>Nombre:</b>	Cargo: Docente	Área: Ciencias	Fecha:
<b>Asignatura:</b> Ciencias Naturales	Curso: 7° básico	Establecimiento:	
<b>Eje temático:</b> Física	Contenido: Fuerza de roce anisotrópico	Tiempo estimado: 90 minutos	
<b>Objetivo de aprendizaje:</b> (OA 7) Planificar y conducir una investigación experimental para proveer evidencias que expliquen los efectos de la fuerza de roce en situaciones cotidianas.			
<b>Habilidades:</b> Se espera que los estudiantes sean capaces de observar, plantear preguntas, conducir una investigación asignando roles en los grupos de trabajos, procesar y analizar evidencias.			

Etapa de la clase	actividad		Aprendizaje esperado	Herramientas usadas/ materiales	Tiempo asignado (minutos)
	Estudiantes	Docente			
<b>Inicio:</b> Se ordena el curso en grupos de trabajo	Los estudiantes forman grupos de trabajo, asignando roles para el desarrollo de la actividad grupal "Modelando el desplazamiento de la serpiente"	El docente da las indicaciones previas a la actividad. Posteriormente a que los estudiantes se ordenen, entrega la propuesta didáctica 3	Se espera que los estudiantes sean capaces de asignar y distribuir labores para el trabajo antes de empezar la actividad		10
<b>Desarrollo:</b> Se desarrolla la propuesta didáctica 3	Los alumnos trabajan en el desarrollo de la propuesta didáctica 3, contestando lo indicado en ella.	El docente revisa en los grupos, el avance que se realiza en la propuesta 3. Contesta las dudas de los estudiantes.	Se espera que el estudiante identifique, dibuje y bosqueje un modelo de algunos de los vectores de fuerza y velocidad en una serpiente cuando se desplaza con un movimiento serpentino	Propuesta didáctica 3: "Modelando el desplazamiento de la serpiente" Video youtube: "Jugando con escobillas normales y puntas dobladas" Video youtube: "Slithering Snakes: The Science behind Animal Locomotion"	70
<b>Cierre:</b> Se revisan en conjunto la síntesis de la propuesta didáctica.	Se dibuja un diagrama de fuerzas de roce en un trozo de serpiente entre todos los grupos del curso, enfatizando el roce.	El docente cierra la clase generalizando que, en la serpiente, el roce llamado anisotrópico es un roce que depende de la posición de la serpiente, siendo un roce "variable", mostrando los GeoGebra "movimiento serpiente modelo curricular alumno y científico"		Propuesta didáctica 3: "Modelando el desplazamiento de la serpiente" GeoGebra: "movimiento serpiente modelo curricular alumno y científico"	10

PD: Los GeoGebra a utilizar serán entregado a los estudiantes al finalizar la actividad si es posible.

Videos extraídos de:

- 1 Jugando con escobillas normales y puntas dobladas: <https://www.youtube.com/watch?v=VqXTcpoDPZ8>
- 2 Slithering Snakes: The Science behind Animal Locomotion: <https://www.youtube.com/watch?v=MlhUazcGj38&t=112min>

### Planificación Evaluación de Contenidos (sumativa)

<b>Nombre:</b>	Cargo: Docente	Área: Ciencias	Fecha:
<b>Asignatura:</b> Ciencias Naturales	Curso: 7° básico	Establecimiento:	
<b>Eje temático:</b> Física	Contenido: Fuerzas y Ondas	Tiempo estimado: 90 minutos	
<b>Objetivo de aprendizaje:</b> (OA 7) Planificar y conducir una investigación experimental para proveer evidencias que expliquen el efecto de la fuerza de roce en situaciones cotidianas.			
<b>Habilidades:</b> Se espera que los estudiantes sean capaces de observar, procesar y analizar evidencias.			

Etapa de la clase	actividad		Aprendizaje esperado	Herramientas usadas/ materiales	Tiempo asignado (minutos)
	Estudiantes	Docente			
<b>Inicio:</b> Se ordena para la realización de la prueba final de contenido	Los estudiantes se ordenan para el desarrollo de la prueba Final de contenidos. Sacan los materiales necesarios para realizar una prueba escrita.	El docente da las indicaciones y responde las últimas dudas de los estudiantes			5
<b>Desarrollo:</b> Se desarrolla la prueba final de contenidos	El estudiante desarrolla la prueba final de contenido, usando lo conceptos visto en la propuesta 1, 2 y 3.	El docente contesta dudas puntuales sobre la prueba final de contenido	Se espera que el estudiante demuestre lo aprendido, contestando la prueba final de contenidos usando los conocimientos adquirido tras haber realizado las propuestas didácticas 1, 2 y 3.	Evaluación de Contenidos	80
<b>Cierre:</b> Se revisan algunas preguntas de la prueba.	Los alumnos mencionan las preguntas de las pruebas más difíciles para ellos y revisan los contenidos vistos para cada pregunta. Se recogen las respuestas para algunas pregunta de la prueba	El docente retira el documento y responde algunas dudas que más les complicó a los estudiantes.			10

## Apéndice 4: Rúbricas.

### Rúbrica Propuesta didáctica 1

La fuerza de roce y movimiento ¿Siempre se oponen?

Establecimiento  
Integrantes:

1.	_____
2.	_____
	_____
	_____

Fecha: \_\_\_\_\_  
Curso: \_\_\_\_\_

Puntaje \_ /24

Nombre Grupo: \_\_\_\_\_

Competencia: Explicar fenómenos científicamente				
Dominio	Indicadores	Descriptorios		
		1	2	3
Reconoce, entrega y evalúa explicaciones para una gama de fenómenos naturales y tecnológico.	Recuerda y aplicar su conocimiento científico	El estudiante recuerda inciertamente conceptos de fuerzas trata de dar solución a algunas problemáticas científicas sin dar con el resultado.	El estudiante recuerda parcialmente conceptos de fuerzas (normal y gravitatoria), aplicando este conocimiento para dar solución a algunas problemáticas científicas	El estudiante recuerda en su totalidad los conceptos de Fuerzas (normal y gravitatoria), aplicando este conocimiento para dar solución a diferentes problemáticas científicas.
	Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones.	El estudiante en base a su conocimiento presenta una gran dificultad en identificar las fuerzas que actúan en un cuerpo en reposo y en movimiento situado: plano horizontal. . Sin poder crear modelos simples que permiten conocer la existencia de la fuerza de roce o fricción en la situación presentada.	El estudiante en base a su conocimiento es capaz de identificar parcialmente las fuerzas que actúan en un cuerpo situado: en un plano horizontal. Y moviéndose en: plano horizontal. plano horizontal con lija. . Creando así, algunos modelos simples que permiten conocer la existencia de la fuerza de roce o fricción en las situaciones presentadas.	El estudiante en base a su conocimiento es capaz de identificar en su totalidad las fuerzas que actúan en un cuerpo situado: en un plano horizontal. Y moviéndose en: plano horizontal. plano horizontal con lija. . Creando así, modelos simples que permiten conocer la existencia de la fuerza de roce o fricción en las situaciones presentadas.
	Hacer y justificar predicciones apropiadas.	El estudiante con la información científica entregada justifica con gran dificultad situaciones cotidianas donde está presente la fricción como, por ejemplo: <i>¿qué pasaría si una serpiente intenta desplazarse o avanzar sobre seda?</i>	El estudiante con la información científica entregada justifica presentando dificultad situaciones cotidianas donde está presente la fricción como, por ejemplo: <i>¿qué pasaría una serpiente intenta desplazarse o avanzar</i>	El estudiante con la información científica entregada justifica en su totalidad situaciones cotidianas donde está presente la fricción como, por ejemplo: <i>¿qué pasaría si una serpiente intenta desplazarse o avanzar sobre seda?</i>

		Crea algunas predicciones sin justificar.	sobre seda? Creando predicciones que no logra justificar del todo.	Creando sus predicciones y justificando cada una de ellas.
	Explicar la posible implicación del conocimiento científico para la sociedad	El estudiante presenta una gran dificultad en identificar el valor de la fricción para la sociedad, sin relacionar los problemas y situaciones presentadas sobre fricción a través de ejemplos del diario vivir como: El caminar de las personas El movimiento de la serpiente	El estudiante es capaz de identificar limitadamente la importancia de la fricción en la vida cotidiana a través de algunas situaciones y problemas del diario vivir que involucran este concepto, por ejemplo: El caminar de las personas El movimiento de la serpiente	El estudiante es capaz de identificar la relevancia de la fricción en la vida cotidiana a través del análisis de diferentes problemáticas que del diario vivir, por ejemplo: El caminar de las personas El movimiento de la serpiente

### Competencia: Evaluar y diseñar una investigación científica

Dominio	Indicadores	Descriptores		
		1	2	3
Describe y evalúa investigaciones científicas y propone formas de abordar problemas científicos	Identificar la pregunta exploratoria de un estudio científico dado.	El estudiante identifica inciertamente algunas problemáticas presentadas acerca de la fricción y sobre las fuerzas (Normal, gravitatoria y roce) que actúan en sobreuncuerpo.	El estudiante identifica algunas problemáticas presentadas acerca de la fricción, las fuerzas (Normal, gravitatoria y roce) que actúan en sobre un cuerpo.	El estudiante identifica cada problemática presentada acerca de la fricción, las fuerzas (Normal, gravitatoria y roce) que actúan en un cuerpo en un plano horizontal
	Evaluar la forma de explorar científicamente una determinada pregunta	El estudiante a través de la exploración presenta conflictos en cómo abordar algunas interrogantes planteadas. No sugiere posibles mejoras para la exploración.	El estudiante a través de la exploración evalúa cómo abordar algunas interrogantes planteadas, sugiriendo alguna mejora para la exploración.	El estudiante a través de la exploración evalúa cómo abordar las distintas interrogantes planteadas, sugiriendo posibles mejoras para la exploración.

### Competencia: Interpretar datos y evidencia científica

Dominio	Indicadores	Descriptores		
		1	2	3
Analizar y evalúa datos, afirmaciones y argumentos en una variedad de representaciones y	Analizar e interpretar datos y crear apropiadas conclusiones	El estudiante con gran dificultad obtiene, analiza e interpreta datos sobre la fricción en algunas situaciones, que le permiten realizar conclusiones no acertadas respecto al	El estudiante obtiene, analiza e interpreta algunos datos sobre la fricción en determinadas situaciones, que le permiten realizar algunas conclusiones acertadas respecto al	El estudiante obtiene, analiza e interpreta todos los datos sobre la fricción en determinadas situaciones, que le permiten realizar para todas los casos, conclusiones acertadas

obtiene una conclusión científica adecuada.		movimiento de objetos y de la serpiente.	movimiento de objetos y de la serpiente.	respecto al movimiento de objetos y de la serpiente.
	Identificar suposiciones, evidenciar y razonar en textos relacionados con la ciencia	El estudiante no logra identificar algunas suposiciones planteadas sobre la implicancia de la fricción en la vida cotidiana.	El estudiante identifica levemente las suposiciones planteadas sobre la implicancia de la fricción en la vida cotidiana.	El estudiante identifica todas las suposiciones planteadas sobre la implicancia de la fricción en la vida cotidiana.

### Rúbrica Propuesta didáctica 2

Caracterizando fenómenos Ondulatorios.

Establecimiento  
Integrantes:

1.	_____
2.	_____
3.	_____
4.	_____

Fecha: \_\_\_\_\_  
Curso: \_\_\_\_\_

Nombre Grupo: \_\_\_\_\_

Puntaje \_\_\_/24

Competencia: Explicar fenómenos científicamente				
Dominio	Indicadores	Descriptorios		
		1	2	3
Reconoce, entrega y evalúa explicaciones para una gama de fenómenos naturales y tecnológicos	Recuerda y aplicar su conocimiento científico	El estudiante recuerda inciertamente el concepto de ondas y no logra dar respuesta a algunas problemáticas científicas planteadas.	El estudiante recuerda parcialmente el concepto de onda y da solución a algunas problemáticas científicas planteadas.	El estudiante recuerda en su totalidad el concepto de onda para dar solución a diferentes problemáticas científicas.
	Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones.	El estudiante en base a su conocimiento identificar dudosamente una onda y sus características (periodo, frecuencia, longitud de onda, nodos y antinodos) no logrando crear modelos explicativos que representen el comportamiento de las ondas.	El estudiante en base a su conocimiento es capaz de identificar parcialmente una onda y sus características (periodo, frecuencia, longitud de onda, nodos y antinodos) creando con dificultad modelos explicativos que representen el comportamiento de las ondas.	El estudiante en base a su conocimiento es capaz de identificar en su totalidad una onda y sus características (periodo, frecuencia, longitud de onda, nodos y antinodos) creando modelos explicativos que representen el comportamiento de las ondas.
	Hacer y justificar predicciones apropiadas.	El estudiante con la información científica entregada justifica con gran dificultad situaciones cotidianas donde están presentes las ondas como, por ejemplo: <i>¿Cómo diferenciar en un</i>	El estudiante con la información científica entregada justifica con dificultad, situaciones cotidianas donde están presentes las ondas como, por ejemplo: <i>¿Cómo diferenciar en un</i>	El estudiante con la información científica entregada justifica en su totalidad situaciones cotidianas donde están presentes las ondas como, por ejemplo: <i>¿Cómo diferenciar en un</i>

		<i>resorte una onda longitudinal de una transversal?</i> Creando algunas predicciones sin justificar.	<i>resorte una onda longitudinal de una transversal?</i> Creando algunas predicciones y justificando cada una de ellas.	<i>resorte una onda longitudinal de una transversal?</i> Creando sus predicciones y justificando cada una de ellas.
	Explicar la posible implicación del conocimiento científico para la sociedad	El estudiante presenta una gran dificultad en identificar el valor de las ondas en la vida cotidiana a través del análisis de diferentes problemáticas que del diario vivir, por ejemplo: En los animales (desplazamiento de una serpiente) Fenómenos naturales (terremotos, olas del mar) Instrumentos musicales (guitarra, de cuerdas).	El estudiante es capaz de identificar limitadamente la importancia de las ondas en la vida cotidiana a través del análisis de diferentes problemáticas que del diario vivir, por ejemplo: En los animales (desplazamiento de una serpiente) Fenómenos naturales (terremotos, olas del mar) Instrumentos musicales (guitarra, de cuerdas).	El estudiante es capaz de identificar la relevancia de las ondas en la vida cotidiana a través del análisis de diferentes problemáticas que del diario vivir, por ejemplo: En los animales (desplazamiento de una serpiente) Fenómenos naturales (terremotos, olas del mar) Instrumentos musicales (guitarra, de cuerdas).

### Competencia: Evaluar y diseñar una investigación científica

Dominio	Indicadores	Descriptor		
		1	2	3
Describe y evalúa investigaciones científicas y propone formas de abordar problemas científicos	Identificar la pregunta exploratoria de un estudio científico dado.	El estudiante identifica inciertamente algunas problemáticas presentadas acerca de las ondas en algunas situaciones dadas.	El estudiante identifica algunas problemáticas presentadas acerca de las ondas en algunas situaciones dadas.	El estudiante identifica cada problemática presentada acerca de las ondas en cualquier situación dada.
	Evaluar la forma de explorar científicamente una determinada pregunta	El estudiante a través de la exploración presenta conflictos en cómo abordar algunas interrogantes planteadas sobre el movimiento ondulatorio. No sugiere posibles mejoras para la exploración.	El estudiante a través de la exploración evalúa cómo abordar algunas interrogantes planteadas sobre el movimiento ondulatorio, sugiriendo alguna mejora para la exploración.	El estudiante a través de la exploración evalúa cómo abordar las distintas interrogantes planteadas sobre el movimiento ondulatorio, sugiriendo posibles mejoras para la exploración.

### Competencia: Interpretar datos y evidencia científica

Dominio	Indicadores	Descriptor		
		1	2	3
	Analizar e interpretar datos y crear apropiadas conclusiones	El estudiante con gran dificultad obtiene, analiza e interpreta	El estudiante obtiene, analiza e interpreta algunos datos sobre	El estudiante obtiene, analiza e interpreta todos los datos sobre

Analizar y evalúa datos, afirmaciones y argumentos en una variedad de representaciones y obtiene una conclusión científica adecuada.		datos sobre las ondas en algunas situaciones, que le permiten realizar conclusiones no acertadas respecto al movimiento de objetos y del desplazamiento de la serpiente.	las ondas en determinadas situaciones, que le permiten realizar algunas conclusiones acertadas respecto al movimiento de objetos y del desplazamiento de la serpiente.	las ondas en determinadas situaciones, que le permiten realizar para todos los casos, conclusiones acertadas respecto al movimiento de objetos y del desplazamiento de la serpiente.
	Identificar suposiciones, evidenciar y razonar en textos relacionados con la ciencia	El estudiante no logra identificar algunas suposiciones planteadas sobre la implicancia de las ondas en la vida cotidiana.	El estudiante identifica levemente las suposiciones planteadas sobre la implicancia de las ondas en la vida cotidiana.	El estudiante identifica todas las suposiciones planteadas sobre la implicancia de las ondas en la vida cotidiana.

**Rúbrica Propuesta didáctica 3**  
Modelando el desplazamiento de la serpiente

Establecimiento  
Integrantes:

1.
2.
3.
4.

Fecha: \_\_\_\_\_  
Curso: \_\_\_\_\_

Nombre Grupo:

Puntaje <u>  </u> /24
-----------------------

Competencia: Explicar fenómenos científicamente				
Dominio	Indicadores	Descriptor		
		1	2	3
Reconoce, entrega y evalúa explicaciones para una gama de fenómenos naturales y tecnológicos	Recuerda y aplicar su conocimiento científico	El estudiante recuerda inciertamente conceptos de fuerzas (normal, gravitatoria y roce), ondas y características de superficies de materiales. Trata de dar solución a algunas problemáticas científicas sin dar con el resultado.	El estudiante recuerda parcialmente conceptos de fuerzas (normal, gravitatoria y roce), ondas y características de superficies de materiales, aplicando este conocimiento para dar solución a algunas problemáticas científicas	El estudiante recuerda en su totalidad los conceptos de Fuerzas (normal, gravitatoria y roce), ondas y características de superficies de materiales, aplicando este conocimiento para dar solución a diferentes problemáticas científicas.
	Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones.	El estudiante no logra identificar el modelo de desplazamiento de la serpiente, al no entenderlo no puede utilizarlo para crear un modelo similar y tampoco reconocer los vectores que permiten su desplazamiento.	El estudiante en base a su conocimiento es capaz de identificar parcialmente el modelo de desplazamiento de la serpiente, intentando crear un modelo que se asemeje a él, identificando algunos vectores que permiten el movimiento en	El estudiante en base a su conocimiento es capaz de identificar en su totalidad el modelo de desplazamiento de la serpiente, utilizarlo y generar un modelo simplificado donde identifica los vectores de velocidad de traslado,

		un trozo de serpiente.	aceleración o vectores de la fuerza de roce en un trozo de serpiente.
	Hacer y justificar predicciones apropiadas.	El estudiante con la información científica entregada justifica con gran dificultad situaciones cotidianas donde está presente la fricción, el movimiento ondulatorio, la anisotropía de los materiales y el desplazamiento de la serpiente, por ejemplo: <i>¿por qué se observa una onda cuando la serpiente se desplaza?</i> <i>¿Por qué en algunos casos la serpiente se mueve, pero no avanza?</i>	El estudiante con la información científica entregada justifica presentando dificultad situaciones cotidianas donde está presente la fricción, el movimiento ondulatorio, la anisotropía de los materiales y el desplazamiento de la serpiente, por ejemplo: <i>¿por qué se observa una onda cuando la serpiente se desplaza?</i> <i>¿Por qué en algunos casos la serpiente se mueve, pero no avanza?</i>
	Explicar la posible implicación del conocimiento científico para la sociedad	Crea algunas predicciones sin justificar. El estudiante presenta una gran dificultad en identificar el valor de la fricción y la anisotropía de los materiales para la sociedad, sin relacionar los problemas y situaciones presentadas sobre fricción a través de ejemplos del diario vivir como: En el desplazamiento.	Creando predicciones que no logra justificar del todo. El estudiante es capaz de identificar limitadamente la importancia de la fricción y la anisotropía de los materiales en la vida cotidiana a través de algunas situaciones y problemas del diario vivir que involucran estos conceptos, por ejemplo: En el desplazamiento.
			El estudiante con la información científica entregada justifica en su totalidad situaciones cotidianas donde está presente la fricción, el movimiento ondulatorio, la anisotropía de los materiales y el desplazamiento de la serpiente, por ejemplo: <i>¿por qué se observa una onda cuando la serpiente se desplaza?</i> <i>¿Por qué en algunos casos la serpiente se mueve, pero no avanza?</i> Creando sus predicciones y justificando cada una de ellas. El estudiante es capaz de identificar la relevancia de la fricción y la anisotropía de los materiales en la vida cotidiana a través del análisis de diferentes problemáticas del diario vivir, por ejemplo: En el desplazamiento.

### Competencia: Evaluar y diseñar una investigación científica

Dominio	Indicadores	Descriptorios		
		1	2	3
Describe y evalúa investigaciones científicas y propone formas de abordar problemas científicos	Identificar la pregunta exploratoria de un estudio científico dado.	El estudiante identifica inciertamente algunas problemáticas presentadas acerca de la fricción y anisotropía de los materiales.	El estudiante identifica algunas problemáticas presentadas acerca de la fricción y anisotropía de los materiales.	El estudiante identifica cada problemática presentada acerca de la fricción y anisotropía de los materiales.
	Evaluar la forma de explorar científicamente una determinada pregunta	El estudiante a través de la exploración presenta conflictos en cómo abordar algunas interrogantes planteadas acerca	El estudiante a través de la exploración evalúa cómo abordar algunas interrogantes planteadas acerca del	El estudiante a través de la exploración evalúa cómo abordar las distintas interrogantes planteadas acerca

	del desplazamiento de la serpiente. No sugiere Posibles mejoras para la exploración.	desplazamiento de la serpiente, sugiriendo alguna mejora para la exploración.	del desplazamiento de la serpiente, sugiriendo posibles mejoras para la exploración.
--	--	---	--

<b>Competencia: Interpretar datos y evidencia científica</b>				
Dominio	Indicadores	Descriptores		
		1	2	3
<p>Analizar y evalúa datos, afirmaciones y argumentos en una variedad de representaciones y obtiene una conclusión científica adecuada.</p>	Analizar e interpretar datos y crear apropiadas conclusiones	El estudiante con gran dificultad obtiene, analiza e interpreta datos sobre la fricción en el movimiento y desplazamiento de la serpiente, que le permiten realizar conclusiones no acertadas respecto al modelo entregado del desplazamiento ondulatorio de la serpiente.	El estudiante obtiene, analiza e interpreta algunos datos sobre la fricción en el movimiento y desplazamiento de la serpiente, que le permiten realizar algunas conclusiones acertadas respecto al modelo entregado del desplazamiento ondulatorio de la serpiente.	El estudiante obtiene, analiza e interpreta todos los datos sobre la fricción en el movimiento y desplazamiento de la serpiente, que le permiten realizar conclusiones acertadas respecto al modelo entregado del desplazamiento ondulatorio de la serpiente.
	Identificar suposiciones, evidenciar y razonar en textos relacionados con la ciencia	El estudiante no logra identificar algunas suposiciones planteadas sobre la implicancia de la fricción en la vida cotidiana y en la naturaleza.	El estudiante identifica levemente las suposiciones planteadas sobre la implicancia de la fricción en la vida cotidiana y en la naturaleza.	El estudiante identifica todas las suposiciones planteadas sobre la implicancia de la fricción en la vida cotidiana y en la naturaleza.

### Rúbrica Evaluación Diagnóstica

Nombre: \_\_\_\_\_

Nivel: 7 básicos

Fecha: \_\_\_\_\_

Puntaje <u>  </u> /6
----------------------

Competencia: Explicar fenómenos científicamente				
Dominio	Indicadores	Descriptor		
		2	4	6
Reconoce, entrega y evalúa explicaciones para una gama de fenómenos naturales y tecnológicos	Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones.	El estudiante no logra identificar las fuerzas presentes en las situaciones solicitadas, ni señalar correctamente en su totalidad los vectores que representan dichas fuerzas.	El estudiante en base a su conocimiento es capaz de identificar parcialmente las fuerzas presentes con sus vectores correspondientes para cada situación solicitada	El estudiante en base a su conocimiento es capaz de identificar en su totalidad las fuerzas presentes para cada situación planteada expresando gráficamente mediante un dibujo, los vectores con sus direcciones y sentidos correctamente.

### Rúbrica Evaluación

Nombre: \_\_\_\_\_

Nivel: 7 básicos

Fecha: \_\_\_\_\_

Puntaje <u>  </u> /24
-----------------------

Competencia: Explicar fenómenos científicamente				
Dominio	Indicadores	Descriptor		
		1	2	3
Reconoce, entrega y evalúa explicaciones para una gama de fenómenos naturales y tecnológicos	Recuerda y aplicar su conocimiento científico	El estudiante recuerda inciertamente conceptos de fuerzas, ondas y superficies y trata de dar solución a algunas problemáticas científicas sin dar con el resultado.	El estudiante recuerda parcialmente conceptos de fuerzas (roce, normal, gravitatoria), superficie anisotrópica y ondas, aplicando este conocimiento para dar solución a algunas problemáticas científicas	El estudiante recuerda en su totalidad los conceptos de Fuerzas (roce, normal, gravitatoria), superficie anisotrópica y ondas, aplicando este conocimiento para dar solución a diferentes problemáticas científicas.
	Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones.	El estudiante no logra identificar el modelo de desplazamiento de la serpiente, al no entenderlo no puede utilizarlo para crear un modelo similar y	El estudiante en base a su conocimiento es capaz de identificar parcialmente el modelo de desplazamiento de la serpiente, intentando crear	El estudiante en base a su conocimiento es capaz de identificar en su totalidad el modelo de desplazamiento de la serpiente, utilizarlo y generar

		mucho menos reconocer los vectores que permiten su desplazamiento.	un modelo que se asemeje a él, identificando algunos vectores que permiten el movimiento en un trozo de serpiente.	un modelo simplificado donde identifica los vectores de velocidad de traslado, aceleración o vectores de la fuerza de roce en un trozo de serpiente.
	Hacer y justificar predicciones apropiadas.	El estudiante con la información científica entregada presenta grandes problemas para justificar el actuar de la fricción en distintas situaciones cotidianas	El estudiante con la información científica entregada justifica con cierta dificultad como actúa la fricción en diferentes situaciones cotidianas	El estudiante con la información científica entregada justifica en su totalidad situaciones cotidianas donde está presente la fricción
	Explicar la posible implicación del conocimiento científico para la sociedad	El estudiante presenta una gran dificultad en identificar el valor de la fricción para la sociedad, sin relacionar los problemas y situaciones presentadas sobre fricción a través de ejemplos del diario vivir	El estudiante es capaz de identificar limitadamente la importancia de la fricción en la vida cotidiana a través de algunas situaciones y problemas del diario vivir que involucran este concepto.	El estudiante es capaz de identificar la relevancia de la fricción en la vida cotidiana a través del análisis de diferentes problemáticas que del diario vivir.

Competencia: Evaluar y diseñar una investigación científica				
Dominio	Indicadores	Descriptor		
		1	2	3
Describe y evalúa investigaciones científicas y propone formas de abordar problemas científicos	Identificar la pregunta exploratoria de un estudio científico dado.	El estudiante identifica inciertamente algunas problemáticas presentadas acerca de la fricción, las fuerzas que actúan en un cuerpo, la propiedad anisotrópica de los materiales y las ondas.	El estudiante identifica algunas problemáticas presentadas acerca de la fricción, las fuerzas que actúan en un cuerpo, la propiedad anisotrópica de los materiales y las ondas.	El estudiante identifica cada problemática presentada acerca de la fricción, las fuerzas que actúan en un cuerpo en un plano horizontal y en un plano inclinado, la propiedad anisotrópica de los materiales y las ondas.
	Evaluar la forma de explorar científicamente una determinada pregunta	El estudiante recuerda muy levemente las exploraciones científicas realizadas en clases acerca de la fuerza de roce, ondas y movimiento ondulatorio de la serpiente y le dificulta abordar en su mayoría las preguntas planteadas	El estudiante recuerda parcialmente las exploraciones científicas realizadas en clases acerca de la fuerza de roce, ondas y movimiento ondulatorio de la serpiente que le permiten abordar algunas interrogantes.	El estudiante recuerda en su totalidad las exploraciones científicas realizadas en clases acerca de la fuerza de roce, ondas y movimiento ondulatorio de la serpiente que le permiten abordar las distintas interrogantes.

**Competencia: Interpretar datos y evidencia científica**

Dominio	Indicadores	Descriptor		
		1	2	3
<b>Analizar y evalúa datos, afirmaciones y argumentos en una variedad de representaciones y obtiene una conclusión científica adecuada.</b>	Analizar e interpretar datos y crear apropiadas conclusiones	El estudiante con gran dificultad analiza e interpreta datos sobre la fricción en algunas situaciones, que le permiten realizar conclusiones no acertadas respecto al movimiento de objetos y de la serpiente.	El estudiante analiza e interpreta algunos datos sobre la fricción en determinadas situaciones, que le permiten realizar algunas conclusiones acertadas respecto al movimiento de objetos y de la serpiente.	El estudiante analiza e interpreta datos sobre la fricción en determinadas situaciones, que le permiten realizar conclusiones acertadas respecto al movimiento de objetos y de la serpiente.
	Identificar suposiciones, evidenciar y razonar en textos relacionados con la ciencia	El estudiante no logra identificar algunas suposiciones planteadas sobre la implicancia de la fricción en la vida cotidiana.	El estudiante identifica levemente las suposiciones planteadas sobre la implicancia de la fricción en la vida cotidiana.	El estudiante identifica todas las suposiciones planteadas sobre la implicancia de la fricción en la vida cotidiana.

## Apéndice 5: Rubrica expertos

### Encuesta de validación por juicio de expertos docentes

Estimado docente, usted ha sido seleccionado debido a su experiencia y área de especialidad, para evaluar las guías de nuestra propuesta didáctica “**Fricción como medio de propulsión. Estrategia Didáctica basada en educación STEM para 7mo Enseñanza Básica**” como parte del Seminario de Grado (SdeG). En su calidad de evaluador/a consideraremos de suma importancia sus comentarios, observaciones y sugerencias, como base para mejorar las guías de la propuesta de este SdeG, Junto a ello agradecemos la disposición y el tiempo empleado en analizar las actividades y en entregarnos posteriormente su retroalimentación. Para situarlo en una visión general de esta propuesta, le daremos a conocer a quien está dirigida, los conceptos a tratar y su estructura.

La propuesta a analizar está dirigida a estudiantes de 7° Enseñanza Básica en el área de Ciencias Naturales, para el eje de Física, estudiando el concepto de Fuerza de roce como lo indica el curriculum vigente del MINEDUC (2016), utilizando como recurso el desplazamiento de la serpiente para hacer más atrayente el concepto a estudiar. Cabe destacar que para esta propuesta didáctica se consideró necesario introducir el concepto de Ondas, cuyo contenido debe ser abordado en 1° Enseñanza Media según también lo menciona el curriculum vigente. Así mismo es necesario indicar que el tiempo estimado para llevar a cabo la propuesta es de 3 clases (3 horas pedagógicas de 45 min c/u).

Los conceptos que consideramos pertinentes abordar son los siguientes:

Nombre propuesta	Objetivo general	Objetivos específicos
Propuesta didáctica 1 Fuerza de roce	Identificar conceptos previos, tales como fuerza en particular, la fuerza peso y fuerza normal. Además, detectar la concepción alternativa de la fuerza de roce que dice que ésta siempre se opone al movimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar y modelar el concepto de fuerza de roce en el movimiento.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar, en situaciones de la vida real, el efecto de la fricción.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las fuerzas que actúan sobre un determinado cuerpo, usando diagramas de cuerpo libre.</li> </ul>
Propuesta didáctica 2 Ondas	Analizar e identificar componentes de una onda a través del desplazamiento de la serpiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distinguir las ondas longitudinales y transversales y su relación con el movimiento de la serpiente.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar características que describen a una onda (Amplitud, frecuencia, longitud) a través del uso de péndulos con el objeto de aproximarse a la comprensión del movimiento serpentino de una serpiente.</li> </ul>
Propuesta didáctica 3 Desplazamiento serpentino	Identificar el concepto de anisotropía respecto al coeficiente de roce, modelando uno de los tipos de desplazamiento de la serpiente denominado “serpentino”.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Examinar propiedades anisotrópicas del movimiento de la serpiente.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las condiciones del medio para que la serpiente pueda desplazarse.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Distinguir en el movimiento de la serpiente la propiedad anisotrópica de la interacción serpiente-plano</li> </ul>

Para la validación de esta propuesta, Se solicita su retroalimentación respecto del material construido. Agradecemos nuevamente por su tiempo y disposición para revisar la propuesta y por contestar esta encuesta. En general, requerimos de su apreciación sobre la secuencia didáctica, el cumplimiento de los objetivos planteados y el uso de las herramientas adecuadas para abordar los conceptos señalados en las guías (Fuerza de roce, ondas y desplazamiento serpentino). A continuación complete la siguiente información con sus datos:

Nombre y apellido : \_\_\_\_\_  
 Formación académica : \_\_\_\_\_  
 Área de experiencia profesional : \_\_\_\_\_  
 Curso(s) en el que se desempeña : \_\_\_\_\_  
 Años de experiencia laboral : \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** En las tablas para evaluar la propuesta, usted encontrará una serie de indicadores con frases afirmativas, las cuales usted, como evaluador de la propuesta, deberá valorar según la siguiente escala:

Valoración	
4	Completamente de acuerdo
3	De acuerdo
2	En desacuerdo
1	Completamente en desacuerdo

Marque con una X en el recuadro de valoración según criterio de conformidad para cada indicador:

Propuesta didáctica: Guía 1: La fuerza de roce y movimiento ¿siempre se oponen?				
Indicador	1	2	3	4
<b>Redacción y estructura</b>				
La redacción de las actividades es clara y sencilla, respetando reglas ortográficas.				
El vocabulario científico utilizado es apropiado, entendible para el desarrollo de la propuesta para estudiantes de 7° EB.				
La distribución de enunciados, textos e imágenes de la guía, es atrayente al lector.				
<b>Uso de Recursos</b>				
El tiempo propuesto para su desarrollo es suficiente 45 min.				
El uso de material visual (videos, animaciones en GeoGebra), favorece a la explicación de situaciones y actividades planteadas.				
Los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades son de fácil acceso para el estudiante.				
<b>Contenido Disciplinar</b>				
Las sugerencias al docente son suficientes para comprender el desarrollo de la guía y la manera en que debe ser abordada.				
El nivel de las actividades de la guía presentan una dificultad acorde para el desarrollo del aprendizaje de él o la estudiante de 7°EB				
La cantidad de actividades son suficientes para abordar satisfactoriamente el concepto de roce.				
<b>Desarrollo de Habilidades</b>				
Las actividades en general, permiten un trabajo colaborativo adecuado para el logro de aprendizaje de los estudiantes.				
Las actividades en general, fomentan las habilidades de pensamiento científico (predicción, argumentación, alfabetización, modelación).				
La guía de esta propuesta permite contextualizar el contenido a otras situaciones cotidianas.				

¿Con el desarrollo de esta guía aprendieron el concepto de roce? Justifique su respuesta

¿Cree usted que los estudiantes que realicen satisfactoriamente las actividades propuestas, logren concluir que la fuerza de roce depende de la superficie en contacto?

¿Qué observaciones o sugerencias cree pertinentes para mejorar esta guía?

Destaque lo positivo y las deficiencias de esta guía

<b>Propuesta didáctica: Guía2: Caracterizando movimientos ondulatorios</b>				
Indicador	1	2	3	4
<b>Redacción y estructura</b>				
La redacción de las actividades es clara y sencilla, respetando reglas ortográficas.				
El vocabulario científico utilizado es apropiado, entendible para el desarrollo de la propuesta para estudiantes de 7° EB.				
La distribución de enunciados, textos e imágenes de la guía, es atrayente al lector.				
<b>Uso de Recursos</b>				
El tiempo propuesto para su desarrollo es suficiente 45 min.				
El uso de material visual (videos, animaciones en GeoGebra), favorece a la explicación de situaciones y actividades planteadas.				
Los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades son de fácil acceso para el estudiante.				
<b>Contenido Disciplinar</b>				
Las sugerencias al docente son suficientes para comprender el desarrollo de la guía y la manera en que debe ser abordada.				
El nivel de las actividades de la guía presentan una dificultad acorde para el desarrollo del aprendizaje de él o la estudiante de 7°EB				
La cantidad de actividades son suficientes para abordar satisfactoriamente el concepto de movimiento ondulatorio.				
<b>Desarrollo de Habilidades</b>				
Las actividades en general, permiten un trabajo colaborativo adecuado para el logro de aprendizaje de los estudiantes.				
Las actividades en general, fomentan las habilidades de pensamiento científico (predicción, argumentación, alfabetización, modelación).				
La guía de esta propuesta permite contextualizar el contenido a otras situaciones cotidianas.				

¿Con el desarrollo de esta guía aprendieron los conceptos asociados al movimiento ondulatorio? Justifique su respuesta

¿Cree usted que los estudiantes que realicen satisfactoriamente las actividades propuestas, logren modelar la estructura de una onda?

¿Qué observaciones o sugerencias cree pertinentes para mejorar esta guía?

Destaque lo positivo y las deficiencias de esta guía

<b>Propuesta didáctica: Guía3: Modelando el desplazamiento de la serpiente</b>				
Indicador	1	2	3	4
<b>Redacción y estructura</b>				
La redacción de las actividades es clara y sencilla, respetando reglas ortográficas.				
El vocabulario científico utilizado es apropiado, entendible para el desarrollo de la propuesta para estudiantes de 7° EB.				
La distribución de enunciados, textos e imágenes de la guía, es atrayente al lector.				
<b>Uso de Recursos</b>				
El tiempo propuesto para su desarrollo es suficiente 45 min.				
El uso de material visual (videos, animaciones en GeoGebra), favorece a la explicación de situaciones y actividades planteadas.				
Los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades son de fácil acceso para el estudiante.				
<b>Contenido Disciplinar</b>				
Las sugerencias al docente son suficientes para comprender el desarrollo de la guía y la manera en que debe ser abordada.				
El nivel de las actividades de la guía presentan una dificultad acorde para el desarrollo del aprendizaje de él o la estudiante de 7°EB				
La cantidad de actividades son suficientes para abordar satisfactoriamente el concepto de anisotropía y el desplazamiento serpentino.				
<b>Desarrollo de Habilidades</b>				
Las actividades en general, permiten un trabajo colaborativo adecuado para el logro de aprendizaje de los estudiantes.				
Las actividades en general, fomentan las habilidades de pensamiento científico (predicción, argumentación, alfabetización, modelación).				
La guía de esta propuesta permite contextualizar el contenido a otras situaciones cotidianas.				

¿Con el desarrollo de esta guía aprendieron el concepto de anisotropía? Justifique su respuesta

¿Cree usted que los estudiantes que realicen satisfactoriamente las actividades propuestas, logren modelar el desplazamiento serpentino de la serpiente?

¿Qué observaciones o sugerencias cree pertinentes para mejorar esta guía?

Destaque lo positivo y las deficiencias de esta guía

Al finalizar la revisión de la propuesta conteste las siguientes preguntas justificando su opinión:

1. ¿Considera que la secuencia de la propuesta didáctica es adecuada para que el o la estudiante a través del movimiento de una serpiente aprenda el concepto de fuerza de roce y lo aplique a la vida cotidiana?

2. En términos generales, a través de las tres guías, ¿Es apropiada la contextualización del desplazamiento serpentino para explicar el concepto de fuerza de roce?

3. ¿Es esta propuesta didáctica capaz de derribar la concepción alternativa “el roce siempre se opone al movimiento”?

4. ¿Esta propuesta hace posible al estudiante de 7° EB aproximar a un modelo científico escolar para explicar el desplazamiento de la serpiente?



Si existe alguna duda con respecto a las guías de la propuesta o respecto a las instrucciones de esta encuesta, puede comunicarse a los correos:

[victor.vargas@usach.cl](mailto:victor.vargas@usach.cl)  
[pablo.carrenot@usach.cl](mailto:pablo.carrenot@usach.cl)  
[vergaracortesgeraldine@gmail.com](mailto:vergaracortesgeraldine@gmail.com)

*Validación expertos: A) Docentes que ejercen sólo en Colegios*

### Información de expertos

#### A1

Formación académica : Profesora de Biología y Ciencias  
Área de experiencia profesional : Biología y Ciencias (Física y Química)  
Curso(s) en el que se desempeña : 5to básico a 4to medio  
Años de experiencia laboral : 8 años

#### A2

Formación académica : Bióloga/Lic. ciencias con mención en física (sin terminar)  
Área de experiencia profesional : Ciencias Naturales/Física/Biología  
Curso(s) en el que se desempeña : 7mo básico a 4to medio  
Años de experiencia laboral : 6

#### A3

Formación académica : Profesora de Biología y Ciencias Naturales  
Área de experiencia profesional : Ciencias Naturales - Biología  
Curso(s) en el que se desempeña : 7mo básico a 4to medio  
Años de experiencia laboral : 2 años

#### A4

Formación académica : Universidad de Playa Ancha  
Área de experiencia profesional : Profesora de biología y ciencias  
Curso(s) en el que se desempeña : 5-6-7-8  
Años de experiencia laboral : 1

#### A5

Formación académica : Magister (c) en Didáctica de las Ciencias Experimentales  
Área de experiencia profesional : Profesora de Física  
Curso(s) en el que se desempeña : de 7mo a 4to medio  
Años de experiencia laboral : 9 años

#### A6

Formación académica : Magister en didáctica de las ciencias experimentales  
Área de experiencia profesional : Profesora de física y encargada de laboratorio en todos los niveles  
Curso(s) en el que se desempeña : Clases de física: I°, II° y III° Laboratorios: Todos los niveles  
Años de experiencia laboral : 6

**B1**

Formación académica : Profesor de Estado de Física y Matemática.  
 Área de experiencia profesional : Enseñanza básica, media y superior.  
 Curso(s) en el que se desempeña : Desde 7° básico a IV medio.  
 Años de experiencia laboral : 6

**C1**

Formación académica : Profesor de Estado de Matemáticas y Física  
 Área de experiencia profesional : Docencia  
 Curso(s) en el que se desempeña : Física Moderna – Física de la Tierra (lefm, plefm - Usach)  
 Años de experiencia laboral : 50 años

**C2**

Formación académica : Universitaria – Postgrado  
 Área de experiencia profesional : Formación inicial docente  
 Curso(s) en el que se desempeña : Física del Universo (lefm, plefm - Usach)  
 Años de experiencia laboral : 20

Considerando los valores como 1, lo más desacuerdo; 2, desacuerdo; 3 acuerdo y 4 muy de acuerdo

## Resultados preguntas cerradas por An

<b>Propuesta didáctica 1: La fuerza de roce y movimiento ¿siempre se oponen?</b>				
Indicador	1	2	3	4
<b>Redacción y estructura</b>				
La redacción de las actividades es clara y sencilla, respetando una buena ortografía.	1	2	2	1
El vocabulario científico utilizado es apropiado y entendible para el desarrollo de la propuesta.	1	2	1	2
La distribución de enunciados, textos e imágenes de la guía, es atrayente al lector.	1	0	3	2
<b>Uso de Recursos</b>				
El tiempo propuesto para el desarrollo de la guía es el suficiente para realizarla. (70 min).	3	2	0	1
El uso de material visual (videos, animaciones en GeoGebra), favorece a la explicación de situaciones y actividades planteadas.	1	0	2	3
Los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades son accesibles.	0	2	0	4
<b>Contenido</b>				
Las sugerencias al docente son suficientes para comprender el desarrollo de la guía y la manera en que debe ser abordada.	0	2	2	2
Las actividades de la guía presentan una dificultad acorde para el desarrollo del aprendizaje de él o la estudiante.	1	2	3	0
La cantidad de actividades son suficientes para abordar satisfactoriamente el concepto que se desea tratar.	0	3	1	2
<b>Desarrollo de Habilidades</b>				
Las actividades en general, permiten un trabajo colaborativo adecuado para el aprendizaje (trabajo en equipo).	1	0	3	2
Las actividades en general, fomentan el pensamiento científico (predicción, argumentación, alfabetización, modelación).	1	0	3	2
La guía de esta propuesta permite contextualizar el contenido a otras situaciones cotidianas.	1	0	3	2

<b>Propuesta didáctica 2: Caracterizando movimientos ondulatorios</b>				
Indicador	1	2	3	4
<b>Redacción y estructura</b>				
La redacción de las actividades es clara y sencilla, respetando una buena ortografía.	2	0	1	2
El vocabulario científico utilizado es apropiado y entendible para el desarrollo de la	1	2	1	1

propuesta.				
La distribución de enunciados, textos e imágenes de la guía, es atrayente al lector.	1	0	2	2
<b>Uso de Recursos</b>				
El tiempo propuesto para el desarrollo de la guía es el suficiente para realizarla. (45 min).	1	1	1	2
El uso de material visual (videos, animaciones en GeoGebra), favorece a la explicación de situaciones y actividades planteadas.	0	1	1	3
Los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades son accesibles.	0	1	1	3
<b>Contenido</b>				
Las sugerencias al docente son suficientes para comprender el desarrollo de la guía y la manera en que debe ser abordada.	1	1	1	2
Las actividades de la guía presentan una dificultad acorde para el desarrollo del aprendizaje de él o la estudiante.	2	0	1	2
La cantidad de actividades son suficientes para abordar satisfactoriamente el concepto que se desea tratar.	1	1	2	1
<b>Desarrollo de Habilidades</b>				
Las actividades en general, permiten un trabajo colaborativo adecuado para el aprendizaje (trabajo en equipo).	0	1	1	3
Las actividades en general, fomentan el pensamiento científico (predicción, argumentación, alfabetización, modelación).	1	0	2	2
La guía de esta propuesta permite contextualizar el contenido a otras situaciones cotidianas.	1	1	0	3

<b>Propuesta didáctica 3: Modelando el desplazamiento de la serpiente</b>				
Indicador	1	2	3	4
<b>Redacción y estructura</b>				
La redacción de las actividades es clara y sencilla, respetando una buena ortografía.	0	2	2	1
El vocabulario científico utilizado es apropiado y entendible para el desarrollo de la propuesta.	0	3	1	1
La distribución de enunciados, textos e imágenes de la guía, es atrayente al lector.	1	0	3	1
<b>Uso de Recursos</b>				
El tiempo propuesto para el desarrollo de la guía es el suficiente para realizarla. (70 min).	2	0	1	2
El uso de material visual (videos, animaciones en GeoGebra), favorece a la explicación de situaciones y actividades planteadas.	1	0	0	4
Los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades son accesibles.	0	1	0	4
<b>Contenido</b>				
Las sugerencias al docente son suficientes para comprender el desarrollo de la guía y la manera en que debe ser abordada.	1	1	0	3
Las actividades de la guía presentan una dificultad acorde para el desarrollo del aprendizaje de él o la estudiante.	2	1	0	2
La cantidad de actividades son suficientes para abordar satisfactoriamente el concepto que se desea tratar.	2	0	1	2
<b>Desarrollo de Habilidades</b>				
Las actividades en general, permiten un trabajo colaborativo adecuado para el aprendizaje (trabajo en equipo).	1	0	2	2
Las actividades en general, fomentan el pensamiento científico (predicción, argumentación, alfabetización, modelación).	1	0	1	3
La guía de esta propuesta permite contextualizar el contenido a otras situaciones cotidianas.	1	1	0	3

Resultados preguntas abiertas An

#### Propuesta Didáctica 1

1. ¿Con el desarrollo de esta propuesta aprendieron el concepto de roce? Justifique su respuesta

**A1**  
*"Si se comprende bastante, ya que las diferentes actividades refuerzan el contenido principal con diversos recursos."*  
**A2**

"Sí, se explica, pero es bastante complejo para 7mo básico. Los experimentos del plano inclinado y luego sacar conclusiones como que  $P=N$ , más que ayudar, confunden"

**A3**

"Creo que la aplicación de este tipo de conceptos tan abstracto para los chicos es fundamental para crear un aprendizaje significativo, debido a que son capaces de aplicar conocimientos técnicos a los quehaceres diarios. Por lo anterior, esta manera más didáctica de aprender la fuerza de roce si debería dar resultados"

**A4**

"Sí, está bien explicado. Se aprecia el concepto y se puede entender sus aplicaciones."

**A5**

"No es normal que los niños conozcan lo que es una serpiente ni comprendan que necesita el roce para poder moverse, quizás hay ejemplos más sencillos y que no requieren tanto esfuerzo como deslizarse por una duna o tirarse por la ladera de un cerro con un saco o bolsa"

**A6**

"Se puede aprender conceptualmente el concepto de fuerza de roce y relacionarlo adecuadamente con las superficies de contacto, sin embargo, es complejo abarcar la fórmula sin haber visto: aceleración de gravedad, fuerza peso (diferente a masa (error típico)), vectores, coeficiente de roce adimensional, unidades de medida de aceleración y masa y unidad de medida de la fuerza."

2. ¿Cree usted que los estudiantes realicen satisfactoriamente las actividades propuestas y logren modelar que la fuerza de roce depende de la superficie en contacto?

**A1**

"Sí siempre que se haga un pre laboratorio que se dejen claras las formas de trabajo, la selección de los grupos y el material adecuado con el que se trabajará."

**A2**

"Dudo que puedan hacerlo sin explicación extra del docente, por el lenguaje complejo y confuso"

**A3**

"Creo que el nivel de satisfactoriedad dependerá mucho de los estudiantes y el nivel de ciencias que hayan adquirido en los cursos anteriores. Lo digo, porque en varias ocasiones los alumnos y alumnas traen vacíos importantes hacia algunos contenidos, y no necesariamente asociados a las ciencias; sino que también a las aplicaciones básicas de matemáticas o comprensión de lectura y poder de análisis."

**A4**

"Sí, es fácil aplicar porque los suelos son fáciles de imaginar la textura, pueden aplicarlo a la vida cotidiana y es más fácil de relacionar."

**A5**

"No, al incluir laser y angulos estamos complejizando un concepto que los chicos ya tienen interiorizado de alguna forma y hace que se desvie la atención de el tipo de superficie. Sería mas fácil si solo la tocaran y compararan con su tacto."

**A6**

"Las primeras actividades permiten identificar que la fuerza de roce dependen de la superficie de contacto, sin embargo cuando se desea introducir la ecuación de fuerza de roce y su orientación vectorial, requieren habilidades matemáticas y de conceptos físicos que no son trabajados en la propuesta didáctica."

3. ¿Qué observaciones o sugerencias cree pertinentes para mejorar esta propuesta?

**A1**

"Los alumnos con los que se va a trabajar deben ser muy independientes al momento de realizar el trabajo, ya que todas las etapas deben ser cumplidas sin solicitar en todo momento el apoyo del profesor."

**A2**

"Aumentar el tiempo de explicación, simplificar el lenguaje y explicar y simplificar la presentación de las ecuaciones de planos inclinados y fuerzas"

**A3**

"Que los videos que complementen la actividad estén en español, además de contar con otra opción de complementación, ya que no en todas las salas se cuenta con data o con conexión a internet. Contar con algún glosario de conceptos técnicos que permitan un desarrollo continuo de los y las estudiantes. Tener consideración con las imágenes, siempre las copias en los colegios van en blanco y negro por tal razón deben ser de alta calidad para que puedan ser vistas correctamente por los estudiantes."

**A4**

"Mejorar el vocabulario en la introducción, ya que hay palabras que muy rebuscadas para algunos estudiantes, pensando en el amplio universo de estudiantes"

**A5**

"La actividad se describe inicialmente como para 45 minutos (introducción de este cuestionario) y luego en la rubrica se habla de 70 minutos.

La introducción de una plana en la actividad 1 es muy extensa, demasiado contexto para algo que no es pertinente, con media plana o un párrafo bastaría.

Cambiaría la situación por algo mas cotidiano que una serpiente

No todos los profesores saben usar Geogebra por lo que faltaría instrucciones para usar el programa como se quiere"

**A6**

"Redacción documento 1.1: Debes respetar el tiempo verbal que escogiste al comienzo y no mezclar condicional con presente o pasado."

La primera pregunta pide argumentar con conceptos científicos, pero ellos no han tenido ningún acercamiento a los conceptos que deseas enseñar, por lo que estas indagando en sus ideas previas, que se basan prácticamente en su experiencia. Te recomiendo redactarlo simplemente como "Justifica sobre la base de tu experiencia", de esa forma ellos podrían recordar, por ejemplo, que les cuesta más caminar en un suelo pulido que en uno rugoso, y de esa forma introducir el concepto de "agarre" entre superficies que permite el roce.

Se sugiere que esta actividad sea apoyada con elementos concretos de la clase, por ejemplo llevar tela (pues la usas en los ejemplos o preguntas), o papel metálico color oro para permitirle a los estudiantes tener una experiencia al respecto y así poder asimilar los conceptos que deseas trabajar.

Si luego de la actividad 1.1.1 formalizas los conceptos, puedes solicitar en el 1.1.2 que argumenten luego con los conceptos físicos vistos anteriormente, y de esa forma evalúas el aprendizaje. Nuevamente te sugiero no dejar la redacción de "fundamenta con argumentos científicos", porque para ello deben justificar su respuesta con datos duros que validen su argumento o citar fuentes... En concreto les estas pidiendo algo que podrían hacer.

La figura 7 no es necesaria y puede alterar las predicciones de los estudiantes. Te recomiendo quitarla y dejar que argumenten sobre la base de su experiencia.

En el cuadro donde evalúas las fuerzas que interactúan sobre la serpiente aparece redactado "recordemos que la fuerza peso...", sin embargo me parece que con esta actividad se les estaría presentando por primera vez la ecuación de la fuerza peso, por lo que no tiene sentido recordar algo que no se ha visto aún. Por otro lado el detalle de las fuerzas implicadas se estudia en segundo medio y se analiza en profundidad que peso no es lo mismo que masar (que es error conceptual muy típico)

Para no agregar más conceptos físicos, te sugiero que en la actividad 1.3 evalúen la rugosidad de la superficie con el tacto, en vez de hacerlo con la vista y un láser. Además considerando la edad de los estudiantes es muy probable que pierdas tiempo evitando que se apunten con el láser en los ojos.

Estimo que en la actividad 1.1 tardarás 20 minutos como mínimo; en la actividad 1.2 tardarás también 15 minutos si permites que los estudiantes socialicen sus respuestas (cosa que es muy recomendada para anclar nos nuevos conceptos adquiridos);

Te sugiero eliminar la actividad 1.3.1 y evaluar rugosidad sólo con el tacto.

La comprensión vectorial de las fuerzas se estudia en profundidad en segundo medio porque necesitan herramientas matemáticas como trigonometría. Lo importante es que reconozcan las fuerzas involucradas y la dirección que tiene cada una. Te sugiero eliminar la ecuación de la fuerza peso y sólo dejar el diagrama de cuerpo libre y concentrarte en ese aprendizaje. Por lo tanto Luego del cuadro donde muestras como estarían dirigidas las fuerzas peso y normal, te recomiendo que formalices la dirección y sentido de la fuerza de roce aprovechando que ya entienden que se relaciona a la rugosidad de la superficie, y por lo tanto, es ésta que se opone al movimiento ejercido. Una vez que tu lo defines, los chicos están en condiciones de tratar de identificar las mismas fuerzas en un plano inclinado (actividad 1.3.2), pero no antes.

Los tiempos no están bien asignados.

Para la actividad 1.3.3 Es importante que el docente repase cómo se miden ángulos con un transportador porque es contenido de 6° y se olvida o los estudiantes no comprenden que pueden usar ese aprendizaje en otras áreas.

Para responder a la pregunta planteada en la actividad 1.3.5 no es necesario calcular el valor de la fuerza de roce, además no se ha expuesto anteriormente a los estudiantes a solucionar problemas donde no se entregan datos asociados, o cómo se utilizan éstos en la ecuación presentada. Los estudiantes no están en condiciones de resolver la actividad 1.3.5 como es planteada porque no saben que significa aceleración de gravedad, no entienden las unidades de medida de la aceleración, no se ha estudiado la masa ni su unidad de medida, no se les ha enseñado que la fuerza se mide en newton y que corresponde al producto de las unidades anterior, y obviamente no comprenderán que significa dicha unidad. Te sugiero eliminar o modificar la actividad 1.3.5 ya que, tal como esta, no sería significativa para los estudiantes.

No pude visualizar la animación en geogebra."

#### 4. Destaque lo positivo y las deficiencias de esta propuesta.

##### A1

"Lo positivo es la cantidad de recursos didácticos que apoyan la clase y lo negativo es la continuidad de la actividad en el tiempo sugerido".

##### A2

"Lo positivo es que se ve una aplicación del roce, es entretenido el fondo motivador y ayuda a la comprensión del trabajo científico, y las deficiencias es la complejidad del trabajo y lenguaje y el tiempo estimado para las actividades."

##### A3

##### "POSITIVO

El lenguaje es acorde al nivel de trabajo.

La utilización de materiales cotidianos aumenta la motivación por parte de los y las estudiantes.

##### DEFICIENCIAS

Requiere mayor reforzamiento del área matemática, para una aplicación tan profundizada de las formulas asociadas al contenido."

##### A4

"Llamativa historia, además que utiliza cosas familiares con los alumnos.

Lo deficiente puede ser un poco la redacción, de la primera parte de la historia."

##### A5

"Positivo: identificar fuerza de roce con el resbalin y la rampla de cemento.

Me parece interesante para incorporar el concepto para docentes, pero no para estudiantes.

Deficiente: Demasiado extensa, un 7mo básico no completa ni  $\frac{1}{4}$  de actividad en 90 minutos.

Dudo que un alumno de 7mo sepa que las cuerdas y la varilla de un violín tengan que tener roce"

**A6**

*"Interesante actividad 1.1  
Buenos recursos de videos para apoyar las predicciones de los estudiantes.  
La secuencia pedagógica tiene buena lógica."*

### **Propuesta didáctica 2**

1. ¿Con el desarrollo de esta propuesta aprendieron el concepto de movimiento ondulatorio? Justifique su respuesta

**A1**

*"Si se comprende es bastante lúdico y concreto y atrayente para los alumnos, fácilmente recordable."*

**A2**

*"Sería difícil, son muchos conceptos en muy poco tiempo"*

**A3**

*"Creo que queda claro el concepto, no mucho la utilidad de lo aprendido, ya que no es contenido propio del nivel en el que se encuentran y no será aplicado durante el resto del año en otras asignaturas."*

**A4**

*"Si, está bien explicado, el concepto es fácil de entender acompañado de imágenes."*

**A5**

*"Dudo que pueda comprenderse el movimiento ondulatorio con esta actividad, ya que al ser objetos que no están visiblemente conectados entre sí, es difícil ver la propagación de energía"*

2. ¿Cree usted que los estudiantes realicen satisfactoriamente las actividades propuestas y logren modelar la estructura de una onda?

**A1**

*"Si por qué es bastante concreta, con indicaciones claras y fáciles de llevar a cabo."*

**A2**

*"Dudo mucho, puede que hagan una onda, pero dudo que comprendan qué es una onda"*

**A3**

*"Creo que sí, cuando los estudiantes aplican de forma experimental los conceptos teóricos se suelen tener buenos resultados. Lo ideal sería que fuera un aprendizaje significativo para que al momento de retomar el contenido en primero medio, por lo menos lleguen con la base conceptual clara."*

**A4**

*"Con ayuda del animal, serpiente es más fácil poder modelar ya que se familiariza bastante con el movimiento y deja de ser tan abstracto."*

**A5**

*"No, es más sencillo para ellos visualizarlo con el "propagador de ondas" que aparece descrito en el libro del ministerio de primero medio (palos de helado y elástico)"*

3. ¿Qué observaciones o sugerencias cree pertinentes para mejorar esta propuesta?

**A1**

*"Creo que en esta actividad se debe ir comparando los resultados obtenidos por los estudiantes a manera que vayan guiando su ejecución a través del trabajo entre los diferentes equipos de trabajo."*

**A2**

*"Hacerla en 2do medio, donde ya está claro el concepto de ondas y ven fuerzas"*

**A3**

*"Diseño de la guía; en el recuadro celeste inicial está cortado."*

*La pregunta asociada al texto 2.1 no es clara de responder.*

*Contar con otras opciones de materiales que ayuden a complementar la guía ya que no siempre se cuenta con los materiales idóneas para un video."*

**A4**

*"Sería mejorar el vocabulario, entiendo que sea científico pero según experiencia hay estudiantes que se complican demasiado con términos "raros"*

**A5**

*"No comprendo porque deben aprender este movimiento ondulatorio para poder hablar de fuerza de roce. Esta conexión no queda clara."*

4. Destaque lo positivo y las deficiencias de esta propuesta

**A1**

*"Es positivo por que permite más intervenciones entre los alumnos, compartir y reflexionar ideas, lo negativo podría ser que sus diferentes resultados podrían confundirlos."*

**A2**

*"Lo positivo es que permite explicar distintos conceptos con un solo experimento, y lo deficiente es que es muy complejo para 7mo básico y el tiempo insuficiente"*

**A3**

**"POSITIVO"**

*El documento 2.2 es preciso y complementario para la actividad."*

*El trabajo con resorte es un buen ejemplo, yo lo he trabajado y es la forma más sencilla de que los estudiantes trabajen el concepto de onda.*

*Bien marcados los tres momentos de la clase.*

**DEFICIENCIAS**

*La redacción del texto 2.1 es complicada para alumnos de 7mo básicos.*

*No sale establecido el tiempo que otorgarás a la actividad."*

**A4**

*"Está bien presentado el concepto tiene plasticidad didáctica, ya que se puede asimilar con algo natural y más conocido. Deficiente, creo que nada."*

**A5**

*"No sé si este modulo tiene aspectos positivos para este nivel, probablemente si sea atingente para primero medio"*

### **Propuesta didáctica 3 An**

1. ¿Con el desarrollo de esta propuesta aprendieron el concepto de anisotropía? Justifique su respuesta

**A1**

*"Si es muy práctica la actividad para comprenderla."*

**A2**

*"Sí, pero no está acorde a los contenidos propuestos para 7mo básico"*

**A3**

*"Creo que el concepto si pudo ser aprendido, pero me queda la duda si fue realmente significativo por parte de los estudiantes."*

**A4**

*"Si, está bien planteado y bien ejemplificado."*

**A5**

*"No, porque no se muestra que es anisotropía y es un concepto que los estudiantes desconocen"*

2. ¿Cree usted que los estudiantes realicen satisfactoriamente las actividades propuestas y logren modelar el desplazamiento serpentino de la serpiente?

**A1**

*"Si yo creo que quedará muy claro rápidamente."*

**A2**

*"Dudo mucho, es complejo el concepto, complejo el tema de las escamas"*

**A3**

*"Creo que el nivel de esta propuesta es más elevado de lo que se solicita a los estudiantes de séptimo básico, más pensando que es el inicio de un bueno enfoque de las ciencias, en comparación con el trabajo que venían realizando hasta sexto básico.*

*Creo que tanta complejidad provocará desmotivación por parte de los estudiantes, más de quienes no tengan gustos afines con la asignatura"*

**A4**

*"Si, pueden llegar a modelar satisfactoriamente, considerando las necesidades particulares quizás se necesite un poco mas de tiempo."*

**A5**

*"No, porque solo se trabaja con la escobilla y la simulación en Geogebra no muestra el movimiento de la serpiente, ni siquiera esta animada como para observar el movimiento ondulatorio en ella y como cambian los vectores"*

3. ¿Qué observaciones o sugerencias cree pertinentes para mejorar esta propuesta?

**A1**

*"Preguntar previamente de que diferencia tienen las serpientes en su piel y movimiento del resto de los réptiles."*

**A2**

*"Mejorar los tiempos, no detenerse tanto en la forma de las escamas, con lo de las escobillas es suficiente."*

**A3**

*"Antes de hablar de la serpiente, quizás realizar una actividad introductoria de lo que saben y no sobre las serpientes, para saber si los alumnos y alumnas son capaces de llegar a las conclusiones que se espera."*

**A4**

*"Pensar en el tiempo de desarrollo, donde necesita un poco más de aplicación quizás el tiempo ande un poco justo"*

**A5**

*"No se ve relación con el roce en los experimentos"*

4. Destaque lo positivo y las deficiencias de esta propuesta.

**A1**

*"Es muy concreta y acotada, da para mucha opinión y análisis, se debe guiar bien para concluir significativamente."*

**A2**

*"Lo positivo es que se entiende mejor el trabajo científico, que los alumnos hagan experimentos es motivante y lo deficiente es el tiempo y la complejidad"*

**A3**

**POSITIVO**

*Facilidad de obtención de materiales, lo que no genera un gran gasto extra por parte de los estudiantes, más aún*

cuando el trabajo es de forma grupal.

**DEFICIENCIAS**

En el documento 3.1 puede generar dificultades ya que las copias de los estudiantes siempre van en blanco y negro, y para poder comprender totalmente la redacción del texto se necesita diferenciar los colores que ahí se presentan.”

**A4**

“Propuesta llamativa, novedosa para los estudiantes.

Puede que sea un poco larga pero no imposible de realizar.”

**A5**

“La situación es fuera de lo común, pero eso no permite ver más allá de la novedad”

**PREGUNTAS GENERALES**

Al finalizar la revisión de las propuestas 1, 2 y 3 conteste las siguientes preguntas justificando su opinión:

1. ¿Considera que la secuencia de las propuestas es adecuada para abordar el objetivo planteado en este seminario de grado **la modelización basada en la indagación (MBI) y en el enfoque de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (STEM) de la propuesta didáctica permitirá que el o la estudiante a través del movimiento de una serpiente aprenda el concepto de fuerza de roce y lo aplique a la vida cotidiana**

**A1**

“Si es muy pertinente, concreta, lúdica utilizando el ejemplo de la naturaleza muy explicativo y fácil de comprender.”

**A2**

“Sí, pero podría abordarse de otra forma, aumentando el tiempo y reduciendo temas que dificultan la comprensión”

**A3**

“Considero que las propuestas son adecuadas para lograr los objetivos, especialmente para que se logren aprendizajes significativos que pueden ser aplicados al desarrollo cotidiano de los y las estudiantes. Sin embargo, creo que son muchas las horas pedagógicas que se otorgan para un solo contenido, considerando que hay que ver por lo menos cuatro tipos más de fuerzas. Considero que habría que enfocar el aprendizaje a los conceptos claves y desde ahí trabajar las actividades prácticas para los chicos, porque igual pierde el objetivo al realizar diferentes actividades en varias clases, más cuando a esa edad aún no tienen un hábito real de estudio, por este hecho, habría que siempre estar retroalimentando la clase anterior, lo que provocaría también menos tiempo para las siguientes propuestas.”

**A4**

“Si, se adecua a los objetivos, presenta el enfoque requerido y los conceptos están muy bien familiarizados con la vida cotidiana.”

**A5**

“No, no hay real indagación por parte de los estudiantes, se les presentan situaciones completamente armadas y dirigidas que no permiten que explore. No cumple con los tiempos para poder lograr lo que se busca (predecir para luego revisar mediante un experimento)

Recomiendo revisar la metodología “InteractiveLectureDemonstration”

STEM es una metodología que busca resolver un problema, pero fuera de las introducciones este enfoque se pierde y no se considera dentro de los experimentos ni respuestas finales en cada sesión.

Recomiendo revisar el link: [http://www.iop.org/education/teacher/extra\\_resources/stem/page\\_41714.html](http://www.iop.org/education/teacher/extra_resources/stem/page_41714.html)

Generalmente un buen curso de 7mo básico podría hacer la primera guía en 90 minutos de clases, pero la generalidad es que estas 3 propuestas tomarían cerca de 6 a 8 horas pedagógicas”

2. En términos generales, a través de las tres propuestas, La utilización del recurso didáctico del movimiento serpentino ¿Permitirá a los y las estudiantes de 7º E.B. analizar los efectos de la fuerza de fricción en este movimiento?

**A1**

“Si permitiría de todas maneras comprenderlos, dando el sentido correcto, que el tema no es hablar de la serpiente en su como especie si no sus particularidades aplicadas al movimiento.”

**A2**

“Sí, pero solo si se aumenta el tiempo de explicación, tanto de cómo realizar el trabajo y de los conceptos que deben manejar (por ejemplo, ondas)”

**A3**

“La utilización de las tres propuestas por supuesto permitirán a los estudiantes obtener el aprendizaje esperado, sin embargo, tal como se plantea en la pregunta anterior, la profundización de las actividades planteadas y su nivel de exitoso dependerá totalmente del nivel y establecimiento educacional, esto porque incluye el desarrollo de otras áreas de estudios, que muchas veces vienen con deficiencias de años anteriores. Incluso muchas veces, los alumnos y alumnas ni siquiera saben trabajar con la calculadora.

Hablando específicamente en el área de las ciencias, siempre que se solicita a los estudiantes alcanzar habilidades de orden superior, cuesta muchísimo, ya que no están acostumbrados a interpretar cotidianamente los contenidos

aprendidos.”

**A4**

“Si, los ejemplos son claros para explicar la fricción, sobre todo en el primer caso, nos permite analizar superficies y movimiento en cada una de ellas.”

**A5**

“Al no permitirse a los estudiantes que ellos mismo generen el modelo de serpiente veo poco probable que lo relacionen con las actividades y lo conecten con la fuerza de roce”

3. ¿Es esta propuesta didáctica (1, 2 y 3) capaz de derribar la concepción alternativa “el roce se opone al movimiento”?

**A1**

“Si es capaz de hacer entender esa situación por la singularidad del tipo de roce que se provoca en las distintas superficies.”

**A2**

“Sí, ayuda, pero luego de esto será difícil hacer un DCL donde el roce se oponga a la fuerza aplicada, por ejemplo”

**A3**

“Claramente, se observa desde la propuesta 1 que ese objetivo si se logra y desde diferentes perspectivas. La utilización de ejemplos empíricos es fundamental para esto.”

**A4**

“Esta, bastante abstracto pero guiando a los estudiantes se puede llegar a esa conclusión.”

**A5**

“Dado que la propuesta fuerza la conexión entre varios conceptos recomiendo revisar el siguiente link:[http://www.feynmanlectures.caltech.edu/l\\_12.html](http://www.feynmanlectures.caltech.edu/l_12.html)  
Y repensar el hilo conductor del trabajo”

4. ¿Esta propuesta hace posible al estudiante aproximarse al modelo científico escolar sobre el desplazamiento de la serpiente? (véase animación GeoGebra “Movimiento serpiente modelo curricular alumno y científico” Creación propia).

**A1**

“Si el modelo es lo suficientemente explicativo para lograrlo.”

**A2**

“No puedo ver GeoGebra”

**A3**

“El apoyo de ese material favorece aún más el aprendizaje, sin embargo, se requiere con tiempo de antelación que los docentes se preparen en la instalación y utilización de la aplicación. Porque es de nivel superior para ser utilizado por los mismos estudiantes, primero porque necesitarás de más tiempo para llevarlos a laboratorio de enlace (si el establecimiento tiene) para que puedan ellos mismos analizar y por otro lado por el tema del idioma.  
Creo que ayuda, pero sería más útil quizás imprimirlo y entregarlo a los estudiantes, aunque sea en una guía explicando cada una de las variables que ahí se expresan.

Vuelvo a repetir que es importante tener otras opciones de aplicación si no se cuenta con los materiales necesarios que terminen por favorecer el desarrollo de la actividad.”

**A4**

“Si, es posible ya que está bastante bien explicado, la animación deja en claro el movimiento.”

**A5**

“Dado que la serpiente en geogebra no realiza el movimiento oscilatorio, es difícil que se vea un modelo del desplazamiento.”

5. La experimentación que se propone en la propuesta didáctica ¿Proveerá evidencias que explican los efectos de la fuerza de roce en otras situaciones cotidianas?

**A1**

“Si ya que hará que los alumnos relacionen y apliquen está propuesta en muchas otras situaciones de la vida natural y cotidiana en el mundo.”

**A2**

“Sí, pero dejará temas pendientes, por ejemplo, el cómo ubicar la fuerza de roce en un DCL”

**A3**

“Como bien lo dice la pregunta “propone” las bases didácticas, conceptuales y de habilidades científicas están entregadas en la realización de estas propuestas, sin embargo, la aplicación de estas dependerá de cada alumno y alumna. Sería bastante bueno, que al realizar la síntesis, se pudiera abordar desde ese punto, para demostrar a los estudiantes que lo observado en dichas experiencias puede ser plasmado en otras experiencias diarias.”

**A4**

“No, creo que esta bastante adecuada a los ejemplos que da, quizás uno como profesor pueda analizar mas de una

situación”

**A5**

“No, creo que esta bastante adecuada a los ejemplos que da, quizás uno como profesor pueda analizar mas de una situación”

Validación expertos: B) Docentes que ejercen tanto en Colegios y en nivel Superior.

Resultados preguntas cerradas por Bn

<b>Propuesta didáctica 1: La fuerza de roce y movimiento ¿siempre se oponen?</b>				
Indicador	1	2	3	4
<b>Redacción y estructura</b>				
La redacción de las actividades es clara y sencilla, respetando una buena ortografía.	0	1	0	0
El vocabulario científico utilizado es apropiado y entendible para el desarrollo de la propuesta.	0	1	0	0
La distribución de enunciados, textos e imágenes de la guía, es atrayente al lector.	0	1	0	0
<b>Uso de Recursos</b>				
El tiempo propuesto para el desarrollo de la guía es el suficiente para realizarla. (70 min).	0	1	0	0
El uso de material visual (videos, animaciones en GeoGebra), favorece a la explicación de situaciones y actividades planteadas.	0	0	1	0
Los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades son accesibles.	0	0	1	0
<b>Contenido</b>				
Las sugerencias al docente son suficientes para comprender el desarrollo de la guía y la manera en que debe ser abordada.	1	0	0	0
Las actividades de la guía presentan una dificultad acorde para el desarrollo del aprendizaje de él o la estudiante.				
La cantidad de actividades son suficientes para abordar satisfactoriamente el concepto que se desea tratar.	1	0	0	0
<b>Desarrollo de Habilidades</b>				
Las actividades en general, permiten un trabajo colaborativo adecuado para el aprendizaje (trabajo en equipo).	0	1	0	0
Las actividades en general, fomentan el pensamiento científico (predicción, argumentación, alfabetización, modelación).	0	1	0	0
La guía de esta propuesta permite contextualizar el contenido a otras situaciones cotidianas.	0	1	0	0

<b>Propuesta didáctica 2: Caracterizando movimientos ondulatorios</b>				
Indicador	1	2	3	4
<b>Redacción y estructura</b>				
La redacción de las actividades es clara y sencilla, respetando una buena ortografía.	0	1	0	0
El vocabulario científico utilizado es apropiado y entendible para el desarrollo de la propuesta.	0	1	0	0
La distribución de enunciados, textos e imágenes de la guía, es atrayente al lector.	0	0	1	0
<b>Uso de Recursos</b>				
El tiempo propuesto para el desarrollo de la guía es el suficiente para realizarla. (45 min).	1	0	0	0
El uso de material visual (videos, animaciones en GeoGebra), favorece a la explicación de situaciones y actividades planteadas.	0	0	1	0
Los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades son accesibles.	0	0	1	0
<b>Contenido</b>				
Las sugerencias al docente son suficientes para comprender el desarrollo de la guía y la manera en que debe ser abordada.	0	1	0	0
Las actividades de la guía presentan una dificultad acorde para el desarrollo del aprendizaje de él o la estudiante.				
La cantidad de actividades son suficientes para abordar satisfactoriamente el concepto que se desea tratar.	1	0	0	0
<b>Desarrollo de Habilidades</b>				

Las actividades en general, permiten un trabajo colaborativo adecuado para el aprendizaje (trabajo en equipo).	0	0	1	0
Las actividades en general, fomentan el pensamiento científico (predicción, argumentación, alfabetización, modelación).	0	0	1	0
La guía de esta propuesta permite contextualizar el contenido a otras situaciones cotidianas.	0	1	0	0

Resultados preguntas abiertas Bn

**Propuesta Didáctica 1**

1. ¿Con el desarrollo de esta propuesta aprendieron el concepto de roce? Justifique su respuesta

**B1**

*"La guía no se enfoca en aprender el concepto de roce, sino en observar diferentes situaciones. El estudio del roce o su conceptualización debió ser más potente, declarativo y claro."*

2. ¿Cree usted que los estudiantes realicen satisfactoriamente las actividades propuestas y logren modelar que la fuerza de roce depende de la superficie en contacto?

**B1**

*"La guía es ambiciosa y extensa. El tiempo no les será de ayuda. Pensar en 70 minutos es confiar en estudiantes modelo y para nada reales. Considero que hace falta un espacio de formalización."*

3. ¿Qué observaciones o sugerencias cree pertinentes para mejorar esta propuesta?

**B1**

*"Debe existir una guía para el docente que muestre los tiempos para la correcta realización de las actividades. Además las preguntas planteadas deben tener las respuestas esperadas, es decir les hace falta la sábana de respuestas. ¿Es necesario que los estudiantes anoten el nombre del colegio en la guía de trabajo?"*

4. Destaque lo positivo y las deficiencias de esta propuesta.

**B1**

*"Tiene buenas actividades pero inconexas entre ellas. La guía es demasiado larga, la atención se pierde por bastante tiempo. Al verla impresa, los y las estudiantes se sentirán agobiados."*

**Propuesta didáctica 2**

1. ¿Con el desarrollo de esta propuesta aprendieron el concepto de movimiento ondulatorio? Justifique su respuesta

**B1**

*"Considero que el concepto requiere de más tiempo y de aprendizajes previos, tales como conservación de la energía, trayectoria, perturbación y otros."*

2. ¿Cree usted que los estudiantes realicen satisfactoriamente las actividades propuestas y logren modelar la estructura de una onda?

**B1**

*"Tardarán más de 45 minutos en desarrollar la guía. ¿Cuáles son las instancias de formalización de conceptos?"*

3. ¿Qué observaciones o sugerencias cree pertinentes para mejorar esta propuesta?

**B1**

*"Utilizar los videos de mejor manera, priorizando las discusiones y las oportunidades de compartir opiniones. Hacen*

*falta momentos de formalización de conceptos y esquemas para que los y las estudiantes aprendan a construir los propios.”*

4. Destaque lo positivo y las deficiencias de esta propuesta

**B1**

*“Carece de momentos de discusión. No se encadena con el aprendizaje de la guía anterior (más que en la historia). ¿Puedo aplicar conceptos asociados al roce en el funcionamiento de los péndulos?”*

*Validación expertos: C) Docentes que ejercen sólo en nivel Superior.*

Resultados preguntas cerradas por Cn

<b>Propuesta didáctica 1: La fuerza de roce y movimiento ¿siempre se oponen?</b>				
Indicador	1	2	3	4
<b>Redacción y estructura</b>				
La redacción de las actividades es clara y sencilla, respetando una buena ortografía.	0	0	1	1
El vocabulario científico utilizado es apropiado y entendible para el desarrollo de la propuesta.	0	1	0	1
La distribución de enunciados, textos e imágenes de la guía, es atrayente al lector.	0	0	1	1
<b>Uso de Recursos</b>				
El tiempo propuesto para el desarrollo de la guía es el suficiente para realizarla. (70 min).	1	0	0	1
El uso de material visual (videos, animaciones en GeoGebra), favorece a la explicación de situaciones y actividades planteadas.	0	1	1	0
Los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades son accesibles.	0	0	1	1
<b>Contenido</b>				
Las sugerencias al docente son suficientes para comprender el desarrollo de la guía y la manera en que debe ser abordada.	0	1	1	0
Las actividades de la guía presentan una dificultad acorde para el desarrollo del aprendizaje de él o la estudiante.			1	
La cantidad de actividades son suficientes para abordar satisfactoriamente el concepto que se desea tratar.	0	0	2	0
<b>Desarrollo de Habilidades</b>				
Las actividades en general, permiten un trabajo colaborativo adecuado para el aprendizaje (trabajo en equipo).	0	1	0	1
Las actividades en general, fomentan el pensamiento científico (predicción, argumentación, alfabetización, modelación).	0	0	2	0
La guía de esta propuesta permite contextualizar el contenido a otras situaciones cotidianas.	0	0	2	0

<b>Propuesta didáctica 2: Caracterizando movimientos ondulatorios</b>				
Indicador	1	2	3	4
<b>Redacción y estructura</b>				
La redacción de las actividades es clara y sencilla, respetando una buena ortografía.	0	0	1	1
El vocabulario científico utilizado es apropiado y entendible para el desarrollo de la propuesta.	0	0	1	1
La distribución de enunciados, textos e imágenes de la guía, es atrayente al lector.	0	0	1	1
<b>Uso de Recursos</b>				
El tiempo propuesto para el desarrollo de la guía es el suficiente para realizarla. (45 min).	0	1	1	0
El uso de material visual (videos, animaciones en GeoGebra), favorece a la explicación de situaciones y actividades planteadas.	0	0	1	1

Los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades son accesibles.	0	0	1	1
<b>Contenido</b>				
Las sugerencias al docente son suficientes para comprender el desarrollo de la guía y la manera en que debe ser abordada.	0	1	1	0
Las actividades de la guía presentan una dificultad acorde para el desarrollo del aprendizaje de él o la estudiante.	0	1	1	0
La cantidad de actividades son suficientes para abordar satisfactoriamente el concepto que se desea tratar.	0	1	1	0
<b>Desarrollo de Habilidades</b>				
Las actividades en general, permiten un trabajo colaborativo adecuado para el aprendizaje (trabajo en equipo).	0	1	0	1
Las actividades en general, fomentan el pensamiento científico (predicción, argumentación, alfabetización, modelación).	0	1	0	1
La guía de esta propuesta permite contextualizar el contenido a otras situaciones cotidianas.	0	0	2	0

<b>Propuesta didáctica 3: Modelando el desplazamiento de la serpiente</b>				
<b>Indicador</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Redacción y estructura</b>				
La redacción de las actividades es clara y sencilla, respetando una buena ortografía.	1	0	1	0
El vocabulario científico utilizado es apropiado y entendible para el desarrollo de la propuesta.	1	1	0	0
La distribución de enunciados, textos e imágenes de la guía, es atrayente al lector.	1	0	1	0
<b>Uso de Recursos</b>				
El tiempo propuesto para el desarrollo de la guía es el suficiente para realizarla. (70 min).	0	2	0	0
El uso de material visual (videos, animaciones en GeoGebra), favorece a la explicación de situaciones y actividades planteadas.	0	2	0	0
Los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades son accesibles.	0	1	1	0
<b>Contenido</b>				
Las sugerencias al docente son suficientes para comprender el desarrollo de la guía y la manera en que debe ser abordada.		1		
Las actividades de la guía presentan una dificultad acorde para el desarrollo del aprendizaje de él o la estudiante.	1			
La cantidad de actividades son suficientes para abordar satisfactoriamente el concepto que se desea tratar.	1			
<b>Desarrollo de Habilidades</b>				
Las actividades en general, permiten un trabajo colaborativo adecuado para el aprendizaje (trabajo en equipo).			1	
Las actividades en general, fomentan el pensamiento científico (predicción, argumentación, alfabetización, modelación).			1	
La guía de esta propuesta permite contextualizar el contenido a otras situaciones cotidianas.			1	

## Resultados preguntas abiertas Cn

### Propuesta Didáctica 1

1. ¿Con el desarrollo de esta propuesta aprendieron el concepto de roce? Justifique su respuesta

<p><b>C1</b>  <i>"Creo que había que enfatizar coloquialmente que el concepto de fuerza de es "Acción de un cuerpo sobre otro" y explicitarlos.  Roce- ¿Quiénes?  Normal- ¿Quiénes?  Peso- ¿Quiénes?"</i></p> <p><b>C2</b>  <i>(A) "La pregunta no corresponde a sólo leer la propuesta didáctica...para saber si los estudiantes "aprendieron" la propuestas deberían ser implementadas en el aula de 7mo básico. A lo sumo uno puede opinar desde la experticia si se cree que la propuesta facilitará el aprendizaje."</i></p>
---

2. ¿Cree usted que los estudiantes realicen satisfactoriamente las actividades propuestas y logren modelar que la fuerza de roce depende de la superficie en contacto?

**C1**

"Sí, pero como son cuerpos -> en superficies"

**C2**

(B) "Nuevamente, no tiene sentido opinar sobre los estudiantes...lo que si se puede opinar es si la propuesta presenta oportunidades de aprendizaje articuladas para facilitar la comprensión de lo que se desea enseñar."

3. ¿Qué observaciones o sugerencias cree pertinentes para mejorar esta propuesta?

**C1**

"Enfatizar el concepto de fuerza"

**C2**

• En 1.1.2 se utiliza la expresión "minusválidos" la que está en desuso por su carácter ofensivo hacia las personas que presentan algún tipo de discapacidad. Les sugiero cambiarla.  
• El video propuesto (<https://www.youtube.com/watch?v=VUfqjSeeZng>) esta en inglés con subtítulos sólo en inglés...eso plantea una barrera para alumnos de 7mo año básico. Les recomiendo buscar alguno en español, o al menos con subtítulos en español.  
• Si los estudiantes trabajan con las guías impresas, los links para los videos no serán operativos...les recomiendo incorporar además los códigos QR (asi se puede escanear el código y visualizar el video). De todos modos, los links deberían estar acortados (usen el URL shortener de Google).  
• Hay palabras mal escritas, como "rugosidadcuando" y "siéles".  
• No tiene sentido incorporar el formato APA en la redacción de la guía de actividades... (ej: "Visitado14/05/2018 a las 16:15 hrs", "Como se cita en Darbois, s.f.")  
• En 1.3.5 se habla de calcular experimentalmente el coeficiente de roce, pero en realidad lo que se les pide a los estudiantes es calcular la fuerza de roce. De hecho, los valores de los coeficientes de roce se los dan a los estudiantes (en la tabla 1), no los calculan.  
• A pesar de que el título de la guía hace referencia al sentido de la fuerza de roce y el sentido de movimiento (¿desplazamiento?) no se ve ningún énfasis en ninguna de las actividades de la Propuesta Didáctica 1 para analizar si son opuestos o no."

4. Destaque lo positivo y las deficiencias de esta propuesta.

**C1**

"En general me parece una propuesta interesante, pero requiere un apoyo conceptual básico."

**C2**

Sin contestar

## Propuesta didáctica 2

1. ¿Con el desarrollo de esta propuesta aprendieron el concepto de movimiento ondulatorio? Justifique su respuesta

**C1**

"Sí; los videos sugeridos permiten facilitar el aprendizaje de este movimiento, que de sí, es complicado."

**C2**

"Ídem (A)..."

2. ¿Cree usted que los estudiantes realicen satisfactoriamente las actividades propuestas y logren modelar la estructura de una onda?

**C1**

"Creo que las actividades propuestas son analizables sin gran dificultad y podrán modelar una onda con un debido apoyo."

**C2**

"Ídem (B)..."

3. ¿Qué observaciones o sugerencias cree pertinentes para mejorar esta propuesta?

**C1**

"Los estudiantes deberán ser monitoreados constantemente por el profesor."

**C2**

"• En 2.2 dice "¿Cómo puedes describir sobre las ondas producidas?". La redacción es poco clara.

• En 2.2 dice: "Si las partículas que vibran con una onda se mueven en la misma dirección que viaja la onda" lo que puede llevar a confusión a los estudiantes, quienes podrían llegar a pensar que las ondas transportan materia.

• Desde la guía anterior ya me parecía poco apropiado hablar de "rey" Maya (cuando el sistema social de los Mayas no era una monarquía).

• Hasta donde alcanza mi conocimiento, las serpientes (entre las que se encuentran las familias de las culebras y las víboras) realizan cuatro tipos de movimientos, no sólo el que se muestra en el video. Tal vez sería importante no desinformar a los estudiantes en este sentido.

• La redacción en algunas partes tutea al alumno ("te proponemos que...") y en otras no lo hace ("con el uso de una regla, determine...guíese"). Sería recomendable mantener uno de los dos estilos de redacción (yo prefiero el tuteo)."

4. Destaque lo positivo y las deficiencias de esta propuesta

**C1**

"Propuesta buena; y factible de realizar para incorporar un concepto bastante complejo como las ondas"

**C2**

Sin contestar

### Propuesta didáctica 3 CN

1. ¿Con el desarrollo de esta propuesta aprendieron el concepto de anisotropía? Justifique su respuesta

**C1**

"No me quedó clara. Las condiciones del tercer nivel"

**C2**

"Ídem (A) ..."

2. ¿Cree usted que los estudiantes realicen satisfactoriamente las actividades propuestas y logren modelar el desplazamiento serpentino de la serpiente?

**C1**

"Debería ser más explicitado lo de objeto isotrópico y anisotrópico.

Con objetos sencillos y que ellos manejen."

**C2**

"Ídem (B) ..."

3. ¿Qué observaciones o sugerencias cree pertinentes para mejorar esta propuesta?

**C1**

"Había que especificar las características de los autitos, tienen ruedas, cómo son éstas."

**C2**

"• Hay palabras mal escritas, como "unabarra rectangular".

• En 3.2 se les pregunta a los estudiantes por las características de la piel de una serpiente que favorecen su movimiento serpentino (en la página 4), y en la página siguiente se les presenta un texto con la respuesta...

• El video propuesto (<https://www.youtube.com/watch?v=MlhUazcGj38&t=112min>) está en inglés con subtítulos sólo en inglés...eso plantea una barrera para alumnos de 7mo año básico. Les recomiendo buscar alguno en español, o al menos con subtítulos en español.

• En la guía de actividades no es necesario especificar que un video es de elaboración propia (ese nivel de especificación corresponde al texto de la tesis)."

4. Destaque lo positivo y las deficiencias de esta propuesta.

**C1**

"La sugerencia al docente de la actividad 3.2 debe ser lo más clara posible, respecto de las características de la piel de las serpientes."

**C2**

Sin contestar

## PREGUNTAS GENERALES

Al finalizar la revisión de las propuestas 1, 2 y 3 conteste las siguientes preguntas justificando su opinión:

1. ¿Considera que la secuencia de las propuestas es adecuada para abordar el objetivo planteado en este seminario de grado **la modelización basada en la indagación (MBI) y en el enfoque de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (STEM) de la propuesta didáctica permitirá que el o la estudiante a través del movimiento de una serpiente aprenda el concepto de fuerza de roce y lo aplique a la vida cotidiana**

**C1**

"La secuencia de las propuestas están adecuadas pero afinaría un poco más la propuesta didáctica 3."

**C2**

"No, y por varias razones:

- La propuesta esta dirigida a estudiantes de 7° básico, que recién están aprendiendo el concepto de fuerza, y los ejemplos y situaciones de aprendizaje deben ir desde lo simple a lo complejo, de manera gradual. Centrar el aprendizaje en el caso de la serpiente, que es un problema complejo, es un despropósito. Diferente sería mi opinión si la propuesta estuviera dirigida a estudiantes de 2° año medio.
- La propuesta esta dirigida a estudiantes de 7° básico, y en la guía nro 2 se propone tratar el tema de ondas, que de acuerdo a las Bases Curriculares esta contemplado en el programa de 1er año medio. No me imagino ningun jefe de UTP autorizando al profesor de Ciencias Naturales a enseñar parte del programa de 1ro medio en 7mo básico. Nuevamente, diferente sería mi opinión si la propuesta estuviera dirigida a estudiantes de 2° año medio (que ya sabrían de fuerzas y de ondas).
- Pienso que centrar el aprendizaje sobre el roce en el caso de la serpiente es riesgoso...yo lo habria centrado en el experimento con las escobillas, y desde ahí habria abierto espacios para buscar ejemplos en el mundo cotidiano y el mundo natural.
- Es importante que las indicaciones para el docente esten en un documento aparte de la guía de actividades para el estudiante. Tambien es importante incluir el o los instrumentos de evaluación para conocer el grado de logro o aprendizaje de los estudiantes que realicen las actividades.
- En el diseño de las actividades, no queda clara la importancia de trabajar colaborativamente o individualmente...en ese sentido, las Clases Demostrativas Interactivas permiten organizar muy bien en qué momento el alumno realiza una predicción individual, cuándo socializa sus predicciones o conclusiones con su grupo, y cuándo se realizan las puestas en común a nivel de curso."

2. En términos generales, a través de las tres propuestas, La utilización del recurso didáctico del movimiento serpentino ¿Permitirá a los y las estudiantes de 7° E.B. analizar los efectos de la fuerza de fricción en este movimiento?

**C1**

"El movimiento serpentino, es de difícil comprensión, pero con apoyo claro del docente en las sugerencias a las actividades es posible que los niños/as de 7°E.B puedan asimilarlo."

**C2**

"Lo que espera el Mineduc es que en 7mo básico los alumnos aprendan sobre la fuerza de roce, utilizando situaciones cotidianas. Si rebalar en el hielo ya es suficientemente poco cotidiano para los estudiantes chilenos, el caso del movimiento de las serpientes lo es menos."

3. ¿Es esta propuesta didáctica (1, 2 y 3) capaz de derribar la concepción alternativa "el roce se opone al movimiento"?

**C1**

"Sí, esta propuesta sería capaz de derribar el concepto de "el roce se opone al movimiento"  
Es valorable las respuestas y su orden

*Favorece- ondas- mov. Serpentino."*

**C2**

*"Para saber si una concepción alternativa persiste a pesar de la acción didáctica, se deben utilizar instrumentos para identificar dichas concepciones. Se debe poner al estudiante frente a una situación que lo "invite" a usar la concepción alternativa para ver si responde o no usando el conocimiento científico aprendido en la clase de ciencias."*

4. ¿Esta propuesta hace posible al estudiante aproximarse al modelo científico escolar sobre el desplazamiento de la serpiente? (véase animación GeoGebra "Movimiento serpiente modelo curricular alumno y científico" Creación propia).

**C1**

*"La propuesta tiene el diseño de un trabajo que tiende a la conformación del método científico."*

**C2**

*"El punto es que ese no debería ser el objetivo, ni remotamente. El objetivo tiene relación con aprender de qué se trata la fuerza de roce."*

5. La experimentación que se propone en la propuesta didáctica ¿Proveerá evidencias que explican los efectos de la fuerza de roce en otras situaciones cotidianas?

**C1**

*"Sí."*

**C2**

*"El experimento de las escobillas es lo mejor de la propuesta."*