

# MÓDULOS

---

# CON ENFOQUE

---

# INDAGATORIO

---

ICEC-OEI

## FUERZA Y MOVIMIENTO



Orientaciones al docente y Anexo de estudiantes 1

# CRÉDITOS

## Módulos con enfoque indagatorio - FUERZA Y MOVIMIENTO

La serie de Módulos con Enfoque Indagatorio ha sido elaborada y diseñada por el Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM (CIDSTEM), perteneciente a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, en el marco de licitación pública OEI-LIC-1-17 de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), en colaboración con el Ministerio de Educación de Chile.

### **Ministerio de Educación**

#### **División Educación General**

#### **Edición equipo Indagación Científica para la Educación en Ciencias (ICEC)**

Daniel Caffi Pizarro

Edgard Hernández Lémann

Eugenia Mancilla Fernández

### **Pontificia Universidad Católica de Valparaíso** **Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM (CIDSTEM)**

#### **Coordinación Ejecutiva**

Roberto Morales Aguilar

#### **Edición**

Rocío Fuentes Castro

Gabriel Caro Franco

#### **Autores**

Germán Ahumada Albayay

Guillermo Bobadilla Reyes

Paula Durán Ávila

Natalia Fernández Ibaceta

Camilo Henríquez Miranda

Boris Padilla Gaete

Milena Páez Silva

Silvana Silva Vera

Betzabe Torres Olave

Carola Vallejos Rojas

#### **Diseño gráfico y diagramación**

Leonardo Messina Araya

#### **Personajes e infografías**

Cristian Rivera Urrutia

#### **Fotografías**

Shutterstock

#### **ISBN**

N° 978-956-8624-25-5

Santiago de Chile, 2020

Nota: En el presente documento se emplean de manera inclusiva términos como “docente”, “profesor”, “estudiante”, etc. y sus respectivos plurales, para referirse a hombres y mujeres.

# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| <b>Introducción:</b> _____  | 4  |
| <b>Consideraciones generales:</b> _____                                   | 8  |
| <b>Etapa 1: Planificación y diseño</b> _____                              | 16 |
| Infografía _____  | 19 |
| <b>Etapa 2 : Construcción y lanzamiento del cohete de agua</b> _____      | 20 |
| Infografía _____  | 23 |
| <b>Etapa 3 : Explicar el fenómeno físico de los cohetes de agua</b> _____ | 24 |
| Infografía _____  | 27 |
| <b>Etapa 4 : Compartiendo experiencias</b> _____                          | 28 |
| Infografía _____  | 30 |
| <b>Anexo de estudiantes:</b> _____  | 32 |
| <b>Cruce curricular:</b> _____  | 42 |
| <b>Bibliografía:</b> _____  | 52 |

# Introducción

El material presentado a continuación forma parte de un grupo de recursos pedagógicos desarrollados por el Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM (CIDSTEM) de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso en colaboración con el Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC) y la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Estos recursos pedagógicos emergen con la intención de producir, divulgar y promover los recursos pedagógicos elaborados por diferentes grupos de docentes, los que han tenido un rol clave en este proceso relevando su experiencia profesional y haciendo extensiva la invitación a generar espacios de reflexión docente, trabajo colaborativo, indagación científica e integración curricular con miras a contribuir al trabajo entre pares, los procesos de enseñanza y aprendizaje y la innovación pedagógica en la escuela, en el contexto del Programa ICEC del Ministerio de Educación.

## 1. Currículum y enseñanza de las ciencias

La implementación y contextualización del currículum nacional, junto con el desafío de trabajar colaborativamente para implementar los procesos de enseñanza aprendizaje corresponden a dos de los principales desafíos de quienes tienen la labor de implementar los procesos de enseñanza-aprendizaje en las escuelas y liceos de nuestro país.

El foco curricular de la asignatura de Ciencias Naturales, respecto del desarrollo del pensamiento y habilidades científicas, ofrece una oportunidad para que las y los estudiantes logren la capacidad de gestionar sus propios aprendizajes, a través de una serie de herramientas propias de la ciencia: el contraste y análisis de modelos, la generación y abordaje de preguntas de investigación, la exploración y observación de la realidad, entre otros. También se integra el desarrollo de competencias ciudadanas que les posibilite la toma de decisiones informada respecto de las problemáticas vinculadas al contexto natural y social. Estas problemáticas son las denominadas cuestiones socio-científicas<sup>1</sup>; ejemplos de ellas son el cambio climático, los factores antrópicos que afectan el aire, el agua y el suelo, las cuales son abordadas por esta serie de recursos pedagógicos.

A partir de lo anterior, entendemos que la educación en ciencias, a través de la metodología de indagación científica, tiene un fuerte carácter interdisciplinar y transdisciplinar<sup>2</sup>, puesto que los estudiantes no solo aprenden acerca de conceptos y habilidades propias de la asignatura, sino que desde una perspectiva amplia tienen oportunidades para aproximarse a la educación con un enfoque de implementación curricular integrada, pues las y los estudiantes deberán administrar habilidades, actitudes y conocimientos de distintas disciplinas para resolver las problemáticas planteadas.

---

<sup>1</sup> **Cuestiones sociocientíficas** corresponde a aquellas cuestiones sociales que tienen un carácter controversial y guardan relación con la ciencia. Estos problemas tienen múltiples soluciones dadas sus implicancias éticas y se prestan para la discusión y la investigación. Pueden ser problemas globales como el cambio climático o en su defecto locales como la instalación de una central energética en determinado lugar. *Extraído de Puig, Blanca & Bravo, Beatriz & Jiménez-Aleixandre, María. (2012). Dos unidades de argumentación sobre cuestiones socio-científicas: el determinismo biológico y la gestión de recursos. VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias.*

<sup>2</sup> **Transdisciplinar** se entiende como el enfoque de máxima integración disciplinar, donde se llega a la construcción de saberes sin fronteras concretas entre las disciplinas que están involucradas. Se diferencia del enfoque interdisciplinar puesto que va más allá del intercambio entre los saberes. *Extraído de Escobar, Y. C. (2010). Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación. Revista Luna Azul, (31), 156-169.*

La indagación científica como enfoque, “es un concepto que fue presentado por primera vez en 1910 por John Dewey, en respuesta a que el aprendizaje de la ciencia pone énfasis en la acumulación de información más que en el desarrollo de actitudes y habilidades necesarias para la ciencia (NRC, 2000). Desde entonces, una diversidad de educadores e investigadores lo han utilizado” (Reyes & Padilla, 2012)<sup>3</sup>.

Entre los diferentes enfoques didácticos desde los cuales es posible abordar el currículum, Mineduc reconoce distintos niveles de indagación en cuanto al enfoque pedagógico de la indagación científica. Estos niveles se relacionan con la participación e involucramiento de los docentes y de los estudiantes en el desarrollo de las experiencias de aprendizaje de la clase.

En la siguiente tabla se presentan los niveles de indagación científica escolar:

**Tabla 1: Tipos de indagación<sup>4</sup>**

| Tipo de indagación      | ¿Quién decide el problema de la clase? | ¿Quién decide la metodología para resolver el problema? | ¿Quién elabora las conclusiones? |
|-------------------------|--|---|----------------------------------|
| No es indagación        | Docente                                | Docente   | Docente                          |
| Indagación estructurada | Docente                                | Docente   | Estudiantes                      |
| Indagación guiada       | Docente                                | Estudiantes   | Estudiantes                      |
| Indagación abierta      | Estudiantes                            | Estudiantes   | Estudiantes                      |

Este enfoque pedagógico representa una importante oportunidad para aproximarse al trabajo colaborativo entre distintas asignaturas. Las cuestiones socio científicas y el análisis de factores antrópicos requiere de saberes, perspectivas y herramientas provenientes de otras disciplinas, lo cual supone instancias para el desarrollo profesional y el trabajo colaborativo; aspecto cada vez más intencionado desde la políticas públicas, como la Ley 20.903.

## 2. ¿En qué consiste esta serie de recursos pedagógicos con enfoque indagatorio?

Esta serie de recursos pedagógicos corresponden a un material complementario al trabajo de aula. Están divididos en un documento de orientación para los docentes y un libro de trabajo para los estudiantes. Contempla seis grandes ejes temáticos que abordan el currículum nacional: **El Aire, El agua de la Tierra, Fuerza y Movimiento, Cambio Climático, El Universo y Suelo**.



<sup>3</sup> Reyes-Cárdenas, Flor, & Padilla, Kira. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química*, 23(4), 415-421.

Recuperado en 22 de marzo de 2020, de

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2012000400002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000400002&lng=es&tlng=es)

<sup>4</sup> Mineduc, 2016. Recuperado de:

<https://basica.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/25/2017/04/Cuaderno-conversemos-Ciencias-Naturales-Final-Para-WEB.pdf>

El documento **Orientaciones al docente** representa un apoyo para la planificación y preparación de la enseñanza. Propone un conjunto de etapas, las que se materializan en el **Anexo de estudiantes**.



...una hipótesis relacionada con las involucradas en el lanzamiento de agua y que ellos pueden controlar... con la construcción del cohete posterior análisis de su desempeño, puedan probar si esta fue o no válida y por qué.

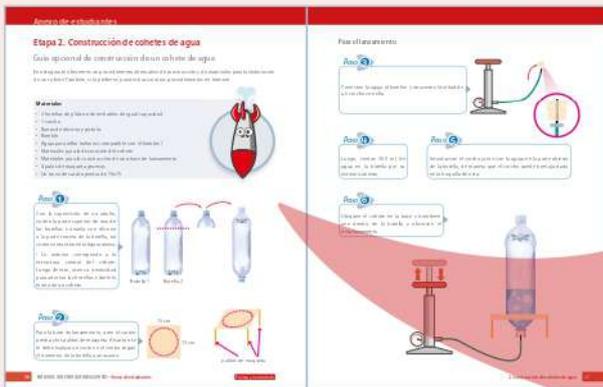
Cada uno de los grupos trabajará en la construcción de su cohete, basados en el diseño creado anteriormente. Se adjunta un modelo opcional para la construcción y lanzamiento de cohete de agua en el **Anexo de estudiantes (páginas 36 y 37)**.

Es importante que enfatice que esa secuencia de pasos es solo un apoyo, ya que se espera que cada grupo elabore sus prototipos en base a sus experiencias personales, conocimientos previos.

...trabaje el trabajo de cada grupo para resolver cualquier dificultad que podrían aparecer en la construcción del cohete. Esto con el fin de asegurar el avance de cada grupo en forma uniforme.

Indique que los estudiantes deberán encontrar un punto de deconstrucción. El objetivo preliminarmente, los puntos de deconstrucción de sus cohetes antes del lanzamiento.

El **Anexo de estudiantes**, busca que ellos escojan y seleccionen distintos recursos para comprender y autogestionar el tiempo destinado en su aprendizaje de forma autónoma. También se proyecta como un recurso de auto-exploración o de apoyo al quehacer del docente durante las clases.



**Construcción de cohetes de agua**

...opcional de construcción de un cohete de agua

...guía te ofrecemos un procedimiento alternativo de construcción y de materiales para el cohete. También, si lo prefieres, puedes buscar otros procedimientos en Internet.

**Materiales**

- 2 botellas de plástico desechables de igual capacidad
- 1 corcho
- Barras de silicona y pistola.
- Bombín
- Aguja para inflar balones (compatible con el bombín)
- Materiales para la decoración del cohete
- Materiales para la construcción de una base de lanzamiento.
- 4 palos de maqueta gruesos.
- Un trozo de cartón piedra de 15x15.

**Paso 1**

Con la supervisión de un adulto, corten la parte superior de una de las botellas y únanla con silicona a la parte trasera de la botella, tal como se muestra en la figura anexa.

Es importante mencionar que, tanto para situar territorialmente las actividades para modificar los niveles de control hacia una indagación más abierta, es fundamental la intervención del docente.

Estos recursos tienen la intención de promover el enfoque de indagación científica en el aula y, además, son una herramienta tanto para la enseñanza como para el desarrollo profesional docente.

Desde la perspectiva de los niveles de indagación, los recursos se movilizan en un gradiente que va desde la indagación estructurada hacia la indagación abierta. En ese escenario, cada una de las experiencias, al ser contextualizadas, permiten reflexionar sobre la práctica profesional, invitan a pensar en los contextos pedagógicos propios y permiten proponer experiencias que fomenten la innovación y el trabajo colaborativo de los estudiantes.

A continuación se presenta una tabla con las características y temáticas de cada uno de los módulos que conforma la propuesta.

**Tabla 2: Descripción de módulos con enfoque en Indagación científica**

| Tema central del módulo     | Número de experiencias | Nivel de control del enfoque indagatorio | Oportunidades propuestas de articulación o integración curricular   |
|-----------------------------|------------------------|--|---|
| <b>Aire</b>                 | 4                      | Indagación abierta                       | Matemática, Tecnología, Artes Visuales, Lenguaje, Comunicación y Literatura, Historia, Geografía y Ciencias Sociales.                       |
| <b>Suelo</b>                | 3                      | Indagación estructurada                  | Matemática, Tecnología, Artes Visuales, Lenguaje, Comunicación y Literatura, Historia, Geografía y Ciencias Sociales.                       |
| <b>Fuerza y movimiento</b>  | 4                      | Indagación guiada                        | Matemática, Tecnología, Lenguaje, Comunicación y Literatura, Historia, Geografía y Ciencias Sociales.                                       |
| <b>El Agua de la Tierra</b> | 4                      | Indagación guiada                        | Matemática, Tecnología, Lenguaje, Comunicación y Literatura, Tecnología, Historia, Geografía y Ciencias Sociales, Educación física y Salud. |
| <b>Cambio Climático</b>     | 3                      | Indagación guiada                        | Matemática, Lenguaje, comunicación y literatura, Historia, Geografía y Ciencias Sociales.   |
| <b>Universo</b>             | 3                      | Indagación estructurada                  | Matemática, Tecnología, Artes Visuales, Lenguaje, comunicación y literatura, Historia, Geografía y Ciencias Sociales.                       |

### 3. ¿Cuál es el impacto de este recurso en el establecimiento educacional?

Esta serie de recursos pedagógicos se articulan como una propuesta de enseñanza y aprendizaje para que, junto con la experiencia profesional, puedan contextualizarse y utilizarse para ofrecer diferentes oportunidades a los estudiantes. Por ejemplo, se ofrecen instancias de indagación, de comprensión lectora, de aplicación de herramientas propias de otras disciplinas, de toma de decisiones y de desarrollo del pensamiento crítico. Todo esto con el propósito de que logren autonomía y comuniquen de manera efectiva lo que han aprendido.

A su vez, se espera que la propuesta de trabajo invite a la generación de nuevas articulaciones curriculares con otras asignaturas y motive la apertura hacia niveles superiores de indagación, en los que los estudiantes sean protagonistas de sus propios aprendizajes.

Desde este espacio y en nombre de todos los docentes elaboradores, hacemos la invitación a revisar estos recursos, implementarlos, contextualizarlos y movilizarlos a otros niveles de indagación pertinentes al contexto y a los requerimientos de sus escenarios pedagógicos, con el objetivo de fortalecer el trabajo colaborativo profesional y la apertura hacia espacios de reflexión e innovación pedagógica.

## Consideraciones generales

Este módulo presenta una estructura diferente a los demás que completan la serie de materiales con enfoque indagatorio. Esta propuesta reúne tanto el material para el docente como lo referido al estudiante en un solo documento.

En la provincia de Valparaíso, desde el 2014 a la fecha, se ha desarrollado un espacio de encuentro entre profesores de Física y los estudiantes de sus respectivos establecimientos educacionales. A esta experiencia se le ha denominado “**ILCA Interescolar de lanzamiento de cohetes de agua**” ([www.cohetesdeagua.cl](http://www.cohetesdeagua.cl) - página web en construcción) y se realiza en la playa Caleta Portales de Valparaíso.

Esta iniciativa surge como una necesidad de los docentes de Física que requieren de espacios de colaboración y reflexión para mejorar sus prácticas de enseñanza de la disciplina, pero también constituye un encuentro que reúne a personas de distintos contextos, considerando la importancia del aporte de la educación científica en la formación ciudadana.

En este contexto, se presenta la oportunidad para desarrollar actividades de aprendizaje en torno al eje disciplinar de Ciencias Naturales “Fuerza y Movimiento” utilizando la estrategia de diseñar y construir cohetes de agua para, finalmente, realizar una muestra por parte de los estudiantes del sistema escolar de los resultados obtenidos en esta práctica científica.

En este módulo se presenta una propuesta que reúne la experiencia acumulada, lo que promueve el aprendizaje y construcción de conocimiento científico de la Física en contextos de indagación y trabajo colaborativo. Asimismo, incorpora elementos de la naturaleza de las ciencias (NOS) y la alfabetización científica en el quehacer educativo.

El presente módulo posee cuatro etapas que se relacionan con el diseño y construcción de los cohetes de agua. Cada una de ellas se enfoca en un aspecto de los considerados dentro de una investigación científica. Estas etapas son las siguientes:



En las etapas de este módulo se abordan puntos clave de una investigación científica utilizando como estrategia de aprendizaje la indagación científica. A su vez, busca orientar a los estudiantes y a los docentes en la tarea de realizar un lanzamiento de cohetes de agua, utilizando los conocimientos propios de la disciplina de Física.

## La metodología de enseñanza incorpora los siguientes elementos clave:

1. El proceso de diseño y construcción del cohete de agua implica trabajo colaborativo y asumir compromisos personales y grupales. Esto permite abordar el trabajo científico desde una perspectiva social y ciudadana.
2. Se promueve el trabajo colaborativo entre pares (estudiantes del establecimiento), es decir, en la muestra existe la posibilidad de compartir con pares de distintos contextos. Este aspecto puede ser logrado en una muestra científica al interior de un establecimiento, cuando los estudiantes pueden compartir sus aprendizajes logrados con otros.
3. Se incluye el uso de tecnologías al alcance de los estudiantes. Al utilizar simulaciones que solo requieren de un celular con conexión a internet para desarrollar las tareas se refuerza el uso de modelos matemático-físicos para analizar un sistema natural.
4. La posibilidad de realizar una muestra inter-escolar o una muestra científica al interior del establecimiento, permite a los estudiantes comprender y aplicar conocimientos relativos a la difusión e interés por la práctica científica. Lo anterior promueve la comunicación y difusión de los aprendizajes logrados en el módulo.



## Acerca de este módulo

Este módulo pretende desarrollar conocimientos en Física a través de una aproximación a la práctica científica, esto es, proponiendo el desafío de llevar a cabo un proyecto, al mismo tiempo que se aprenden conceptos y se desarrollan habilidades y actitudes en torno a la colaboración.

En la asignatura de Física, los temas relacionados con la mecánica podrían resultar difíciles de abordar con los estudiantes, puesto que requieren de mucha abstracción y del desarrollo de modelos matemáticos que puede que no se hayan comprendido con profundidad en los cursos anteriores de ciencias y matemática. Debido a lo anterior, con esta propuesta se incorpora la posibilidad de utilizar e integrar algunos procedimientos matemáticos (ecuaciones, uso de gráficos, entre otros) que podrían no haber sido considerados en la descripción de sistemas naturales.

Por otra parte, el desarrollo de un proyecto en el contexto de un desafío o problema, permite efectuar mediciones, representar información, formular hipótesis, comprobar modelos matemático-físicos y colaborar con otros; todo en el marco del aprender haciendo en ambientes de indagación científica.

Algunas de las concepciones alternativas consideradas en esta propuesta, son las siguientes (Vásquez, 1990):

- Confusión entre aceleración y velocidad; identificación del movimiento variado o acelerado con movimientos uniformes.
- Definición de las fuerzas como magnitudes escalares.
- Se confunde masa con peso.
- Se confunde presión con fuerza y las unidades de medida respectivas.

Esta propuesta comienza con la **planificación de un procedimiento para diseñar cohetes de agua**. Para ello se deben formar grupos de trabajo con diversidad de roles, tareas y funciones, de acuerdo con las pautas entregadas por los docentes. Esta forma de trabajo es especialmente sensible a la diversidad y heterogeneidad que pueda existir en los distintos establecimientos. Además, por tratarse de una forma lúdica de construir conocimientos científicos, la experiencia muestra que los estudiantes se comprometen con el desafío y logran vencer los obstáculos que se presentan a lo largo del proceso de diseño, construcción y muestra del cohete de agua preparado grupalmente. Las siguientes etapas permitirán a los estudiantes probar sus cohetes y modelar las variables presentes.

Posteriormente, se invita a los estudiantes a que **imaginen ideas sobre el desarrollo histórico de la cohetaría, mostrando desafíos, grandes triunfos y también fracasos**. De esta forma se espera que los estudiantes reconozcan, por una parte, que el avance tecnológico y el científico están íntimamente relacionados y que, también, involucra la comprensión de elementos básicos de la naturaleza de las ciencias (Cofré, 2010).

Se espera que, a partir del trabajo inicial de diseño y planificación (que involucra las concepciones alternativas de los estudiantes), puedan **analizar y reflexionar en cuanto a sus diseños iniciales para transitar a la etapa de construcción de los cohetes de agua**. Para finalizar, se invita a los estudiantes a una instancia de reflexión en cuanto a las fortalezas y debilidades en el proceso de construcción.

## Enfoque de la indagación

La organización de este módulo invita a transitar hacia la indagación abierta, en la que el docente le entrega lineamientos y apoyo a los estudiantes y son ellos los protagonistas de su aprendizaje. El objetivo central es que, a medida que ellos van explorando los materiales para construir un cohete de agua, movilicen lo que conocen acerca de ellos y sean capaces de elaborar un prototipo que, posteriormente, lo contrasten con fuentes confiables para verificar el resultado de su trabajo.

“Lanzamiento de cohetes de agua” nace de la necesidad de crear una comunidad de aprendizaje profesional docente en el año 2015. Desde ese momento, varios profesores de Física se reúnen a planificar la actividad presentada en este módulo como una instancia enriquecida para trabajar con los estudiantes.

Es imperativo fomentar el proceso de alfabetización científica y la construcción del conocimiento científico desde sus propias experiencias. Así, le otorgan sentido y significado a lo que realizan en conjunto con los docentes.

Las siguientes páginas contemplan cuatro experiencias de aprendizaje que apuntan a lograr una muestra de lanzamiento de cohetes de agua que puede ser desarrollado en cada uno de sus establecimientos o también compartido con otras escuelas. Este ha sido el método utilizado durante los años de implementación del proyecto [www.cohetesdeagua.cl](http://www.cohetesdeagua.cl) (página en creación).

Los estudiantes podrán transitar varias etapas para la elaboración de este proyecto. Como primer punto, podrán adentrarse en el desafío de diseñar (con la ayuda de las herramientas de Educación Tecnológica) un cohete movilizado por la fuerza del agua. Luego, junto con el docente de Física podrán construirlo y analizar sus fortalezas y puntos a mejorar. Posteriormente, tendrán la oportunidad de utilizar los contenidos de la disciplina para comprender el fenómeno que moviliza sus cohetes. Hacia el final del proyecto, los estudiantes podrán compartir lo que han aprendido durante el trayecto de este proceso de aprendizaje.

La invitación a desarrollar estas experiencias se enmarcan en orientar y desafiar a los estudiantes a transitar hacia el trabajo científico desde la ciencia escolar y a comunicar sus aprendizajes a la comunidad. Es importante recalcar que la escuela debe crear lazos con la comunidad y esta es una forma de apuntar a esa necesidad.

Si bien se ha expuesto el módulo como una secuencia de experiencias de aprendizaje que conducen a un punto central, cada una de ellas puede utilizarse para lograr aprendizajes diferentes, sobre todo en el desarrollo de habilidades y actitudes científicas, como la perseverancia, el trabajo riguroso, entre otras.

## Grandes ideas acerca de la Ciencia (GIAC)

En sus experiencias de aprendizaje, el módulo Fuerza y Movimiento desarrolla aspectos que apuntan a dos Grandes ideas acerca de la Ciencia (Harlen W. 2010). Estas son:

**GIAC12:** Las explicaciones, las teorías y modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento.

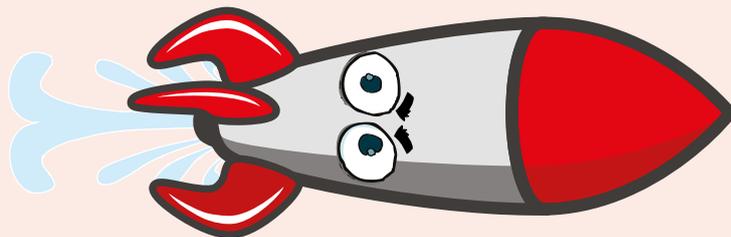
Una teoría científica o modelo que representa las relaciones entre las variables o componentes de un sistema debe ajustarse a las observaciones disponibles en el momento y conducir a predicciones que puedan ser sometidas a prueba. Cualquier teoría o modelo es provisional y está sujeto a revisión a la luz de nuevos datos, aunque haya conducido a predicciones de acuerdo a los datos del pasado. Cada modelo tiene sus fortalezas y limitaciones para dar cuenta de las observaciones.

Esta idea acerca de la ciencia se desarrolla a lo largo de todo el proceso, en particular, cuando se plantea el desafío a los estudiantes. Así, ellos manejan las variables que estiman más relevantes en su proyecto de cohete de agua, observando y realizando los ajustes necesarios a las variables para lograr los objetivos propuestos.

**GIAC13:** El conocimiento generado por la ciencia es usado en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos.

Este aspecto es tratado a lo largo del proceso, considerando el desarrollo histórico de los cohetes y cómo la humanidad se enfrenta a desafíos y obstáculos que deben ser superados para avanzar en la construcción de la sociedad. El uso de ideas científicas en tecnologías ha introducido cambios considerables en muchos aspectos de la actividad humana. Los avances en las tecnologías permiten desarrollar la actividad científica lo que, a su vez, fomenta la comprensión permitiendo satisfacer la curiosidad humana acerca del mundo natural. En algunas áreas de la actividad humana, la tecnología ha avanzado más que las ideas científicas, pero en otras áreas las ideas científicas preceden a la tecnología (Harlen W. 2010).

Lo anterior se destaca al presentar la historia del transbordador “Challenger” que, si bien se perfiló como una tragedia, los científicos lograron replantearse la investigación y ajustar lo necesario para que resultara exitoso. Esta sesión motiva a los estudiantes a comprender que no todo necesariamente resulta bien en la primera prueba y que, a veces, es necesario volver a intentarlo. Esta última idea refiere al trabajo con el error como camino para el aprendizaje, establecido en las Bases Curriculares de Ciencias Naturales.



# Estructura del módulo

## Módulo Fuerza y movimiento

### Construcción de cohetes de agua

#### 1. Planificación y diseño

Detectar ideas previas y aproximarse al diseño de un cohete de agua.

#### 2. Construcción y lanzamiento del cohete de agua

Construcción del cohete de agua utilizando materiales adecuados y procedimientos científicos.

Al final de cada etapa, se encontrará con una infografía, la cual resume los conceptos centrales tratados en cada una de ellas.

#### 3. Explicar el fenómeno físico de los cohetes de agua

Prueba de los cohetes de agua y apropiación de las bases teóricas que respaldan su funcionamiento.

#### 4. Compartiendo experiencias

Comunicación de los resultados y reflexión en torno a debilidades y fortalezas del proceso de construcción y de los cohetes de agua.

Nota: Las etapas de este módulo se pueden desarrollar secuencialmente. También se pueden realizar adaptaciones según el contexto de implementación.

## ¿Cómo es una clase indagatoria?

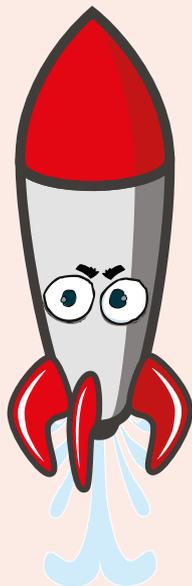
Mediante esta modalidad, podrá utilizar los contenidos conceptuales y transformarlos en saberes activos en actividades concretas. Además, podrá trabajar colaborativamente y aplicar lo aprendido en diferentes situaciones de la vida cotidiana.



En las clases indagatorias no se busca la repetición de respuestas prediseñadas y memorizadas.

Los contenidos conceptuales no solo se adquieren y se repiten.

Las habilidades y actitudes científicas no solo se aplican en un procedimiento.

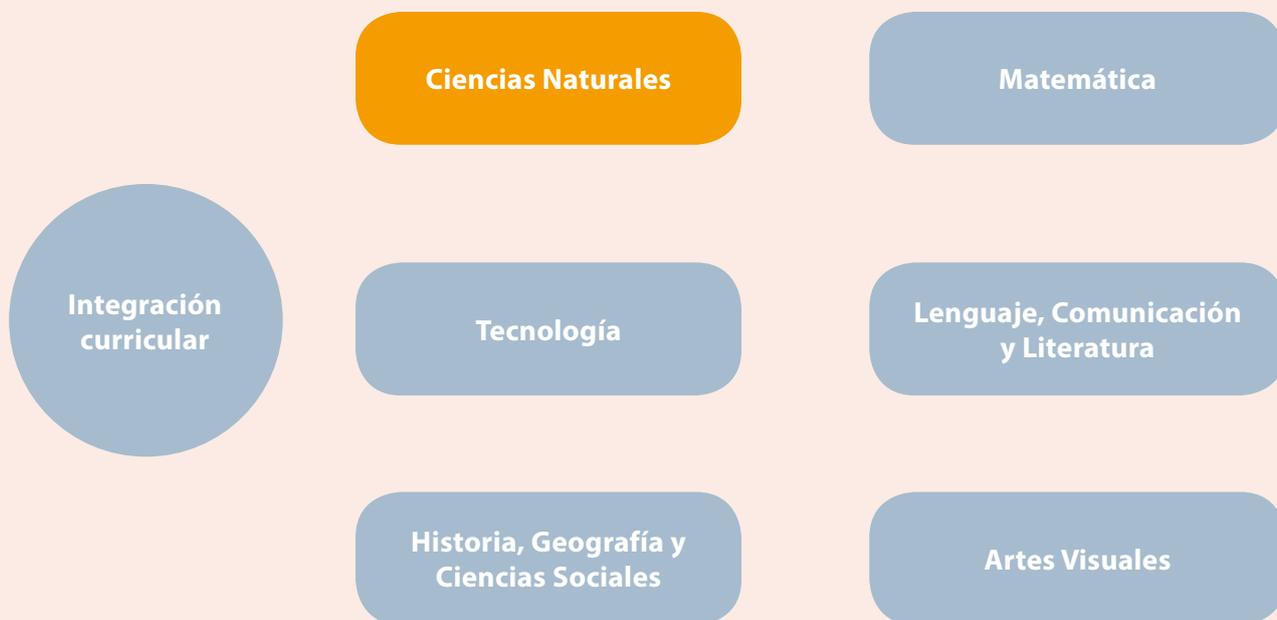


Se generan preguntas a partir de lo que se observa en la naturaleza.

Se aplican en actividades concretas (experimentales) y se transforman en saberes activos.

Se desarrollan habilidades y actitudes científicas para abordar problemáticas de la vida cotidiana.

¿Qué otras asignaturas se consideran en las actividades que contemplan los módulos con enfoque indagatorio?



# ¿Cómo aplicar el enfoque integrado en las experiencias de aprendizaje?\*

Se debe exponer que el trabajo integrado va más allá del trabajo con distintas disciplinas.

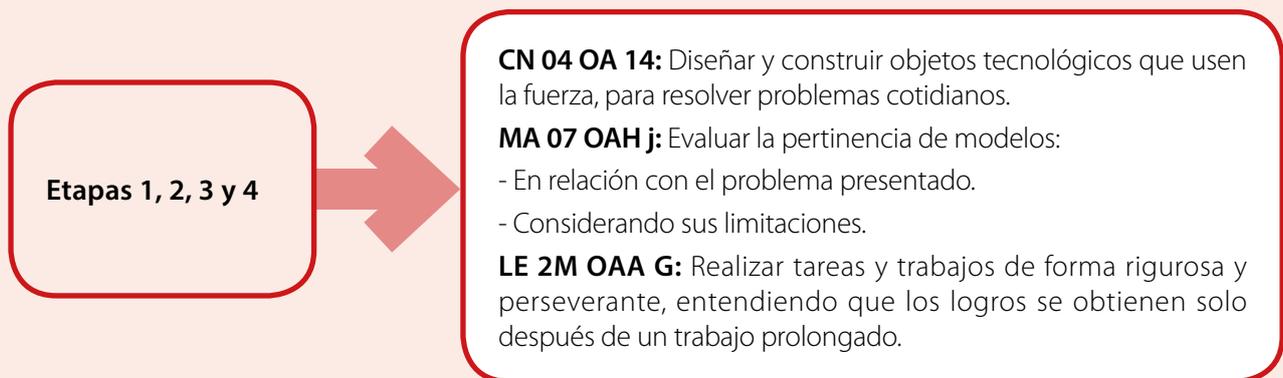
Es importante integrar muy bien la teoría con la práctica.

Se debe mantener una actitud flexible, crítica y autocrítica del desempeño.

La cooperación es clave en el trabajo colaborativo y transdisciplinar.

Cada estudiante debe ser protagonista en la búsqueda de soluciones sustentables para los complejos problemas sociales.

Ejemplo de objetivos de aprendizaje para la integración curricular



¿Cómo se leen los objetivos de aprendizaje del Cruce curricular?



\* Luengo, N. (2018) *La educación transdisciplinaria*. (1º ed.) Comunidad Editora Latinoamericana. Buenos Aires: Argentina

# Etapa 1. Planificar y diseñar el cohete de agua

## Consideraciones iniciales para el docente

### Concepciones alternativas

En esta etapa inicial, se recomienda que el docente pueda tomar en cuenta las ideas previas y concepciones alternativas de sus estudiantes, con el objetivo de trabajar con ellas en esta y en las próximas experiencias.

Respecto del eje Fuerza y Movimiento destacan (Vásquez, 1990):

- Confusión entre aceleración y velocidad; identificación del movimiento variado o acelerado con movimientos uniformes.
- Las fuerzas se comportan como magnitudes escalares.
- Se confunde masa con peso.
- Se confunde presión con fuerza y las unidades de medida respectivas.

### Preguntas científicas

En esta experiencia se busca que los estudiantes sean capaces de visualizar la problemática relativa al lanzamiento de cohetes en programas espaciales. Sin embargo, el aspecto central de esta radica en la formulación de preguntas en forma grupal.

Dicha formulación debe estar orientada hacia la búsqueda de respuestas utilizando aspectos característicos del quehacer científico.

Se espera que el docente oriente a los estudiantes hacia la formulación de preguntas que tengan carácter científico. Según Bunge (2009), las características de una pregunta científica son las siguientes:

- Tiene que ser accesible a un cuerpo de conocimiento científico (datos, teorías, técnicas) en el cual pueda insertarse el problema.
- El planteamiento del problema que origine la pregunta tiene que estar correctamente articulado. Así, su formulación podrá comprenderse por otros.
- Evitar basarse en supuestos falsos o que estén por decidir.
- El problema tiene que estar bien delimitado.
- Permite plantear una hipótesis.
- Debe hacer referencia a una variable dependiente e independiente.
- Promover las respuestas abiertas por sobre aquellas que remiten solo a "sí" o "no".

### Ejemplo de pregunta de investigación científica

¿Cuáles son las variables que influyen en el éxito de lanzamiento de un cohete?

# Orientaciones para la actividad

Para realizar esta etapa con sus estudiantes, infórmeles que tiene como objetivos:

- detectar ideas previas relacionadas con los ejes temáticos Ciencias físicas y químicas y Fuerza y movimiento.
- establecer metas propias referidas a la proyección y desarrollo de una tarea propuesta. En este caso particular, construir un cohete que pueda elevarse.
- definir el procedimiento y seleccionar los materiales requeridos (reciclables) para la construcción del cohete.

## Detectar ideas previas

### • Test KPSI

Los estudiantes completan el test KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory) del eje temático Ciencias Físicas y Químicas y Fuerza y Movimiento, para levantar preconcepciones alusivas a este eje. El test lo encontrará en **Anexo de estudiantes (páginas 32 y 33)**

**Anexo de estudiantes**

**Etapas 1. Planificar y diseñar el cohete de agua**

**Test KPSI**

Leída para cada pregunta, lo que sabes acerca del tema que se trabajará en esta actividad. Para esto, colorea los siguientes campos y marca con una X el recuadro que lo representa.

**Comprende:**

1. No lo sé ni lo entiendo.
2. Lo sé, pero no estoy seguro de poder explicarlo a alguien.
3. Lo sé, y me lo puedo explicar a un compañero.
4. No lo sé y tampoco lo puedo explicar.

**Responde:**

|  | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|---|---|---|
| 1. ¿cómo la historia de cómo se fue desarrollando la tecnología de los cohetes a lo largo del tiempo.  |   |   |   |   |
| 2. ¿cómo explicar el funcionamiento de un cohete cuando hablamos de la física que tiene como fuerza impulsora, velocidad, aceleración, etcétera. |   |   |   |   |
| 3. ¿cómo los principios de Isaac Newton que se refieren al movimiento de los cuerpos.  |   |   |   |   |
| 4. ¿cómo la diferencia entre velocidad y aceleración.  |   |   |   |   |
| 5. ¿en cuánto que un cuerpo que "va rápido" también "va fuerte".   |   |   |   |   |
| 6. ¿cómo que la matemática es importante para el desarrollo de conocimientos en física y para el estudio de ella.                                |   |   |   |   |
| 7. ¿es importante el avance de la tecnología para el desarrollo de la ciencia y para impulsar el desarrollo de la sociedad en general.           |   |   |   |   |

**Comprende:**

1. ¿Qué pasos serán necesarios para que un proyecto resulte como esperamos? Enuméralos.
- ¿Qué habilidades o un proyecto no te resulta como esperabas? Propón una posible solución.
- ¿Qué es mejor para el desarrollo de un proyecto trabajar solo o en equipo? Explica el porqué de tu elección.
- ¿Qué medidas de seguridad crees que consideren los ingenieros al lanzar un cohete real?
- Si un equipo estuviera diseñando y construyendo un cohete espacial, ¿qué pasos seguirían? Enuméralos y descríbelos.

Se recomienda guiar la resolución de este test y orientar a los estudiantes respecto de la utilidad y la ventaja de aplicarlo previo al desarrollo de las siguientes actividades.

### • Videos: Challenger, 72 Segundos de Gloria y Lanzamiento del ARSAT-2

Se recomienda motivar a los estudiantes para que lean el texto introductorio y observen ambos videos relacionados con el lanzamiento de cohetes espaciales.

Challenger: 72 segundos de gloria

<https://www.youtube.com/watch?v=PVqFafAJ50>

Muestra el proceso de lanzamiento del transbordador Challenger, que resulta en un trágico accidente en el año 1986.

Lanzamiento del ARSAT-2

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

Muestra el lanzamiento exitoso del cohete que transportó el satélite argentino ARSAT-2 del año 2015.

Invítelos a que comenten acerca del proceso de preparación del lanzamiento y el resultado en ambos casos. Luego, en forma individual, pídeles que respondan las preguntas asociadas al alcance de metas personales, al proceso de desarrollo de un proyecto y las relacionadas con el proceso de construcción y lanzamiento de un cohete espacial como los que se muestran en ambos videos.

Para niveles más pequeños se sugiere que, entre los mismos estudiantes, se cuestionen acerca de qué entienden por una meta, si se han puesto alguna meta en su vida, si se han planteado algún un desafío y cómo lo han solucionado, además de lo que deberían hacer para poder cumplir dichas metas.

Se sugiere incorporar una alternativa al trabajo individual, pues dependiendo del nivel de cada estudiante, podría resultar más efectivo y fluido responder estas preguntas de manera grupal, siempre guiados por el docente.

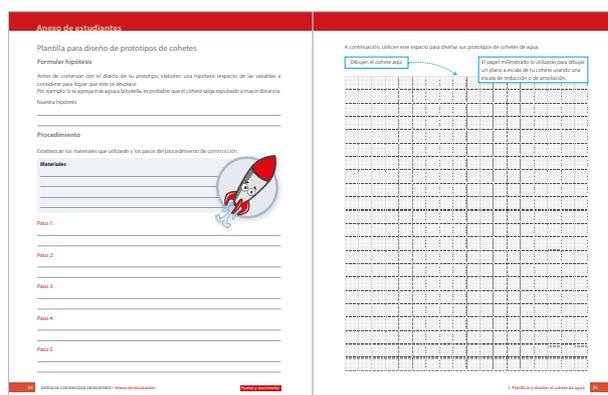
## Diseño de los cohetes de agua

Durante esta etapa, los estudiantes deberán establecer un plan de trabajo para la construcción del cohete, así como también escoger los materiales necesarios y adecuados para su construcción, bajo un contexto de trabajo colaborativo.

Se sugiere trabajar con el docente de Tecnología (específicamente de 5º y 6º básico) para que guíe el diseño de los cohetes. En estos niveles de la asignatura señalada se trabajan los objetivos de aprendizaje referidos a “planificar la elaboración de objetos tecnológicos, incorporando la secuencia de acciones, materiales, herramientas, técnicas y medidas de seguridad necesarias o alternativas para lograr el resultado deseado”

Se espera que pueda guiar a los equipos de trabajo para que elaboren un diseño de sus cohetes, independiente de que no dominen la teoría por completo.

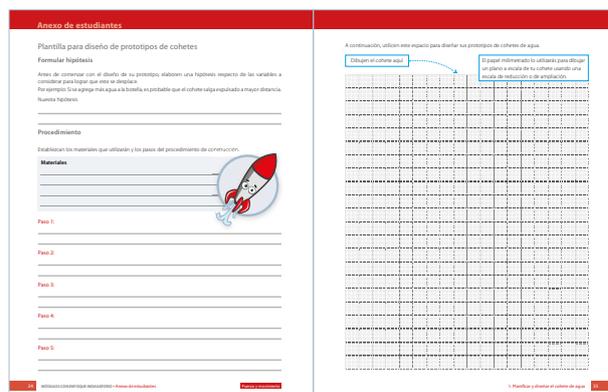
El objetivo es que los estudiantes comprendan que están desarrollando una actividad usando el método deductivo, que se inicie con el diseño y planificación de sus propuestas (planificación, procedimiento, dibujo técnico, evaluación de materiales a usar, etc.), hasta finalizar, en la última etapa, con la evaluación de su trabajo, mediante la utilización de los cohetes. Para esto, utilice la planilla que se encuentra en el **Anexo de estudiantes (páginas 34 y 35)**.



Como complemento a la formulación y diseño de las propuestas de cohetes, puede considerarse el desarrollo reciente de programas espaciales en nuestro país. En particular, se podría considerar el proyecto del satélite Suchai <https://www.youtube.com/watch?v=51OeC8kRYVQ>

Esto permitirá a los estudiantes conocer el estado y desarrollo de proyectos espaciales en países latinoamericanos.

Procure que cada equipo complete las plantillas especiales para el diseño de sus cohetes de agua (**Anexo de estudiantes, páginas 34 y 35**).



<sup>5</sup> Mineduc, 2012. Tecnología. Programa de Estudio para Quinto Año Básico, Unidad de Currículum y Evaluación.

# ¿QUÉ HACEMOS PARA CUMPLIR UNA META?

Conocer ideas previas y aproximarse a la idea de construir un cohete

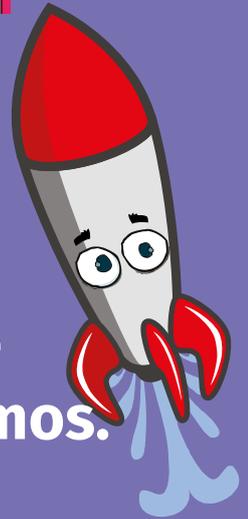
### Cómo han hecho los seres humanos

para llevar a cabo la construcción de grandes obras, como la construcción de puentes, distribución de grandes cantidades de alimentos para la población o encontrar la cura para enfermedades mortales

**NO** se lograron de un día para otro.



Las Personas que han LOGRADO estas proezas fueron **niñas, niños y adolescentes**. Se enfrentaron a pequeños desafíos que los fueron preparando para los grandes proyectos que se propusieron.



- ¿Han resultado todos tus proyectos?
- ¿Qué pasos hay que seguir para que un proyecto resulte como esperabas?
- ¿Es mejor trabajar solo o en grupo?

### ¿Sabías Qué?

Las cosas no siempre resultan como lo esperamos.

**IDEAS**



**PLANIFICAR  
DISEÑAR &  
es CLAVE**

Para lograr cualquier meta.



Módulo FUERZA Y MOVIMIENTO

¿Que haces/harías si un proyecto no resulta como esperabas?

¿Que medidas de seguridad crees que consideran los ingenieros al lanzar un cohete real?

¿Sabes algo del Transbordador Challenger?  
Te invitamos Junto con tus compañeros a asumir el desafío de construir tu propio cohete propulsado por agua

¿Cómo lo construirían?  
¿Qué materiales necesitarían?