

Física para Mates

Implementación piloto

Aníbal Olivera M.

Noviembre 2025

Índice general

1. Contexto y objetivos generales	2
1.1. Contexto	2
1.2. Objetivos generales del proyecto	2
1.3. Objetivos específicos de la implementación piloto	3
1.4. Resumen de problemas disponibles	3
2. Diseño general de la implementación	4
2.1. Cursos involucrados y carga horaria	4
2.2. Esquema versiones de implementación	4
3. Estructura de una sesión tipo	7
3.1. Fases de la sesión	7
3.2. Distribución de tiempos	8
4. Evaluación y articulación con la nota de curso	9
4.1. Productos evaluados en cada sesión	9
4.2. Integración en Geometría	9
4.3. Integración en Taller de Física I	10
5. Medición de motivación y estrategias de aprendizaje	11
5.1. Instrumento	11
5.2. Aplicación pre-post	11
6. Requerimientos logísticos	13
6.1. Infraestructura	13

Capítulo 1

Contexto y objetivos generales

1.1. Contexto

La presente propuesta describe una implementación piloto factible del proyecto *Física para Mates* en los cursos de Geometría y Taller de Física I del Plan Común de Ingeniería UDD.

La implementación:

- utiliza problemas ya diseñados y acompañados de simulaciones computacionales;
- se integra a la estructura de evaluación existente sin modificar las ponderaciones globales;
- incorpora mediciones pre-post de motivación y estrategias de aprendizaje;
- requiere infraestructura ya disponible en la universidad (salas de computación) y un esfuerzo acotado de coordinación entre las cátedras de Matemática y Física.

Este documento está pensado para ser leído por académicos y autoridades que no han participado en la discusión previa, por lo que se explicitan los objetivos, la estructura de las sesiones, la articulación con la malla y el sistema de evaluación.

En una primera etapa, el proyecto se ha concretado en el diseño de una serie de problemas aplicados acompañados de simulaciones computacionales interactivas. Estos problemas ya se encuentran detallados en el documento *Física para Mates AO_v2.pdf*, y tienen en común 1) hacer uso de conceptos de Física mínimos —cinemática y ecuación de la trayectoria— y 2) ser no triviales en su desarrollo, enfatizando el rol de las simulaciones como 'bombas de intuición'.

En este informe se propone una implementación piloto de dichos problemas en dos asignaturas del Plan Común: **Geometría** (bimestre 2, con clases diarias de 70 minutos) y **Taller de Física I** (semestre 2, con 3 clases semanales de 70 minutos más una ayudantía).

Dependiendo de la evaluación de esta primera experiencia, el proyecto puede escalarse en cursos posteriores (por ejemplo, Introducción al Cálculo y Cálculo Diferencial), incorporando nuevos problemas y ampliando el uso de simulaciones en la formación básica de los estudiantes de Ingeniería.

1.2. Objetivos generales del proyecto

1. Conectar explícitamente contenidos de Matemática (Geometría, trigonometría, ecuaciones, funciones) con escenarios de problemas de Física estándar, aunque revisitados y visto desde nuevas ópticas.

2. Integrar **simulaciones computacionales** como herramienta de exploración (bombas de intuición), modelación y verificación de resultados matemáticos.
3. Desarrollar habilidades de resolución de **problemas no triviales**, donde los estudiantes deban interpretar, modelar y analizar situaciones con parámetros múltiples.
4. **Evaluar el impacto** de esta intervención en variables de motivación y estrategias de aprendizaje mediante un cuestionario estandarizado aplicado en modalidad pre–post.

1.3. Objetivos específicos de la implementación piloto

- Implementar un conjunto acotado de sesiones de trabajo en grupos de tres estudiantes, utilizando simulaciones computacionales en salas de computadores de la universidad.
- Integrar estas sesiones dentro de la estructura de evaluación de los cursos de Geometría y Taller de Física I, sin alterar sus ponderaciones globales.
- Recoger datos de desempeño (productos escritos, mini–evaluaciones) y datos de percepción y motivación mediante un cuestionario tipo MSLQ adaptado a estudiantes de ingeniería de primer año.

1.4. Resumen de problemas disponibles

Problema	Contenidos Matemáticos					Contenidos Físicos			Tipo de Problema	Asignatura
	Trigonometría	Vectores	Geom. Analítica	Logaritmos	Cálc. Diferen.	Cinemática Leyes Newton	Estática /Equilibrio	Hoja Cálculo Prob. Pizarra		
Cinemática 1 (4.1)			X			X		X	X	1
Balística 1 (4.2)	X	X	X			X		X	X	1
Balística 2 (4.3)	X	X	X			X		X	X	1
Balística 3 (4.4)		X	X			X		X	X	1
Sólido Rev. 1 (4.5)	X	X	X			X	X	X	X	1
Sólido Rev. 2 (5.1)	X	X			X	X	X		X	3

Asignatura sugerida:

- 1: Geometría
- 2: Taller de Física I (en articulación con Introducción al Cálculo)
- 3: Cálculo Diferencial
- 4: Cálculo Integral

En este documento nos centraremos en los problemas 4.1–4.5 y 5.1, articulados entre Geometría y Taller de Física I.

Capítulo 2

Diseño general de la implementación

2.1. Cursos involucrados y carga horaria

Geometría

- Curso del de primer año, entre mediados de Mayo y principio de Julio.
- Clases de 70 minutos, de lunes a viernes, durante 10 semanas.
- Para esta propuesta se utilizarán sesiones de 140 minutos, agendadas en las **últimas semanas** del bimestre.

Taller de Física I

- Curso de primer año, articulado con Introducción al Cálculo.
- Clases de 70 minutos, 3 veces por semana + 1 ayudantía.
- Para esta propuesta se utilizarán sesiones de 140 minutos, agendadas en las **primeras semanas** del semestre en que se dicta el Taller (inmediatamente después de Geometría).

Estructura G / F

Definiremos como sesiones de **140 minutos obligatorias**:

- **Gk**: sesiones realizadas en **Geometría** (ej.: G1, G2, G3, G4).
- **Fk**: sesiones realizadas en **Taller de Física I** (ej.: F1, F2, F3).

2.2. Esquema versiones de implementación

Se proponen dos versiones de implementación, con distinta intensidad, que utilizan la misma infraestructura y estructura de sesión. Esto es un esquema de ambas versiones —versión mínima y versión completa.

2.2.1. Versión mínima (4 sesiones)

Pensada como piloto de baja carga, con dos sesiones en Geometría y una en Física.

- G1:
 - Aplicación de cuestionario de motivación y estrategias de estudio (**pre-test**).
 - Problema **Cinemática 1: frenada de emergencia**.
 - Mini-evaluación individual.
- G2:
 - Problema **Balística 2: el desafío del arquero**.
 - Mini-evaluación individual.
- G3:
 - Problema **Balística 3: la bola en la escalera**.
 - Mini-evaluación individual.
- F1:
 - Breve repaso de proyectiles y conexión con las sesiones de Geometría.
 - Problema **Sólido de revolución 1 (cono)**.
 - Mini-evaluación individual.
 - Aplicación de cuestionario (**post-test**).

2.2.2. Versión completa (7 sesiones)

Versión extendida, con todos los problemas disponibles y una sesión de cierre.

- G1:
 - Cuestionario pre-test.
 - **Cinemática 1**.
 - Mini-evaluación individual.
- G2:
 - **Balística 1: rescate de la pelota**.
 - Mini-evaluación individual.
- G3:
 - **Balística 2: desafío del arquero**.
 - Mini-evaluación individual.
- G4:
 - **Balística 3: bola en la escalera**.

- Mini-evaluación individual.
- F1:
 - Conexión entre proyectiles y movimiento circular.
 - **Sólido de revolución 1 (cono).**
 - Mini-evaluación individual.
- F2:
 - **Sólido de revolución 2:** superficies de revolución (paraboloide, esfera, hipérbola, elipse).
 - Mini-evaluación individual.
- F3:
 - Cierre del proyecto: revisión integradora de todos los problemas.
 - Mini-evaluación integradora.
 - Cuestionario post-test.

Capítulo 3

Estructura de una sesión tipo

Todas las sesiones especiales se imparten como **clases dobles de 140 minutos**, con estudiantes trabajando en grupos de tres, cada grupo con acceso a un computador con conexión a las simulaciones.

A continuación se describen las fases de una sesión tipo Gk/Fk (exceptuando las partes de pre/post-test, que se detallan más adelante):

3.1. Fases de la sesión

1. **Introducción y contexto (15–20 min)** El profesor presenta brevemente el contexto físico y el objetivo matemático del problema. Se explican las reglas de trabajo en grupo y los productos que se esperan: *hoja de desarrollo* y mini-evaluación individual.
2. **Exploración inicial con simulación (10–15 min)** Los estudiantes exploran libremente la simulación asociada al problema, modificando parámetros y observando comportamientos cualitativos. El objetivo es familiarizarse con el sistema y generar hipótesis (por ejemplo, parámetros para evitar una colisión, combinaciones de ángulo y velocidad que permiten pasar por dos anillos, etc.).
3. **Desarrollo de actividades (50–65 min)** Esta es la fase central de la sesión. Los grupos desarrollan, sobre la base de una guía impresa o digital, una serie de actividades que combinan:
 - formulación de ecuaciones (de posición, trayectorias, condiciones de impacto);
 - manipulación algebraica y trigonométrica;
 - resolución de inecuaciones y análisis de discriminantes;
 - comparación de resultados analíticos con la simulación.

Las respuestas y procedimientos se registran en la **hoja de desarrollo grupal**, que se entrega al final de la sesión.

4. **Verificación y cierre grupal (10–15 min)** El profesor conduce una discusión rápida donde se contrastan los resultados de los grupos con las predicciones teóricas y con la simulación. Esta fase suele corresponder a los numerales finales de cada guía (interpretación de la condición de seguridad en cinemática, descripción de la región de soluciones en balística, análisis de cómo cambia el peldaño de impacto con la velocidad inicial, comparación entre distintas superficies de revolución, etc.).

5. **Mini-evaluación individual (15–20 min)** Cada estudiante responde un breve cuestionario individual (3–5 ítems) relacionado con el problema trabajado. La mini-evaluación puede incluir:

- un ejercicio numérico directo;
- una pregunta conceptual sobre el modelo;
- una pregunta de interpretación gráfica o de parámetros.

Esta mini-evaluación se corrige individualmente y forma parte de la nota de la sesión.

3.2. Distribución de tiempos

En términos de minutos, una sesión tipo se puede esquematizar como:

Fase	Tiempo estimado
Introducción y contexto	15–20 min
Exploración con simulación	10–15 min
Desarrollo de actividades	50–65 min
Verificación y cierre grupal	10–15 min
Mini-evaluación individual	15–20 min
Total	100 - 135 min

Capítulo 4

Evaluación y articulación con la nota de curso

4.1. Productos evaluados en cada sesión

Cada sesión Gk o Fk genera dos productos evaluados:

1. Hoja de desarrollo grupal (50 % de la sesión)

- Elaborada en grupos de tres estudiantes.
- Contiene el desarrollo completo de las actividades de la guía correspondiente.
- Se evalúa mediante una rúbrica simple (corrección matemática, claridad de procedimientos, interpretación de resultados).

2. Mini-evaluación individual (50 % de la sesión)

- ~5 ítems cortos relacionados a los ejercicios de la sesión.
- Garantiza responsabilidad individual dentro del trabajo grupal.

La nota de la sesión es el promedio de ambos entregables.

4.2. Integración en Geometría

La ponderación oficial de Geometría contempla:

Prueba	Ponderación
Certamen N°1	35 %
Certamen N°2	35 %
Controles	20 %
Tareas	10 %
Nota de presentación	70 %
Examen	30 %

En esta propuesta, la nota de **Tareas (10 %)** se reemplaza por el promedio de las notas de sesiones G_k. No se modifica la ponderación global del curso, sólo se redefine el contenido de la categoría "Tareas".

4.3. Integración en Taller de Física I

La ponderación oficial de Taller de Física I contempla:

Prueba	Ponderación
Certamen N°1	30 %
Certamen N°2	30 %
Controles	25 %
Laboratorios	15 %
Nota de presentación	70 %
Examen	30 %

En esta propuesta, el proyecto *Física para Mates* se integra dentro de la categoría **Laboratorios (15 %)**, donde cada sesión F_k reemplaza 5 puntos de esa categoría. En este sentido, la sección Laboratorio estaría compuesto por:

- F_1 (5 %) y Laboratorio usual (10%).
- F_1-F_2-F_3 (15 %) y Laboratorio usual (0%).

Capítulo 5

Medición de motivación y estrategias de aprendizaje

5.1. Instrumento

Para medir el impacto de la intervención en variables de motivación y estrategias de aprendizaje, se utilizará una versión adaptada del cuestionario **MSLQ** (Motivated Strategies for Learning Questionnaire), validado en estudiantes universitarios chilenos de primer año.

Este cuestionario evalúa dimensiones como:

- Valoración de la tarea.
- Expectativas de logro y autoeficacia.
- Ansiedad ante la evaluación.
- Organización y planificación.
- Estrategias de aprendizaje (resumen, elaboración, pensamiento crítico).
- Manejo del tiempo y ambiente de estudio.
- Búsqueda de ayuda.

En su versión completa, el instrumento contiene alrededor de 80 ítems tipo Likert. Para efectos de esta implementación piloto se sugiere considerar:

- Usar el cuestionario completo, destinando aproximadamente **15–20 minutos** de clase.
- Alternativamente, diseñar una **versión abreviada** centrada en los factores más relevantes (por ejemplo, autoeficacia, valor de la tarea y ansiedad), reduciendo el tiempo de aplicación.

5.2. Aplicación pre–post

Versión mínima

- **Pre–test:** al inicio de la sesión G1 (primeros 15–20 minutos).
- **Post–test:** al final de la sesión F1 (últimos 15–20 minutos).

Versión completa

- **Pre-test:** al inicio de la sesión G1.
- **Post-test:** durante la sesión F3 (parte inicial o final), en conjunto con la mini-evaluación integradora.

Los resultados del cuestionario no afectan la nota de los estudiantes en ningún caso. Esta información se utilizará para monitorear cambios en la **motivación** y **estrategias de estudio** frente al uso de simulaciones y problemas contextualizados; y alimentar investigaciones posteriores sobre enseñanza de Matemática y Física en Ingeniería.

Capítulo 6

Requerimientos logísticos

6.1. Infraestructura

- **Salas de computación:**
 - Capacidad para al menos 14 computadores por sección (grupos de tres estudiantes, hasta 40 estudiantes por curso).
 - Conexión a Internet estable para acceder a las simulaciones alojadas en un servidor externo.
- **Software:** navegador web actualizado; no se requiere instalación de software adicional en los equipos de los estudiantes dado que las simulaciones estarán sincronizadas en un Cloud de Computación.
- **Materiales impresos:** guías de actividades y hojas de desarrollo por sesión; copias del cuestionario pre–post.
- **Profesor del curso:** responsable de la conducción de la sesión, explicación de objetivos y discusión final.
- Los estudiantes trabajarán en **grupos de tres**.
- Cada grupo tendrá asignado un computador durante la sesión.
- Las sesiones Gk y Fk serán anunciadas como **actividades obligatorias** y parte integrante de la evaluación de Tareas/Laboratorios del curso.