

El enfoque educativo STEM en un taller con profesores de matemática

Viviana Costa^(1,2), Agustina Bayés^(1,3), Eugenio Devece^(1,4), Patricia Torroba^(1,5) y
María de las Mercedes Trípoli^(1,6)

¹IMApEC, Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina

²vacosta@ing.unlp.edu.ar

³

⁴eugenio.devece@ing.unlp.edu.ar

⁵patricia.torroba@ing.unlp.edu.ar

⁶mercedes.tripoli@ing.unlp.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta el desarrollo y los resultados de un taller enmarcado en el enfoque educativo STEM que articula en la enseñanza: el registro de datos experimentales, uso de Tecnologías de la Información y de la Comunicación, modelos funcionales, uso de GeoGebra, el Método de Mínimos Cuadrados (matemática) y la Ley de Hooke (física). El taller fue destinado a docentes de matemática de diferentes niveles educativos con el objetivo de difundir las actividades que realiza una Unidad de Investigación denominada IMApEC de la Facultad de Ingeniería de la UNLP y generar intercambios y diálogos con otros docentes para aunar esfuerzos con el fin de mejorar la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave: enseñanza; ciencias; articulación; tecnología; docentes.

Introducción

En este trabajo se presenta el desarrollo y los resultados de un taller, en el que se compartieron, con docentes de matemática de diferentes niveles educativos, algunas de las actividades de articulación entre matemática y física que realizan los integrantes de la Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia: “Investigación en Metodologías Alternativas para la Enseñanza de las Ciencias” (UIDET-IMApEC) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (FI-UNLP). Además, tales actividades se enmarcan en un Proyecto Acreditado en el Programa Incentivos de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNLP: “Articulación en la enseñanza de las Ciencias Básicas en carreras de Ingeniería”.

Las investigaciones que realiza la UIDET buscan diseñar, implementar y analizar diversas estrategias para la enseñanza de las ciencias, en particular de matemática y física en forma articulada, con el propósito de favorecer los aprendizajes de los estudiantes que transitan por la FI-UNLP en el área de las Ciencias Básicas. Se espera que los estudiantes logren conectar saberes, notaciones, distintos modos de pensamiento de una u otra asignatura (abstracta y/o experimental) y lenguajes propios de cada área de conocimiento.

Para ello se han llevado a cabo varias actividades de articulación con el objetivo que los alumnos que estudian ingeniería reconozcan a la matemática como una herramienta de modelización esencial en su formación como ingenieros y de esta manera, además, se sientan motivados al momento de estudiarla, entendiendo el por qué y el para qué de la misma. A su vez, se han adaptado dichas actividades para ser desarrolladas en otros niveles educativos, como lo son la escuela media y en la formación de profesores.

Las actividades propuestas se basan en un trabajo continuo del equipo que conforma la UIDET, compuesto por docentes con distinta formación de grado (matemáticos, físicos, ingenieros y profesores de matemática) en donde cada uno aporta al conocimiento, desde su mirada y en relación a las otras perspectivas con vistas a una educación básica articulada en sí misma y con las disciplinas específicas. La implementación de las mismas se piensa de modo que permitan evidenciar los nexos entre las diferentes disciplinas, mostrando que los fenómenos no existen por separado y reflejando además una acertada concepción científica del mundo.

Algunas de las actividades se han implementado diseñando estrategias de enseñanza enmarcadas en el enfoque educativo STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés). Este enfoque se basa en la integración de estas cuatro disciplinas para promover un aprendizaje más práctico, interdisciplinario y centrado en la resolución de problemas. Busca romper con la tradicional separación de las disciplinas y promover su conexión, ya que en el mundo real estas áreas se entrelazan de manera natural. Las actividades y proyectos en un entorno STEM involucran a los estudiantes en la resolución de problemas reales, donde deben aplicar conocimientos y habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Se enfatiza el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo en equipo y la experimentación práctica. El enfoque STEM también promueve el uso de herramientas tecnológicas y

recursos digitales como parte integral del proceso de aprendizaje (Cartagena, González y Oviedo, 2017; García Carrillo, Anaya Vejar y Medina Delgado, 2020).

Este trabajo está organizado de la siguiente manera: se presenta una breve descripción de las actividades del grupo de investigación, incluyendo las formaciones de los integrantes y las disciplinas en las que cada uno realiza su tarea docente con el fin de contextualizar las actividades presentadas en el taller. Luego, se describen los aspectos más destacados del taller desarrollado y los resultados obtenidos. Finalmente, se presentan conclusiones.

UIDET-IMAPEC y las actividades de articulación

La UIDET IMAPEC está conformada por cinco integrantes y varios colaboradores. En cuanto a los integrantes, sus formaciones académicas son diversas y desarrollan sus tareas docentes en distintas asignaturas correspondientes a las Ciencias Básicas, que se encuentran entre el primer y tercer semestre de los planes de estudio de las carreras que se dictan en la FI-UNLP. Asimismo, una de las integrantes trabaja también en el nivel secundario en materias de matemática. En la Tabla 1 se sintetiza lo descripto anteriormente.

Las propuestas desarrolladas implican la necesidad de reuniones, acuerdos y diálogos, que permitan encontrar los puntos de contacto entre los conceptos involucrados y de cómo vincular los lenguajes y notaciones propios de cada disciplina ya que uno de los objetivos es que cada área de conocimientos mantenga su esencia. Las actividades intentan ayudar a los estudiantes a poder hacer las vinculaciones en un momento de la carrera en que aún no cuentan con la suficiente competencia para realizarlas por ellos mismos.

Las actividades de articulación que se han desarrollado tuvieron como objetivo vincular contenidos curriculares de FI-UNLP: Matemática A-Física I, Matemática B-Física I, Matemática C-Física I- Física II, Matemática A-Física I-Materiales. Estas se han realizado, en general, en las clases de matemática con la participación de todos los docentes involucrados. Entre los temas que se han vinculado se encuentran: cinemática y el análisis de funciones de una variable, funciones trigonométricas y el movimiento armónico simple, la ecuación de una recta, ley de Hooke y la deformación elástica de los materiales, la ecuación de una recta, ley de Hooke y el método de los mínimos cuadrados, entre otros (Torroba, Devece, Trípoli y Aquilano, 2016, Trípoli, Torroba, Devece y Aquilano, 2019, Cozzarín, Devece, Feloy, Torroba y Trípoli 2023). Además, conceptos de fotometría con temas de Álgebra Lineal (Costa, Rizzo y Gallego Sagastume, 2019). Básicamente, la metodología de trabajo implica la realización de una actividad experimental usando Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en la que se identifican los fenómenos físicos subyacentes y mediante el uso de las herramientas matemáticas adecuadas se valida lo realizado empíricamente.

A su vez, dichas propuestas desarrolladas se han adaptado para ser llevadas a cabo en otros ámbitos, como lo es la escuela media o talleres dirigidos a docentes tanto en formación como formados.

Tabla 1. Cuadro que sintetiza las formaciones y asignaturas de trabajo de los integrantes de la UIDET-IMAPEC.

Formación	Cargo docente	Asignatura en la que se desempeña/ Eje conceptual de la asignatura	Semestre en el plan de estudios
Lic. en Matemática, Mg. en Simulación Numérica y Control, Dra. en Enseñanza de las Ciencias	Prof. Titular	Matemática B / Cálculo integral en una y varias variables	2do
Lic. en Física, Dra. en Física	Prof. Titular	Física I /Mecánica e introducción a termodinámica Física II / Electromagnetismo y óptica	2do 3er
Ing. Metalúrgico, Ing. Laboral, Mg. en Física Contemporánea, Esp. Docente de Nivel Superior en Políticas y Programas Socioeducativos	Prof. Adjunto	Física I / Mecánica e introducción a termodinámica	2do
Lic. en Matemática, Esp. en Docencia Universitaria, Alumna de la Maestría en Educación en Ciencias Exactas y Naturales	Prof. Adjunto	Matemática A / Cálculo diferencial en una y varias variables)	1er
Prof. de Matemática, Alumna de la Maestría en Educación en Ciencias Exactas y Naturales	Ayudante Diplomado, Profesora en escuela Secundaria	Probabilidades y Estadística	3er

En particular, con el objetivo de difundir dichas actividades, se desarrolló un Taller dirigido a docentes de diversos niveles educativos y diversas disciplinas. El propósito fue y es generar intercambios y diálogos para aunar esfuerzos con el fin de mejorar la enseñanza de las ciencias, identificando problemáticas comunes de desarticulación de contenidos y de metodologías de enseñanza.

Taller: “Enfoque educativo STEM, trabajar contenidos matemáticos con el registro de datos experimentales”

Durante el primer semestre de 2022 se realizó una actividad áulica con un grupo de alumnos de Matemática A en la cual se vinculó la Ley de Hooke con la ecuación de la recta. Dado que los estudiantes aún no habían cursado Física I, se recuperaron conceptos estudiados por ellos en la escuela secundaria para poder realizar la actividad.

Mediante una actividad experimental en la cual se utilizó un sistema masa-resorte, se tomaron datos a tiempo real de la longitud de estiramiento del resorte de acuerdo al peso del cuerpo que colgaba y se utilizó el software de geometría dinámica GeoGebra para realizar el ajuste lineal correspondiente (Figura 1) con el objetivo de verificar la Ley de Hooke. Con la misma actividad experimental, en donde se volvió a utilizar un resorte para obtener los datos mencionados previamente, un grupo de alumnos de Matemática C, utilizaron los mismos para encontrar el modelo lineal que los ajusta, mediante el Método de los Mínimos Cuadrados, tema que se estudia en dicha materia.

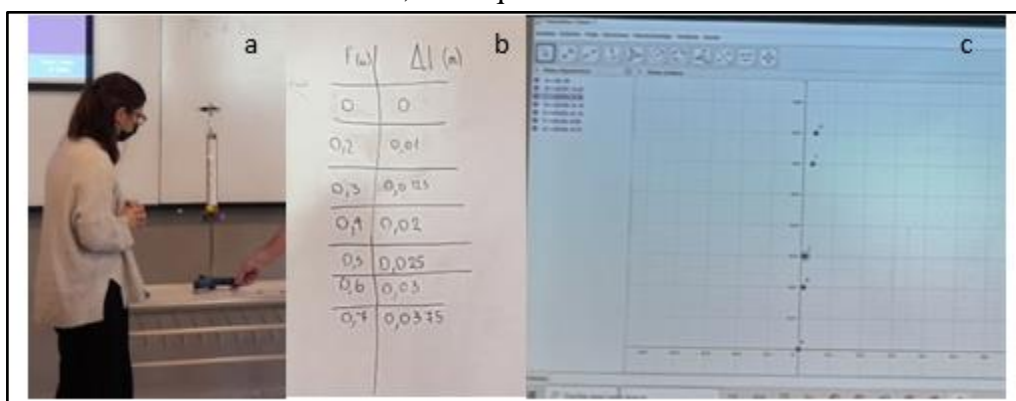


Figura 1. Registro de datos experimentales usando un dinamómetro durante la clase de Matemática A y uso de GeoGebra. a: Estudiante tomando datos. b: Datos experimentales. c: Representación de los datos en GeoGebra.

Esta actividad, de la que se obtuvieron buenos resultados en cuanto a la motivación e interés de los estudiantes por el estudio de la matemática articulada con conceptos que se estudian en Física, se adaptó y se llevó a cabo en modalidad de Taller, con el enfoque educativo STEM, dirigido a docentes de matemática del nivel secundario y universitario, y a profesores en formación.

El Taller se desarrolló en el Encuentro de Matemática para Carreras de Ingeniería (EMCI) llevado a cabo en el mes de octubre de 2022 en las ciudades de Paraná y Oro Verde, organizado por la Universidad Nacional de Entre Ríos y la Universidad Tecnológica Nacional Regional Paraná. Cuatro de los integrantes de la UIDET-IMAPEC dictaron el taller, cada uno aportando desde su disciplina y especialidad, mientras el quinto participó del mismo como asistente, lo cual permitió disponer de más instrumentos al momento de analizar el desarrollo del mismo. Asistieron 7 participantes.

Objetivos del taller

Los objetivos del taller fueron:

- Motivar el trabajo interdisciplinario entre docentes de distintas áreas.
- Presentar a los participantes una propuesta en el enfoque educativo STEM que puede ser transferida al aula en cursos de matemática de nivel secundario, de profesorado de física y matemática y de nivel universitario en cursos de Cálculo y/o de Álgebra Lineal.
- Incentivar el uso de TIC en el aula.

- Difundir el uso de GeoGebra para el estudio de la matemática y de la física.

Desarrollo del taller

Consistió en dos encuentros de dos horas cada uno. Los participantes solo debían concurrir con un dispositivo móvil o notebook con GeoGebra pre instalado.

Al inicio del primer encuentro los participantes, mediante la lectura de un código QR, respondieron un cuestionario previo a comenzar a trabajar, dirigido a conocer sus formaciones académicas y asignaturas en la que desempeñan su tarea docente. Luego se realizó una breve presentación del Grupo IMApEC y se mencionaron los aspectos más destacados del enfoque educativo STEM y algunas de las actividades que realiza el grupo utilizando este enfoque. Luego, con el objetivo de conocer algunas herramientas específicas del GeoGebra para poder realizar la práctica central del Taller, se propuso una actividad diseñada para tal fin. Como cierre de la misma, los participantes realizaron un ajuste de curva lineal (con GeoGebra) con datos registrados en forma experimental mediante sensores, un carrito y una pista de bajo roce, relativos al movimiento rectilíneo uniforme (MRU). Se finalizó el primer encuentro mencionando a los participantes las aplicaciones que tiene este tipo de movimiento en la ingeniería y algunas actividades de articulación áulicas vinculadas a este fenómeno que lleva adelante el grupo.

En el segundo encuentro se presentaron aspectos teóricos de la Ley de Hooke (Figura 2) y se menciona su importancia en el estudio de la elasticidad de los materiales.

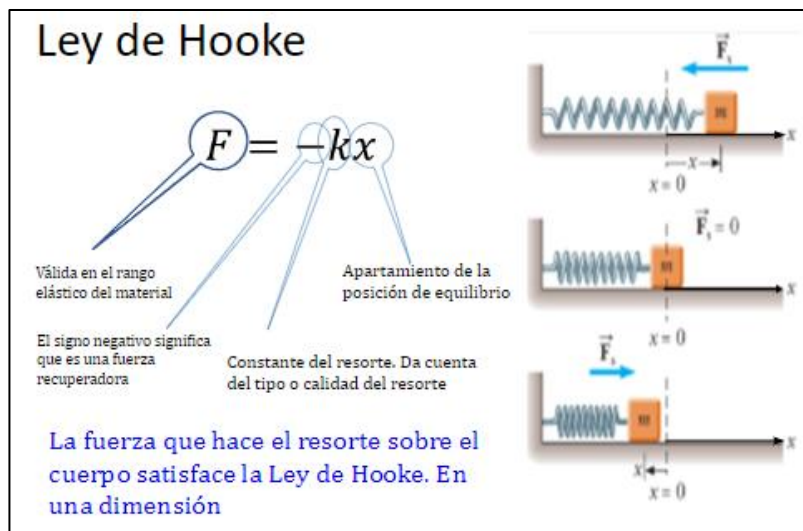


Figura 2. Ley de Hooke.

Luego, se realizó una tarea experimental para validar tal ley. Los participantes se distribuyeron en tres grupos y utilizaron un sistema masa-resorte, con varios objetos de distintos pesos para colgar en el extremo del resorte y un dinamómetro (instrumento para medir fuerza o calcular el peso de los objetos). Registraron pares de datos relativos a la posición y el peso. Luego, los ingresaron al GeoGebra y mediante la herramienta

AjusteLineal obtuvieron el modelo lineal que mejor ajusta los datos en el sentido de mínimos cuadrados (Figura 3). Seguidamente, se comentó que esta actividad puede ser propuesta en cursos de Álgebra Lineal para el estudio del Método de Mínimos Cuadrados y de este modo hallar el ajuste lineal, pero utilizando los conceptos matemáticos subyacentes al álgebra matricial, en vez de la herramienta AjusteLineal, “caja negra” de GeoGebra.

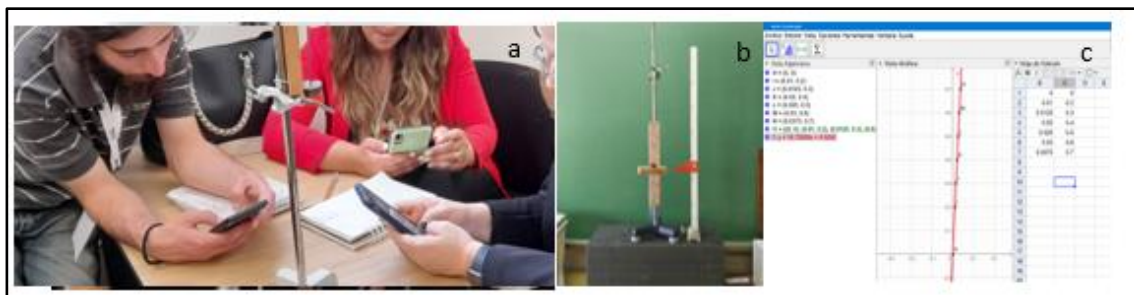


Figura 3. Momentos del Taller con docentes. a: Participantes insertando datos en la app de GeoGebra. b: Dispositivos empleados. c: Representación gráfica de los datos en GeoGebra.

Resultados del taller

Al finalizar el segundo encuentro se realizó una puesta en común junto a los asistentes, y se les solicitó responder una serie de preguntas de un cuestionario que indagaba sobre sus vivencias en el mismo. Del cuestionario inicial y del final, se resumen brevemente algunas de las respuestas brindadas por los participantes. En cuanto al conocimiento del software GeoGebra, todos manifestaron conocerlo y utilizarlo en sus clases; y en referencia a las herramientas específicas utilizadas en el taller, algunos mencionaron conocerlas y haberlas trabajado con sus propios estudiantes mientras que otros no las conocían. En relación a si desarrollan actividades de articulación en sus cursos, la mitad respondió que a veces las realiza, uno frecuentemente y los demás nunca. De los que realizan articulación, mencionaron que buscan propuestas en la web adaptándolas para sus estudiantes o en actas de congresos, libros y revistas. Ninguno manifestó trabajar con docentes de otras disciplinas al momento de diseñar e implementar las actividades de articulación. Asimismo, consideran que el tipo de actividades realizadas en este Taller, son factibles de llevar a cabo con sus estudiantes. En cuanto al beneficio de hacer este tipo de actividades, las respuestas se pueden observar en la Figura 4.

Porque toman contacto con cuestiones parecidas a las que van a encontrar luego
Es muy enriquecedor y para el estudiante adquiere un significado que luego no olvidan.
porque si no ven los temas aislados y no relacionan que lo pueden trabajar en diversas áreas
Cómo estudiante de la carrera, muchas veces me encontré con que la matemática vista, no era utilizada durante las cursadas más adelantadas de forma adecuada.
Me parece interesante que vean la relación entre los contenidos de diferentes materias y a la vez la relación con la ingeniería.
Son actividades muy beneficiosas para los estudiantes de ingeniería, ya que son actividades que los motivan, les despierta interés, curiosidad y pueden relacionar contenidos de otras materias.

Figura 4: Comentarios finales de los participantes al Taller.

Conclusiones

El texto presenta el desarrollo y los resultados de un Taller dirigido a docentes de matemática con el objetivo de promover la articulación de las ciencias en la enseñanza. El Taller se enmarcó en el enfoque educativo STEM y abordó la integración de registros de datos experimentales, el uso de TIC, modelos funcionales, la Ley de Hooke y el Método de Mínimos Cuadrados. El objetivo principal fue aportar una estrategia enfocada en mejorar la enseñanza de las ciencias, identificando problemáticas comunes de desarticulación de contenidos y metodologías de enseñanza. Se buscó fomentar el trabajo interdisciplinario y promover el uso de herramientas tecnológicas. El Taller presentó actividades prácticas utilizando el software GeoGebra que se pueden adaptar para ser implementadas en diferentes niveles educativos. En general, el taller buscó generar intercambios y diálogos entre los docentes para fortalecer la enseñanza de las ciencias y mejorar la conexión entre las diferentes disciplinas. Concluimos que el Taller fue una experiencia enriquecedora y efectiva para promover la articulación en la enseñanza de las ciencias. Consideramos que se generaron los intercambios y diálogos necesarios para fortalecer la comunidad docente y mejorar la enseñanza de las ciencias en diferentes niveles educativos y que el desarrollo del mismo cumplió los objetivos propuestos de manera satisfactoria.

Referencias bibliográficas

- Cartagena, Y. G., González, D. S. R. y Oviedo, F. B. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Diálogos educativos*, (33), 35-46.
- Costa, V. A., Rizzo, K. y Gallego Sagastume, J. (2019). Educación STEM: integrar conceptos de fotometría a la clase de matemática usando tecnología. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31(Extra), 237–244.
- Cozzarín, A., Devece, E., Feloy, L., Torroba, P. y Trípoli, M. (2023). Ley de Hooke: un punto de encuentro entre Matemática A, Física I y Materiales. 7° Jornadas ITEE 2023/ Fernando Inthamoussou...[et al.]; compilación de Lucrecia Poteca; editado

- por Liliana Gassa; Gabriela Caorsi.-1a ed.- La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ingeniería, 2023. Libro digital, PDF, 105-110.
- García-Carrillo, D. A., Anaya-Vejar, E. A., y Medina-Delgado, B. (2020). Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática STEM como Método de Enseñanza en Ingeniería. *Respuestas*, 25(3), 207-222.
- Torroba, P., Devece, E., Trípoli, M. y Aquilano, L. (2016). Cinemática y el análisis de una función: una propuesta didáctica para su articulación en el contexto de una facultad de ingeniería. *Revista de Enseñanza de la Física*, 28(Extra), 91-99.
- Trípoli, M., Torroba, P., Devece, E. y Aquilano, L. (2019). Funciones trigonométricas, periódicas y oscilatorias: una propuesta de trabajo interdisciplinario. Quintas Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión/Stella Abate...[et al.]; compilado por Gabriela Caorsi; Liliana Mabel Gassa.-1a ed.-La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ingeniería, Libro digital, PDF, 166-171.