

Estado de la publicación: El preprint ha sido enviado para publicación en revista

Aprendizaje mediante casos prácticos integradores en la enseñanza de la ingeniería. Un caso de estudio sobre dinámica estructural

Diego Francisco Ledezma Ramirez

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.8055>

Enviado en: 2024-02-07

Postado en: 2024-02-08 (versión 1)

(AAAA-MM-DD)

Aprendizaje mediante casos prácticos integradores en la enseñanza de la ingeniería. Un caso de estudio sobre dinámica estructural

Learning Through Integrative Practical Cases in Engineering Education. A Case Study on Structural Dynamics

Aprendizagem por meio de casos práticos integrativos no ensino de engenharia. Um estudo de caso sobre dinâmica estrutural

Diego Francisco Ledezma-Ramírez
Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, Mexico.
diego.ledezma@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-3197-0291>

Resumen

Introducción. En el ámbito de la enseñanza de la ingeniería, se busca constantemente mejorar los métodos pedagógicos para garantizar un aprendizaje efectivo y significativo para los estudiantes. **Objetivo.** Explorar la aplicación de casos prácticos reales basados en información experiencial como problemas integradores en la enseñanza de la ingeniería. **Discusión.** Presentando el ejemplo de análisis de un vehículo para la asignatura de dinámica estructural, se examina cómo estos casos pueden ser adaptados y modificados utilizando datos reales como base, permitiendo a los estudiantes reflexionar y construir su aprendizaje de manera activa. **Conclusiones.** Se sugiere integrar casos prácticos reales en la enseñanza de la ingeniería, permitiendo a los estudiantes reflexionar y construir su aprendizaje, favoreciendo así el cumplimiento de las competencias y el perfil de egreso del programa educativo.

Palabras clave: Aprendizaje experiencial; educación en ingeniería; método de casos; problema integrador.

Abstract

Introduction. In the field of engineering education, there is a constant pursuit to enhance pedagogical methods to ensure effective and meaningful learning for students. **Objective.** To explore the implementation of real-life practical cases based on experiential information as integrative problems in engineering education. **Discussion.** By presenting the example of vehicle analysis for the structural dynamics course, it is examined how these cases can be adapted and modified using real data as a foundation, enabling students to actively reflect and construct their learning. **Conclusions.** It is suggested to integrate real-life practical cases into engineering education, allowing students to reflect and construct their learning, thus promoting the fulfillment of competencies and the educational program's profile.

Keywords: Experiential learning; engineering education, case method; integrative problem.

Resumo

Introdução. No campo do ensino de engenharia, há uma busca constante para melhorar os métodos pedagógicos a fim de garantir uma aprendizagem eficaz e significativa para os estudantes. **Objetivo.** Explorar a aplicação de casos práticos reais baseados em informações experienciais como problemas integradores no ensino de engenharia. **Discussão.** Ao apresentar o exemplo de análise de veículo para a disciplina de dinâmica estrutural, examina-se como esses casos podem ser adaptados e modificados utilizando dados reais como base, permitindo que os estudantes reflitam e construam seu aprendizado de forma ativa. **Conclusões.** Sugere-se integrar casos práticos reais no ensino de engenharia, permitindo que os alunos reflitam e construam seu aprendizado, promovendo assim o cumprimento das competências e do perfil do programa educacional.

Palavras-chave: Aprendizagem experiencial; ensino de engenharia; método de caso; problema integrativo.

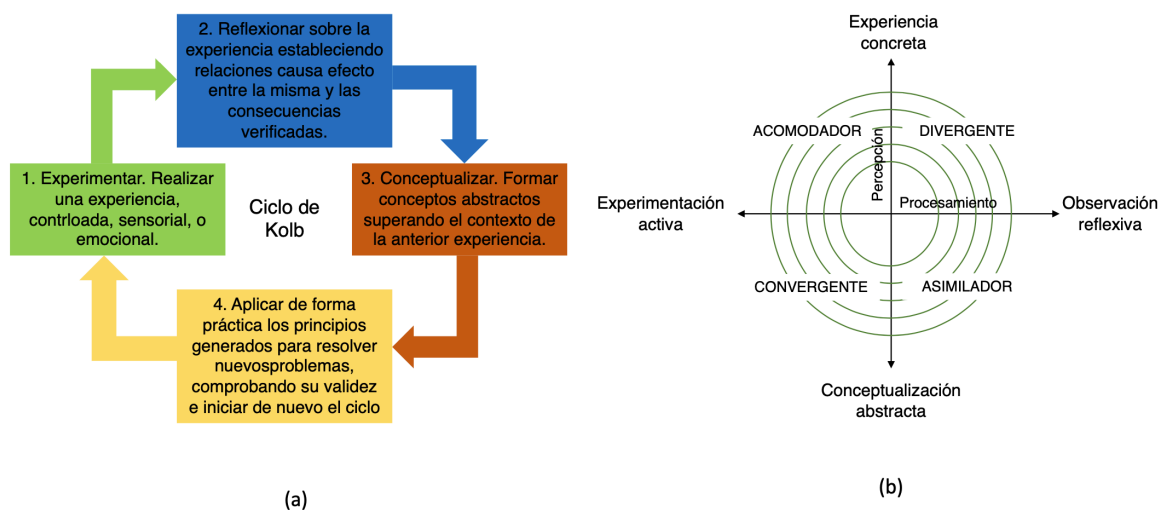
1. Introducción

En la actualidad, la formación de ingenieros enfrenta diversos retos debido a los constantes cambios no solo en el ámbito tecnológico, parte central de la ingeniería, sino también debido a los aspectos sociales, económicos y políticos que se mantienen en constante evolución. La esencia de la ingeniería por naturaleza es la solución de problemas prácticos mediante la aplicación innovadora de la ciencia y la tecnología, cuyas múltiples disciplinas avanzan constantemente, y en años recientes este progreso se ha acelerado ([Restrepo, 2000](#); [Sheppard et al., 2009](#)). Existen hoy en día grandes desafíos para los ingenieros en diferentes áreas, como lo son la movilidad sostenible, seguridad informática, automatización y mejora de procesos industriales, entre otros, donde cada día vemos surgir nuevas herramientas y aplicaciones, como por ejemplo la inteligencia artificial. Diversos autores han profundizado en la forma de abordar estos problemas mediante propuestas para adaptar la educación de la ingeniería en función de los constantes cambios y retos. [Vega-Gonzalez \(2013\)](#) ha propuesto un nuevo esquema para la formación de nuevos ingenieros, basado primeramente en los fundamentos teóricos, físico matemáticos, y de formación en ciencias de la ingeniería, y en el cual los estudiantes puedan involucrarse a proyectos académicos y de investigación dictados por las necesidades actuales. Muchas escuelas de ingeniería actualmente tomado en cierta forma algunas o varias de las ideas propuestas por Vega-Gonzalez (2013), implementando programas de titulación que fomentan a los estudiantes a participar en proyectos con alto nivel de desarrollo tecnológico dictados por las necesidades de la industria y la sociedad, motivándolos a desarrollar y aplicar el pensamiento crítico en la solución de problemas. En la Universidad Autónoma de Nuevo León, el actual modelo educativo permite a los estudiantes la participación en prácticas profesionales, y estancias de investigación en proyectos pertinentes a los requerimientos de la industria y la sociedad. Se implementa la educación centrada en el aprendizaje que requiere de experiencias relevantes, pertinentes e interesantes que despierten el deseo de aprender, vinculando anteriores y nuevos conocimientos, logrando de esta forma transformar el aprendizaje académico hacia al ejercicio profesional.

2. Aprendizaje y métodos de enseñanza en educación superior

Rimbau et al. (2008) sintetiza los tipos de aprendizaje en tres categorías, el formal que se desarrolla de forma estructurada, por ejemplo, en instituciones educativas mediante los planes curriculares, el no formal, que contempla actividades planeadas, pero no específicamente para el aprendizaje, aunque si impactan de forma importante en la formación, y el informal, concerniente a la vida diaria, laboral, familiar, etc., también llamado aprendizaje por experiencia. En este contexto, Rimbau et al (2008). propone el reconocimiento de aprendizajes obtenidos por la experiencia previa (RAEP) como medio de lograr el aprendizaje permanente, clave para el futuro egresado de ingeniería. De acuerdo con Kolb, et al. (1971) el aprendizaje experiencial se define como el proceso a través del cual se crea conocimiento a través de la transformación de la experiencia. De esta forma se considera el modelo de Kolb, no como un método, sino como un enfoque que abarca diferentes metodologías en las que el estudiante aprende o descubre mediante el contacto directo con la realidad. Este modelo consta de cuatro fases que comprenden la experimentación, reflexión, conceptualización, y aplicación, de acuerdo con el ciclo presentado en la [Figura 1\(a\)](#).

Figura 1. Modelo de aprendizaje de Kolb, adaptado de Pinto, et al (2016). (a) Esquema del ciclo de aprendizaje, (b) estilos de aprendizaje. Imagen creada por el autor.



Como resultado se tienen cuatro estilos de aprendizaje, a saber, convergente, divergente, asimilador y acomodador, presentados en la [Figura 1\(b\)](#) que resultan de sobreponer las percepciones opuestas generadas a través de experiencias concretas y conceptos abstractos, y por otro lado dos extremos de procesamiento, uno por experimentación activa, y el otro por observación reflexiva ([Pinto et al., 2016](#)).

[Alcoba \(2012\)](#) ha presentado una clasificación de los métodos de enseñanza, definiendo un total de 25 métodos de enseñanza, entre las que se destacan para efectos del presente trabajo, la clase magistral, método de casos, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas, y prácticas de laboratorio. El método más popular es la clase magistral, que es una interacción unidireccional entre un profesor que expone los conceptos teóricos y el alumno quien recibe pasivamente la información. Este método ha sido criticado recientemente en el contexto de los nuevos modelos educativos, en favor de otras metodologías de aprendizaje que fomenten mayor participación e interactividad. [Gatica-Saavedra y Rubí-Gonzalez \(2021\)](#) documentaron una revisión de literatura sobre este método, donde se concluye que, a pesar de las críticas, este método sigue siendo de gran utilidad, pero debe de adaptarse de manera que favorezca la participación y reflexión de los estudiantes, propiciando el diálogo y al debate ([Gomez y Muñoz, 1997](#)). El aprendizaje basado en problemas implica el trabajo en grupos pequeños donde los estudiantes abordan problemas reales, con la debida supervisión del instructor. Los estudiantes buscan la información requerida para comprender y solucionar el problema, determinando sus objetivos de aprendizaje en función de sus conocimientos ([Alcoba, 2012](#)). Esto permite que el docente pase de ser un comunicador del conocimiento, a motivar la búsqueda de éste, mientras que el alumno deja de lado el rol pasivo para buscar el conocimiento de forma activa ([Betancourt-Correa, 2006](#)). Un aspecto importante en esta metodología son los llamados problemas integradores, que articulan los diversos contenidos presentados en una o varias asignaturas, buscando la máxima inclusión de contenidos en la solución de estos ([Echazarreta y Haudemand, 2009](#)). El método de casos presenta una situación concreta que se comete a análisis y a la toma de

decisiones. De acuerdo con [Montes de Oca y Machado \(2011\)](#) este método tiene como objetivo que los alumnos estudien el caso presentado, definan problemas, tomen sus propias conclusiones y decidan que acciones tomar, contrastando y defendiendo sus ideas. Para que el caso sea atractivo al estudiante, debe presentar una historia interesante, reciente, pertinente y que favorezca la toma de decisiones al afrontar un problema ([Torres Charry, 2010](#)). El aprendizaje basado en proyectos se basa en el desarrollo de un producto concreto condicionado a recursos y tiempos específicos de manera que todas las actividades formativas giran en torno a dicho producto. Requiere también de un proceso permanente de reflexión, mediante la discusión de ideas, toma de decisiones, y evaluación de la puesta en práctica. ([Montes de Oca y Machado, 2011](#); [Alcoba, 2012](#)). Las prácticas de laboratorio son un modo de enseñanza práctico donde el contenido principal de lo que se aprende es demostrado o practicado por el alumno ([Alcoba, 2012](#)), y de acuerdo con [Tristancho Ortiz et al. \(2014\)](#) la forma de que los estudiantes logren las cuatro etapas propuestas por el modelo de Kolb es mediante las prácticas de laboratorio.

Se han documentado diferentes casos en donde estas metodologías son aplicadas y cuantificadas con éxito. [Fernández y Duarte \(2013\)](#) proponen una metodología para el desarrollo específico de competencias, mediante la solución de un problema específico, permitiendo detectar, diagnosticar y corregir debilidades en la formación de los estudiantes. [Tristancho Ortiz et al. \(2014\)](#) plantean la modificación del laboratorio de mecánica de materiales, en el cual típicamente se realizan pruebas destructivas con equipos, robustos y costosos, migrando hacia la integración con elementos de software, como simulaciones y cálculos numéricos, visión artificial, etc., donde los estudiantes determinan la metodología y el modelo para lograr una mayor profundidad en el análisis de datos y la validación teórica-práctica. [Soto Vergel et al. \(2020\)](#) aplican una metodología que propone la formulación de una hipótesis de trabajo desde la teoría del aprendizaje experiencial, generación de una estrategia pedagógica, su aplicación y análisis, todo esto enfocado a la enseñanza de la onda armónica, concluyendo que la relación entre experimentación y comprensión de un fenómeno teórico es favorable. [Gomez y Muñoz \(1997\)](#) implementan la aplicación de conceptos teóricos en la asignatura de Ingeniería de

software sobre casos reales, en un entorno industrial mediante convenios con empresas, en los que los estudiantes realizan estancias cortas trabajando sobre un problema, favoreciendo la asimilación de los fundamentos teóricos y la motivación de los alumnos.

3. Planteamiento y objetivos del estudio

De acuerdo con la discusión anterior, para lograr este que el estudiante de ingeniería logre adaptarse a los nuevos retos que la sociedad y la industria demandan, debe contar con una base teórica firme en ciencias básicas y de la ingeniería, para posteriormente migrar gradualmente hacia una experiencia en ambientes reales y poder experimentar y buscar soluciones a casos prácticos. Sin embargo, el método clásico de enseñanza mediante clases magistrales, donde se presenta teoría, ejercicios, etc. no es suficiente. La enseñanza de la práctica fundamentada en la teoría es esencial. En la enseñanza de ingeniería, las prácticas de laboratorio son pieza clave para este objetivo. Sin embargo, en algunos casos no se logra una total comunión entre teoría y práctica, ya sea por falta de planeación en la impartición de las prácticas, o debido a que la metodología seguida en el laboratorio no es la adecuada. Otro aspecto importante es que tanto la teoría como el laboratorio en la mayoría de los casos se presentan mediante modelos simplificados y ambientes controlados que no reflejan del todo lo que ocurre en la práctica de la ingeniería del día a día. El estudiante de ingeniería debe ser capaz de afrontar situaciones de la vida real que muchas veces están alejadas de los modelos ideales presentados en clase y laboratorio. La incursión de proyectos y prácticas industriales para resolver problemáticas de actualidad es clave, pero la curva de aprendizaje puede ser pronunciada ([Medina-Contento et al., 2020](#)). Debido a esto en este trabajo se propone incluir el estudio de casos documentados en clase, que representen situaciones reales de problemas prácticos, donde el alumno pueda evaluar y analizar diferentes situaciones, y validar el alcance y los límites de la teoría. Estos casos en ocasiones son desarrollados por docentes que realizan actividades de ingeniería fuera del aula, ya sea como parte de trabajos previos o alternos, o bien como trabajos de asesoría, consultoría, investigación o desarrollo.

Se presenta la experiencia de la asignatura Dinámica estructural mediante un caso práctico, documentado y presentado a los estudiantes, analizando su implementación en la práctica. El contar con los datos reales de estos casos permiten a los estudiantes realizar análisis y simulaciones de los problemas analizados, promoviendo el pensamiento crítico y la solución de problemas pedante el planteamiento de preguntas hipotéticas.

4. Descripción de la asignatura Dinámica Estructural

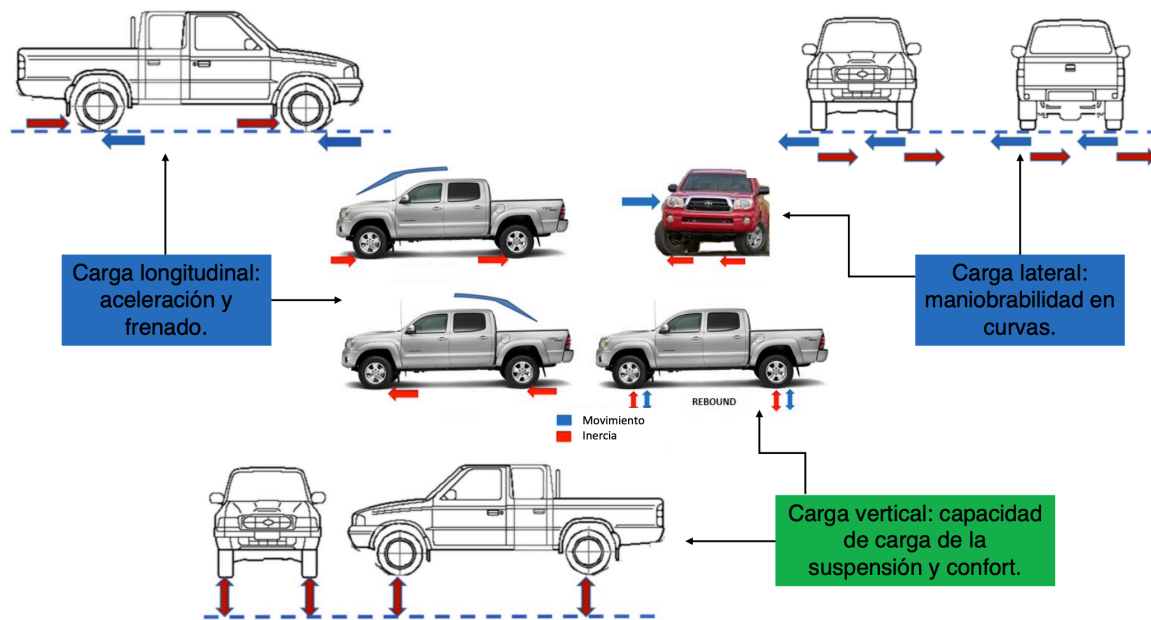
La asignatura Dinámica estructural se imparte a estudiantes del programa educativo Ingeniería en Aeronáutica, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León y se ubica en el sexto semestre de dicho programa. Como requisito, se necesita una base teórica sólida en conceptos como ecuaciones diferenciales, series de Fourier y transformadas de Laplace, álgebra lineal y mecánica de materiales. El objetivo de esta asignatura es conocer y aplicar las bases teóricas y experimentales que definen las vibraciones mecánicas en estructuras, así como identificar y evitar efectos negativos de las mismas. Además de los conceptos y problemas expuestos en clase la asignatura cuenta con un laboratorio diseñado para demostrar y extender los fundamentos teóricos. La importancia de esta asignatura para los futuros ingenieros radica en que las estructuras en diferentes aplicaciones como aeronáutica, automotriz, edificios y maquinaria en general, pueden estar sujetas a vibraciones con efectos negativos y potencialmente catastróficos, y deben ser capaces de entender y analizar estos fenómenos, proponiendo análisis, diagnósticos, modificaciones estructurales, diseño o selección de aislamiento de vibraciones, etc.

5. Caso de estudio y su base teórica

El caso presentado representa una situación integradora donde se estudian la

mayoría de los conceptos presentados en clase desde un enfoque aplicado. El análisis presenta el estudio de una camioneta ligera bajo cargas estáticas, que se conoce como Kinematics and Compliance (K&C). En este ensayo, el vehículo completo se prueba experimentalmente en instalaciones especiales, para aplicar carga en las direcciones vertical, axial, y lateral, con la finalidad de encontrar información útil para el estudio de capacidades de carga, suspensión, maniobrabilidad en curvas, frenado y aceleración y confort de los pasajeros, de acuerdo con el esquema presentado en la [Figura 2](#).

Figura 2. Descripción de los tipos de carga y condiciones de una prueba de Kinematics and Compliance (K&C). Figura creada por el autor.



Estos análisis son de gran importancia para la industria automotriz cuando se busca proponer nuevos diseños o realizar modificaciones en los actuales. Este proyecto fue gestionado por una empresa local que se dedica a la fabricación de chasis y componentes automotrices de suspensión y las mediciones se llevaron a cabo en Carolina del Norte, Estados Unidos de América por ser el lugar más accesible geográficamente para realizarlo. Como resultado de la colaboración que se tiene en la UANL y la empresa en cuestión, este proyecto derivó en la escritura de una tesis de grado de maestría de un estudiante de la UANL. Gracias a este proyecto, se

cuenta con una cantidad invaluable de datos reales que proporcionan una herramienta de análisis ideal para el estudio de la dinámica estructural y áreas afines.

5.1. Fundamentos y propiedades de sistemas vibratorios.

En la asignatura de Dinámica Estructural el primer objetivo es comprender los elementos básicos que definen la respuesta dinámica de un sistema vibratorio, a saber, la inercia, la rigidez y el amortiguamiento. Se consideran cuerpos rígidos que se caracterizan por su inercia, elementos elásticos lineales que siguen la Ley de Hooke, que expresa que la deformación experimentada es linealmente proporcional a la fuerza aplicada, y los amortiguadores del tipo viscoso. Se hace mención explícita de que en la práctica muchas veces los modelos compuestos con estas propiedades ideales solo reflejan el comportamiento bajo ciertos límites, y que los sistemas reales distan de este comportamiento idealizado. En la [Figura 3](#) se muestran los resultados reales del análisis de fuerza contra desplazamiento bajo carga vertical de la camioneta ligera. Este caso se presenta a los estudiantes para contrastar entre lo que sucede en la práctica y el modelo ideal. Se observa claramente que la curva no es lineal, y no sigue la Ley de Hooke (aunque puede ser linealizado bajo ciertas condiciones). En lo particular se observan claramente ciertas etapas de trabajo características de una suspensión por muelles de hoja, que constan primero de una deformación de las hojas principales, y posteriormente al aumentar la carga entran en acción las hojas secundarias que incrementan la capacidad de carga, para que en la etapa final en carga máxima el chasis y la suspensión entran en contacto por medio de las gomas antipacto y el chasis empieza a absorber la carga aplicada.

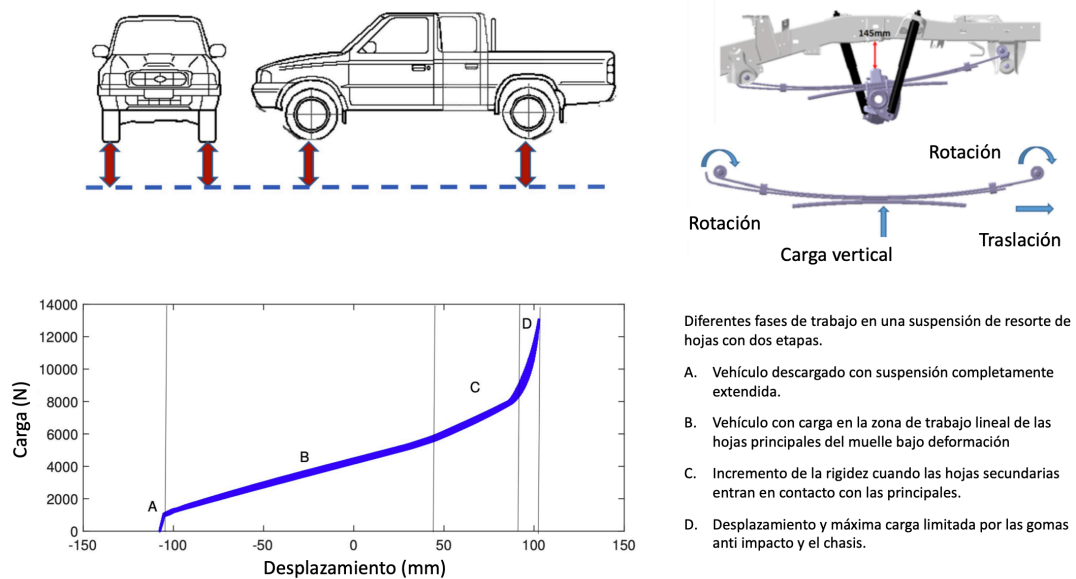
Como parte de la discusión y análisis de esta etapa se plantean preguntas como la siguientes:

- ¿Cuál es el objetivo de usar dos etapas en los muelles de hojas? Si el

resultado es claramente no lineal, ¿por qué no usar un muelle con todas las hojas acopladas desde un principio?

- ¿Que implica considerar la masa de la camioneta, carrocería y chasis como un cuerpo rígido montado sobre los elementos elásticos? ¿En qué condiciones deja de considerarse como cuerpo rígido?
- Considerando el peso bruto vehicular, y con los datos proporcionados, ¿Como se ve afectada la frecuencia natural para diferentes condiciones de carga?

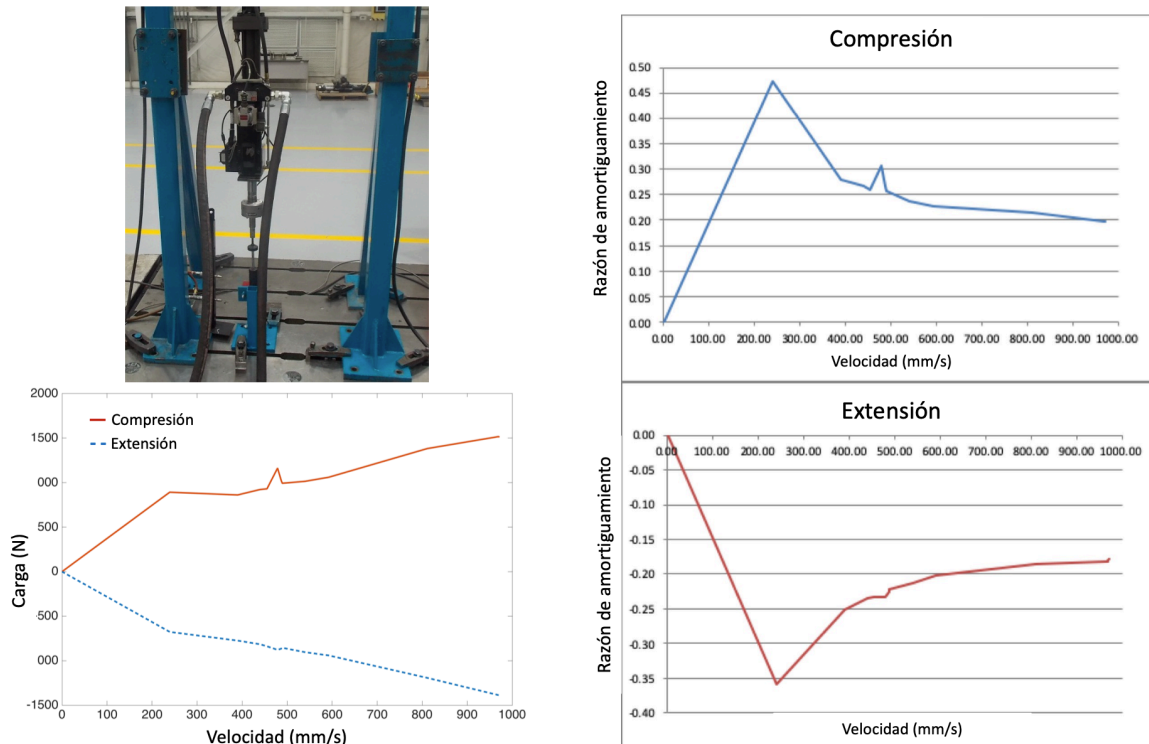
Figura 3. Descripción de las etapas de trabajo basado en mediciones experimentales de un muelle de hojas bajo carga vertical. Figura creada por el autor.



Para extender el análisis de este caso, se puede considerar el efecto del amortiguamiento determinado experimentalmente como parte del proyecto. En la [Figura 4](#), se muestra una imagen del proceso experimental sobre el amortiguador, y los resultados. En el modelo viscoso la fuerza amortiguante es proporcional a la velocidad aplicada. Sin embargo, en el caso real es notorio que esta relación no es lineal. Además, el comportamiento es distinto para extensión y compresión del amortiguador. Se observa que la razón de amortiguamiento no es constante para

todo el rango de velocidades, por lo que en un caso real deben considerarse estas variaciones que determinarán el comportamiento dinámico. Con estos datos, los estudiantes son realizan simulaciones simples bajo diferentes condiciones, y ellos mismos llegan a diversas conclusiones sobre la respuesta dinámica, contando con un mejor entendimiento de las situaciones reales aplicables a casos prácticos de ingeniería.

Figura 4. Proceso de caracterización experimental del amortiguador, y resultados de este, carga aplicada y razón de amortiguamiento viscoso como función de la velocidad de aplicación de la carga. Figura creada por el autor.



5.2. Modelos de varios grados de libertad.

En la segunda etapa del curso se consideran modelos con varios grados de libertad. Este enfoque permite obtener más información útil de los modelos a costa de una

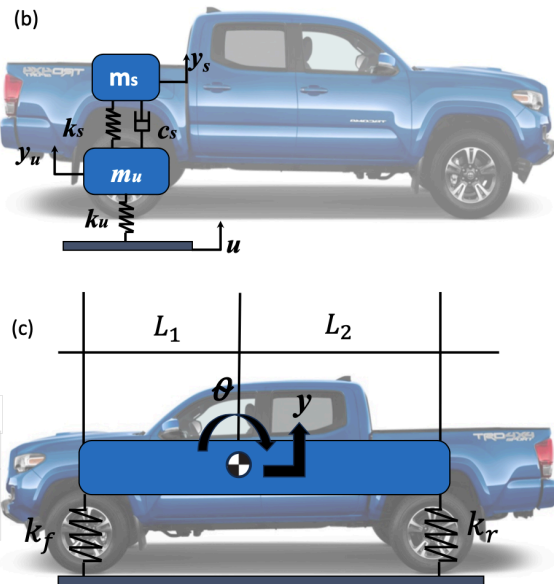
mayor complejidad de las ecuaciones que lo definen. Este tema es la parte central del curso porque permite entender las bases del análisis modal, conjunto de técnicas teóricas y experimentales de amplia aplicación por los ingenieros en estructuras y parte de la práctica industrial cotidiana. En la [Figura 5](#) se muestra el modelo teórico de la camioneta estudiada, considerando sus datos reales obtenidos de la prueba de K&C.

Figura 5. Modelos de dos grados de libertad basados en los datos disponibles y obtenidos experimentalmente de la camioneta ligera. (a) Resumen de datos, (b) modelo de un cuarto de vehículo, (c) modelo de medio vehículo. Figura creada por el autor.

(a)

	Delantero	Trasero
Constante elástica de la llanta k_u (N/m)	36300.0	29530.0
Constante elástica de la suspensión k_s (N/m)	94000	30000
Distribución de masa %	0.6	0.4
Peso delantero/trasero(Kg)	1108.0	802.4
Masa suspendida m_s (1/4 masa total) (Kg)	504.0	301.2
Masa no suspendida m_u (kg)	50	100

Masa total	1910.4 kg
Distancia entre ejes	3.5 m
L_1	1.4 m
L_2	2.1 m



Los datos con los que se cuentan permiten a los estudiantes el análisis y comparación de dos modelos típicamente usados en dinámica vehicular, el llamado modelo de un cuarto de vehículo definido en la [Figura 5\(b\)](#), que arroja información sobre capacidades de la suspensión, compromiso entre maniobrabilidad, confort y capacidad de carga, espacio requerido para el viaje (desplazamiento) de los componentes mecánicos, etc y el modelo de medio vehículo de la [Figura 5\(c\)](#), que permite analizar el plano vertical en movimiento de traslación, y el movimiento

oscilatorio alrededor del centro de gravedad. Como parte de este análisis, los estudiantes estiman las frecuencias naturales y modos de vibración, es decir la forma del movimiento cuando el sistema trabaja en sus frecuencias naturales, siendo capaces de analizar y discutir el efecto de diferentes parámetros. De igual manera que en la primera parte del curso, estas simulaciones se pueden llevar a cabo mediante aplicaciones de software comerciales o de uso libre, como MATLAB, Python, e inclusive Excel. Algunos puntos específicos de reflexión son:

- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas observadas al estudiar ambos modelos? ¿Cuál es la razón de la diferencia de los resultados arrojados y que enfoque sería más adecuado de acuerdo con la situación?
- ¿Cuál es el efecto de considerar el amortiguamiento debido a los neumáticos, dado que se suele despreciar en el modelo de una cuarto de vehículo?
- ¿Qué efecto tiene en la respuesta del sistema la carga útil, por ejemplo, pasajeros, carga de trabajo, entre otros? ¿Qué sucede al modificar la posición del centro de gravedad?

6. Discusión

Contar con datos reales extraídos de sistemas físicos, que el estudiante puede observar en el día a día, como lo es el caso de un vehículo, resulta atractivo y de interés para los futuros ingenieros. Máxime si esta información proviene de primera mano, como la experiencia misma del instructor. No basta con presentar a manera de exposición los casos, sino que deben ofrecerse al análisis, reflexión y discusión. Es importante darle al caso una estructura para que la historia se cuente de forma interesante, y plantear una serie de actividades que permitan al estudiante manipular la información y analizarla con las herramientas básicas, ya sean métodos matemáticos y físicos, aplicaciones de software, etc. Al contar con casos bien documentados, donde el estudiante tenga libre acceso a la información, y

pueda integrar diferentes conceptos teóricos alrededor de un mismo caso, le permitirán construir un aprendizaje experiencial, mediante la evaluación de diferentes etapas donde la complejidad y los conceptos van evolucionando, y el efecto de las diferentes variables involucradas puede ser explorado. El caso particular presentado en este trabajo representa un escenario que ha sido aplicado con éxito en la asignatura de Dinámica Estructural, permitiendo una sinergia entre conceptos teóricos y aplicados, y que a su vez permite la expansión hacia otros conceptos afines y otras técnicas, como lo es el laboratorio. Es importante mencionar también que este tipo de problemas integradores como el caso propuesto permiten la modificación y adecuación para evitar que sea repetitivo en los diferentes ciclos de la asignatura, dado que es flexible y permite modificar el alcance y profundidad del análisis, así como las propiedades y condiciones de las diferentes simulaciones y estudios propuestos al mismo, y la pertinencia de este en función de las nuevas tendencias en movilidad. Además, otro aspecto importante es que gracias a la implementación de este tipo de problemas integradores, con el uso de datos reales, que cuentan con el respaldo e interacción de empresas, grupos de investigación y la infraestructura de clase y laboratorio, se logran cumplir las competencias específicas de ingeniería definidas en el programa educativo y la asignatura, mejorando la experiencia de aprendizaje propuesta en las metodologías clásicas usadas con anterioridad en esta asignatura.

7. Conclusiones

En este trabajo se presentó un panorama general de los diferentes métodos de enseñanza, que permiten lograr un aprendizaje experiencial de acuerdo con el modelo de Kolb. El contexto para este análisis se da en función de los retos de la educación en ingeniería, disciplina en constante cambio y evolución, para la cual los docentes debemos buscar y adaptar herramientas y metodologías para asegurar la pertinencia de los contenidos y técnicas de cada disciplina. Parte fundamental para la formación del futuro ingeniero es la exposición a problemas y situaciones reales demandados por la sociedad e industria actualmente, para lo cual se debe buscar que el estudiante pueda participar en proyectos dictados por estas demandas. Sin

embargo, se requiere una base teórica sólida, que puede ser nutrida con la experiencia y el estudio de casos reales en las asignaturas de ciencias de la ingeniería. En este trabajo se propone el uso de problemas integradores aplicado el estudio de casos usando como base datos reales de una situación que resulte interesante y novedoso para los estudiantes. El caso propuesto es la caracterización de las cargas y propiedades de la suspensión de una camioneta ligera, resultado de la colaboración escuela empresa, suministrando información real a los alumnos que les permite realzar simulaciones y análisis crítico-constructivos, llegando a sus propias conclusiones al aplicar los conceptos teóricos y estudiar la respuesta de un sistema real, estableciendo claramente las desviaciones de la práctica con respecto a la teoría. Este tipo de ejercicios es clave para que los estudiantes logren captar la diferencia de un ambiente controlado en el aula, donde los modelos teóricos resultan simples y ordenados, pero en la práctica el análisis se torna más complejo. Contar con estas capacidades de análisis le permitirá al futuro ingeniero contar con una capacidad de análisis abstracto para aterrizar los conceptos en situaciones reales.

Declaración de conflictos de interés:

El autor declara que no existe conflicto de interés alguno.

Referencias

Alcoba González, J. (2012). La clasificación de los métodos de enseñanza en educación superior. *Contextos Educativos. Revista De Educación*, (15), 93-106. <https://doi.org/10.18172/con.657>

Betancourt Correa, C. (2006). Aprendizaje basado en problemas una experiencia novedosa en la enseñanza de la ingeniería. *Revista Educación En Ingeniería*, 1(2), 45–51. <https://educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/37/29>

Contento, A. M., Valencia, L. E. P., Valencia, J. A. P., & Palacio, A. M. S. (2020). *El*

modelo dual en la formación del ingeniero: una experiencia significativa desde la ingeniería industrial. [Conferencia]. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. <https://doi.org/10.26507/ponencia.704>

Echazarreta, Darío R, & Haudemand, Raquel E. (2009). Resolución de Problemas Integradores en la Enseñanza de la Física para Estudiantes de Ingeniería Civil. *Formación universitaria*, 2(6), 31-38. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062009000600005>

Fernández, Flavio H. & Duarte, Julio E. (2013). El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería. *Formación universitaria*, 6(5), 29-38. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062013000500005>

Gatica-Saavedra, Mariela, & Rubí-González, Patricia. (2021). La clase magistral en el contexto del modelo educativo basado en competencias. *Revista Electrónica Educare*, 25(1), 321-332. <https://dx.doi.org/10.15359/ree.25-1.17>

Gómez, J. & Muñoz, R. (1997). *Métodos de enseñanza en Ingeniería del Software: Hacia una cooperación universidad-empresa.* [Conferencia]. JENUI 97: III Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Madrid, España. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/128561/1/JENUI_1997_008.pdf

Medina Contento, A., Peláez Valencia, L. E., Parra Valencia, J. A., & Sarria Palacio, A. M. (2020). *El modelo dual en la formación del ingeniero: una experiencia significativa desde la ingeniería industrial.* Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería. <https://doi.org/10.26507/ponencia.704>

Montes de Oca Recio, N. & Machado Ramírez, E. F. (2011). Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Humanidades médicas*, 11(3), 475-488. <http://scielo.sld.cu/pdf/hmc/v11n3/hmc05311.pdf>

Pinto, G., Prolongo, M., Alonzo, J., Díaz, I., Carla, O., & Díaz, F. (2017). Fomento del aprendizaje experiencial de la química: estudio del caso de un proyecto

de innovación educativa. *ALDEQ*, 1(32), 95-100.
<https://innovacioneducativa.upm.es/sites/default/files/jornadas/jornadas2017/j5/aprendizaje-experiencial-ie17-20-Pinto.pdf>

Rimbau Gilabert, E., Armayones Ruiz, M., Delgado García, A. M., Mas García, X., & Rifà Pous, H. (2008). El reconocimiento de los aprendizajes adquiridos por la experiencia previa: un nuevo reto para el sistema universitario. *Estudios Sobre Educación*, 15, 53-86. <https://doi.org/10.15581/004.15.23443>

Sheppard, S., Macatangay, K., Colby, A., Sullivan, W. M., & Shulman, L. S. (2009). *Educating engineers: Designing for the future of the field (Vol. 9)*. San Francisco, CA. Jossey-Bass.

Soto-Vergel, A. J., López-Bustamante, O. A., Medina-Delgado, B., Gallardo-Pérez, H. de J., & Guevara-Ibarra, D. (2020). Enseñanza del concepto de onda armónica en la educación superior desde la teoría del aprendizaje experimental. *AiBi Revista De Investigación, Administración E Ingeniería*, 8(3), 33-41. <https://doi.org/10.15649/2346030X.754>

Torres Charry, G. (2010). El estudio de casos y su aplicación en el curso introducción a la Ingeniería Mecánica en la Universidad Tecnológica de Pereira. *Scientia Et Technica*, 1(44), 55–60. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4549154.pdf>.

Tristancho Ortiz, J. A., Contreras Bravo, L. E., & Vargas Tamayo, L. F. (2014). Análisis y aplicación de técnicas de aprendizaje activo en mecánica aplicada. *Revista Educación Y Desarrollo Social*, 8(2), 28–45. <https://doi.org/10.18359/reds.305>

Valencia Restrepo, D. (2000). Crisis y Futuro de la Ingeniería. *Ingeniería y competitividad*, 2(2), 63–68. <https://doi.org/10.25100/iyc.v2i2.2344>

Vega-Gonzalez, L. R., (2013). La educación en ingeniería en el contexto global: propuesta para la formación de ingenieros en el primer cuarto del Siglo

XXI. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 14(2), 177-190.
[https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(13\)72235-2](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72235-2)

Este preprint fue presentado bajo las siguientes condiciones:

- Los autores declaran que son conscientes de que son los únicos responsables del contenido del preprint y que el depósito en SciELO Preprints no significa ningún compromiso por parte de SciELO, excepto su preservación y difusión.
- Los autores declaran que se obtuvieron los términos necesarios del consentimiento libre e informado de los participantes o pacientes en la investigación y se describen en el manuscrito, cuando corresponde.
- Los autores declaran que la preparación del manuscrito siguió las normas éticas de comunicación científica.
- Los autores declaran que los datos, las aplicaciones y otros contenidos subyacentes al manuscrito están referenciados.
- El manuscrito depositado está en formato PDF.
- Los autores declaran que la investigación que dio origen al manuscrito siguió buenas prácticas éticas y que las aprobaciones necesarias de los comités de ética de investigación, cuando corresponda, se describen en el manuscrito.
- Los autores declaran que una vez que un manuscrito es postado en el servidor SciELO Preprints, sólo puede ser retirado mediante solicitud a la Secretaría Editorial deSciELO Preprints, que publicará un aviso de retracción en su lugar.
- Los autores aceptan que el manuscrito aprobado esté disponible bajo licencia [Creative Commons CC-BY](#).
- El autor que presenta el manuscrito declara que las contribuciones de todos los autores y la declaración de conflicto de intereses se incluyen explícitamente y en secciones específicas del manuscrito.
- Los autores declaran que el manuscrito no fue depositado y/o previamente puesto a disposición en otro servidor de preprints o publicado en una revista.
- Si el manuscrito está siendo evaluado o siendo preparando para su publicación pero aún no ha sido publicado por una revista, los autores declaran que han recibido autorización de la revista para hacer este depósito.
- El autor que envía el manuscrito declara que todos los autores del mismo están de acuerdo con el envío a SciELO Preprints.