



Procesos de problemas integradores de la física estudiadas en la formación de ingenieros civiles

Processes of integrative problems of physics studied in the training of civil engineers

Processos de problemas integrativos de física estudados na formação de engenheiros civis

María Gabriela Moyano-Jácome,^I
maria.moyano@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5460-1328>

Santiago Nathanael Toapanta-Santacruz ^{II}
santiago.toapanta@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4378-3821>

Luis Alberto Uvidia-Armijo ^{III}
luis.uvidia@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1967-2494>

Correspondencia: maria.moyano@epoch.edu.ec

Ciencias de la educación
Artículo de investigación

***Recibido:** 20 de junio de 2020 ***Aceptado:** 30 de julio de 2020 * **Publicado:** 15 de agosto de 2020

- I. Máster Universitario en Tecnologías, Sistemas y Redes de Comunicaciones, Ingeniera en Electrónica Telecomunicaciones y Redes, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Magíster Construcción, Bachiller en Construcción Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Macas, Ecuador.
- III. Máster Universitario en Tecnologías Sistemas y Redes de Comunicaciones, Ingeniero en Electrónica Telecomunicaciones y Redes, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Resumen

La presente investigación se enfoca en el análisis de los fundamentos que describen los procesos de los problemas integradores de la física en el campo de la formación de profesionales universitarios en el área específica de la ingeniería civil. Dicho estudio, se basa metodológicamente en una revisión documental o desk research, en donde se realiza una clarificación de los aspectos abordados en diferentes trabajos que fungan de referencia para la temática. Con esto, se tiene que la ingeniería civil es una carrera en donde los profesionales ponen a prueba constantemente el manejo de los fundamentos de la física, ya que de ella surge el conocimiento del comportamiento de las edificaciones como un conjunto estructural estable, de un pavimento como eje fundamental de desarrollo vial por medio del transporte y de las obras hidráulicas como fuente de abastecimiento de los afluentes hídricos para la sustentabilidad de una sociedad. En consecuencia, un ingeniero civil es un profesional formado con aptitudes, habilidades y destrezas que combinan el uso de la física con las herramientas tecnológicas para de esa manera aplicar métodos y procedimientos que le permiten diseñar, calcular, estudiar, proyectar, supervisar y dirigir obras con el fin único del desarrollo de la sociedad en general.

Palabras claves: Procesos; problemas; formación; física; ingeniería civil.

Abstract

The present research focuses on the analysis of the fundamentals that describe the processes of integrative problems of physics in the field of training university professionals in the specific area of civil engineering. This study is methodologically based on a documentary review or desk research, where a clarification of the aspects addressed in different works that serve as a reference for the subject is carried out. With this, we have that civil engineering is a career where professionals constantly test the management of the fundamentals of physics, since from it arises the knowledge of the behavior of buildings as a stable structural set, of a pavement as a fundamental axis of road development by means of transport and hydraulic works as a source of supply of water tributaries for the sustainability of a society. Consequently, a civil engineer is a professional trained with aptitudes, abilities and skills that combine the use of physics with technological tools in order to apply methods and procedures that allow him to design, calculate,

study, project, supervise and direct works. With the sole purpose of the development of society in general.

Keywords: Processes; problems; training; physical; civil engineering.

Resumo

A presente pesquisa centra-se na análise dos fundamentos que descrevem os processos de problemas integrativos da física no campo da formação de profissionais universitários na área específica da engenharia civil. Este estudo baseia-se metodologicamente em uma revisão documental ou pesquisa documental, onde é realizado um esclarecimento dos aspectos abordados em diferentes trabalhos que servem de referência para o assunto. Com isso, temos que a engenharia civil é uma carreira onde profissionais testam constantemente a gestão dos fundamentos da física, pois dela surge o conhecimento do comportamento dos edifícios como um conjunto estrutural estável, de um pavimento. como eixo fundamental do desenvolvimento rodoviário por meio de transportes e obras hidráulicas como fonte de abastecimento de água tributária para a sustentabilidade de uma sociedade. Conseqüentemente, o engenheiro civil é um profissional formado com aptidões, aptidões e competências que combinam a utilização da física com ferramentas tecnológicas para aplicar métodos e procedimentos que lhe permitem conceber, calcular, estudar, projetar, supervisionar e dirigir as obras. com o único propósito de desenvolver a sociedade em geral.

Palavras-chave: Processos; problemas; treinamento; física; engenharia civil.

Introducción

La ingeniería civil requiere de la física. Esta carrera no es otra cosa sino aplicar las leyes y problemas integradores de la física que de ésta se derivan. La ingeniería civil diseña estructuras civiles y edificaciones, tomando en consideración las cargas de la naturaleza como es el caso de los vientos, sismos, agua, y de acuerdo al caso; así como el peso propio de la estructura, las cargas variables (cargas de muebles, personas, etc.), las fuerzas que transmite la estructura al suelo, entre otros aspectos. Giordani y Leones (2015), definen a la Ingeniería Civil, como “la rama de la Ingeniería que aplica los conocimientos de Física, Química y Geología a la elaboración de infraestructuras, principalmente edificios, obras hidráulicas y de transporte, en general de gran tamaño y para uso público”.

Por otro lado, la palabra física proviene del vocablo griego *physis* que significa naturaleza. Es la ciencia que estudia los conceptos fundamentales de las propiedades de los cuerpos, energía y espacio, además de las leyes que rigen las transformaciones que afectan a su estado y a su movimiento. Gutiérrez (2007) explica que “la Física representa la ciencia en su estado más básico y en sus aspectos experimentales más fundamentales”, es decir, la Física es una ciencia experimental por excelencia, se sustenta de la observación de la naturaleza, estudia los fenómenos que ocurren en el universo, y está en constante relación con muchas actividades cotidianas.

Es por ello, que el ingeniero civil es un profesional capacitado de aplicar de manera metódica e integrada los conocimientos de la física y la tecnología y debe ser capaz de diseñar, calcular, estudiar, proyectar, entre otras. El ingeniero civil recoge datos del entorno circundante, para proponer alternativas de solución de algún problema en obras civiles, a su vez deben analizar las diferentes propuestas que diseña según la perspectiva de costos, viabilidad, sustentabilidad, para obtener la mejor solución a un problema, por su parte preparar los planos y las especificaciones técnicas, hasta corroborar que todo haya sido correctamente solucionado.

Entonces, como la ingeniería civil diseña estructuras de edificaciones que están sometidas a diversas cargas como la del viento, sismos, peso propio de la estructura, cargas variables, fuerzas que transmiten las máquinas instaladas en la obra, cargas hidráulicas en el caso de las represas, éstas cargas ejercen fuerza sobre estas estructuras, y se calculan a partir de la aplicación de las leyes de Newton del movimiento a los elementos que componen el sistema estructural. Un ejemplo común es la respuesta vibratoria dinámica de la estructura ante las fuerzas excitadoras, para este cómputo se requiere también aplicar las leyes de Newton.

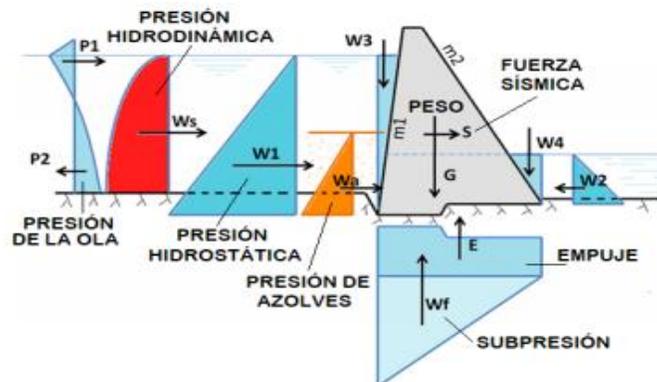
En el pavimento de una carretera, se presenta cuando un vehículo arranca o frena, transmite fuerzas al pavimento, incluyendo el peso muerto y vivo del auto que se deben conocer con la finalidad de considerarlas al momento del diseño. Otra muestra, de donde actúa la física en obras de la ingeniería civil, es cuando la estructura de un navío, es sometido a la acción de las olas y del viento, donde las condiciones de carga y de flotación de ese barco en el agua puede comprometer su diseño.

En las estructuras hidráulicas, especialmente en las represas actúan varios tipos de fuerzas, Sandoval (2018) explica que estas estructuras están “permanentemente bajo la acción del agua, lo que genera fuerzas de carácter físico, químico y biológico”. En una represa están las cargas

hidráulicas (presión) forman fuerzas como la subpresión, empuje ascensional, deformaciones de la fundación por la filtración, entre otras. Sobre las estructuras hidráulicas aparecen flujos de agua de alta velocidad se presentan otros fenómenos adicionales que deben tomarse en cuenta, en especial la llamada cavitación.

En la figura 1, se puede observar las principales fuerzas (cargas) que actúan sobre una represa: peso propio de la estructura, la presión hidrodinámica, fuerzas sísmicas, presión hidrostática, presión de azolves, presión de las olas, la subpresión. De acuerdo a los análisis estructurales se considera que las presiones actuarán en la dirección menos conveniente para la seguridad de la estructura. Las leyes de la física permiten saber cómo las fuerzas que solicitan a un cuerpo se relacionan con el estado de movimiento de dicho cuerpo o viceversa, y todos son objeto de la Física.

Figura 1. Cargas en una represa



Nota: Principales fuerzas que actúan sobre una represa. Sandoval (2018).

Ahora bien, ¿qué hace el ingeniero civil con estos datos de fuerzas en un diseño de construcción de una represa?, con la velocidad con que llega el río, y todas las presiones de agua que la represa va a soportar y en base a ello, se deben hacer los cálculos fundamentales para que los materiales soporten esta gran cantidad de agua que llegará, y ver cómo afecta la gravedad al río, para saber con exactitud el sitio más recomendable para ubicar la represa. Los cálculos pertinentes para el tipo de represa: si será para generar energía eléctrica o para almacenar agua para una población. Por ello, la física está ahí en todas las edificaciones de obras civiles para el bien de la humanidad. La física está inmersa en lo básico, y por ende está presente en la ingeniería, sin física no existiría la ingeniería civil en su totalidad.

Muchas de las obras de ingeniería civil se han edificado para beneficiar a la humanidad, y por eso en la formación de ingenieros civiles se deben contemplar todos los procesos de problemas integradores de la física, que la física no es más que una materia en el pensum de estudio, sino en que la vamos a aplicar a lo largo de todo el proceso de formación de ingeniero civil y donde está presente, para ser consciente de ello.

Desarrollo

A continuación, se especifican los puntos sobre: Procesos de problemas integradores de la física en la educación universitaria y Procesos integradores de la física en la formación de ingenieros civiles.

Procesos de problemas integradores de la física en la educación universitaria

La enseñanza de la Física en la educación Universitarias, principalmente en la formación de ingenieros civil, se encuentra dentro la formación básica de todo ingeniero. En los programas de las universidades en la asignatura de física debe existir procesos integradores para el estudio de ésta materia y la vinculación de la realidad con los contenidos a abordar durante el curso de física, para permitir al estudiante construir la relación de la teoría y práctica, acercando al futuro egresado a la labor profesional.

Por tal razón, el estudiante de ingeniería civil debe abordar desde su formación universitaria los problemas básicos como el caso de viviendas, represas, carreteras, inundaciones, medio ambiente, entre otras, donde los define exactamente en la carrera que se están formando, y deben establecer la función social, que es aspecto central y fundamental en su capacitación como ingeniero civil. En el caso del estudio de la física como ciencia básica, hay que darle la significación que tiene, como adaptarla a los avances tecnológicos, el proceso para optimizar la interpretación de los problemas y los fenómenos naturales relacionados con la física.

El siglo XXI, incorpora grandes cambios para la formación de los ingenieros civiles, tanto en el estudio de las asignaturas para estudiarlas desde el punto de vista de aplicación como el estudio de la ingeniería para el ser humano y la sociedad. Capote et al. (2016) expresan que “la universidad hoy tiene como desafío conducir los procesos de transformación de las sociedades, así como crear y apropiarse del conocimiento que haga posibles los cambios de acuerdo con la

realidad social en que se desenvuelve”. Para ello las instituciones universitarias requieren transformarse a sí misma y asumirlos de acuerdo con las exigencias de la nueva realidad.

Por consiguiente, la concepción de la ingeniería civil, en las condiciones globales actuales, necesita de una transformación del modelo educativo universitario, modificando los procesos integradores que vayan desde el desarrollo de la formación, contenido y el progreso científico y tecnológico actualizado. Echazarreta y Haudemand (2009) afirman que “el acelerado avance tecnológico cambia continuamente las técnicas constructivas ingenieriles y los medios utilizables en las soluciones; incluso las mismas ciencias básicas, han ido cambiando para mejorar la interpretación de los problemas y los fenómenos relacionados con ellas”.

Para que se logue este proceso, los principios integradores en la formación del ingeniero civil, intentan resignificar el trabajo de ellos. Los diseños curriculares relacionados con el estudio de la física debe ser un espacio vertebrador de la formación partiendo de un Tronco Integrador de materias de ciencias básicas y materias propias de la carrera, donde se plantean solicitudes sintetizadoras con la finalidad de incluir la labor de ingeniería civil partiendo de problemas básicos de la profesión.

En tal sentido, La formación de ingeniería debe de acuerdo a Capote et al. (2016) “proyectar, con adecuadas bases teóricas y prácticas, modelos educativos que aporten los fundamentos epistemológicos, metodológicos y prácticos para alcanzar el aprendizaje que se requiere en la época actual”. Por tal motivo, los actuales diseños curriculares deben estar orientados por finalidades educativas centradas en el estudiante, no pueden dejar al margen el análisis que el entorno laboral le impone a la universidad.

Para estructurar el diseño curricular, lo explican Echazarreta y Haudemand (2009) que es necesario: Definir los problemas básicos. Seleccionar y jerarquizar los problemas básicos según los objetivos propuestos en el perfil profesional y las características regionales. Formar relaciones (variables comunes, interrelaciones, analogías) entre los problemas básicos afines. Secuenciar los problemas básicos teniendo en cuenta las aproximaciones sucesivas y las etapas del trabajo ingenieril.

También explican estos autores que en la estructuración del tronco integrador es “necesario articular la integración horizontal y vertical con las asignaturas que se dicten paralelamente, para obtener la máxima inclusión de contenidos en la resolución de los problemas”. Esto se refiere que los docentes del mismo nivel, presenten a sus estudiantes problemas integradores, que tengan que

ver con la física, para poder lograr los objetivos planteados en la integración de contenidos. A su vez, Concari (2000) expone que “el desafío de integrar estos aspectos en una enseñanza de contenidos disciplinares con una finalidad específica de formación para resolver problemas, a estudiantes que deben aprender también a pensar en forma abstracta, con conceptos científicos y con modelos”. Todos de acuerdo en que la educación universitaria actual debe integrar conocimientos teóricos y relacionarlos estrechamente con la práctica.

Procesos integradores de la física en la formación de ingenieros civiles

El ingeniero civil, desarrolla su labor técnica en forma científica, a pesar de que no es un científico ni tampoco sólo un técnico. El científico emplea su conocimiento para construir nuevos conocimientos, el ingeniero civil aplica el conocimiento para diseñar y desarrollar, estructuras y también procesos.

Dentro de la formación del ingeniero civil en las universidades, debe existir una visión holística que integre tres ejes principales: el objeto de la profesión y la formación de habilidades profesionales; el enfoque científico para la solución de problemas profesionales y la formación ética del ingeniero civil de hoy. Por ello, manifiestan Capote et al. (2016) que existen rasgos esenciales que deben caracterizar a un estudiante durante la formación como ingeniero civil y estas son:

- Tener un conocimiento profundo de las ciencias básicas, como en el caso de la física y de la relación que tiene en el ejercicio de la profesión, capaz e independiente y sobretodo con una sólida formación teórica y científica general.
- Ser un estudiante que esté en estrecha vinculación con el campo laboral de la ingeniería civil, que adquiera durante su preparación en la universidad, las habilidades profesionales básicas que le permitan resolver los problemas más generales y frecuentes de su entorno social.
- Ser un profesional más integral, versátil y flexible cuya virtud fundamental sea su capacidad de autopreparación y adaptación a los cambios, lo que obliga a prestar especial atención a aspectos como: desarrollo de su capacidad de comunicación, de manejo, procesamiento y utilización de la información científico-técnica, con dominio de la computación, conocimiento de lenguas extranjeras, formación económica, ecológica y humanista en general.

- Tener una formación cultural capaz de desarrollar las relaciones humanas, para lo cual requiere de conocimientos profesionales, sociales, ambientales, información actualizada, valores y sentimientos, ética profesional y autoestima.
- Poseer un pensamiento lógico, heurístico, científico, sistémico, capaz de modelar sus ideas, flexible para asimilar los cambios rápidamente.

Por tal motivo debe existir procesos de problemas integradores, en este caso de la física en los diseños curriculares, Ramini (2015) expone que “la integración curricular consiste en organizar temas que se desprenden de experiencias, de intereses personales y globales y de la vida cotidiana y/o profesional”. Las experiencias de integración son exitosas, pero se deben seguir ciertos criterios, es necesario mencionar algunos como la integración de contenidos disciplinares; la integración de las experiencias de los docentes y de profesionales en el campo laboral; la integración social ha sido lograda a partir de proponer situaciones de educación formal en la universidad que se han identificado y seleccionado del medio social de la comunidad, con referencia a cada una de las especialidades. Todos estos procesos de integración pueden formular temas de estudios, junto con las experiencias para ayudarles a aprender.

Por su parte, Ferrat et al (2016), dicen que “el diseño de acciones dedicadas a lograr una utilización más armónica de las asignaturas del currículo dentro de los planes de estudio con el objetivo de integrar saberes y simplificar el sistema de evaluación al que está sometido el estudiante y por ende disminuir el fracaso”. Por tal motivo, los contenidos de la física deben estar configurados para la aplicación en la ingeniería civil. Integrar conocimientos, realidad y experiencia es la base fundamental de la formación de ingenieros civiles de calidad.

Consideraciones finales

Se ha contextualizado la problemática en cuanto a la enseñanza de la física a los estudiantes de ingeniería civil, considerando los objetivos para la formación profesional, la composición de los contenidos disciplinarios y las dificultades que afrontan los discentes en los procesos de modelización y resolución problemas. Con esto, se consideran problemas que los estudiantes reflejan en conceptos claves, por ejemplo: sistema físico, interacción y conservación; lo que repercute en la comprensión de los aspectos de la física para resolver problemas.

La necesidad de diseñar estrategias de enseñanza que faciliten al estudiante la resolución de procesos integradores inherentes la física con su formación como profesionales de la ingeniería,

comparando los procesos de identificación y modelado físicos con lo teórico y, poder expresarlos en la realidad.

Interpretar las estrategias de enseñanza resulta de fundamental interés para la formación de futuros profesionales, ya que para el campo de la física resulta imperante la discusión, la capacidad de análisis, el manejo y adquisición de nuevos términos y conceptos, la amplitud del vocabulario técnico, la pro actividad en la toma de decisiones y, el desarrollo de aptitudes, habilidades y destrezas que llegan al nivel cognitivo.

Es menester, fortalecer a los docentes en la inclusión de estrategias de enseñanza, que coadyuven en el rol facilitador del aprendizaje para incrementar el nivel de conocimiento del futuro profesional de la ingeniería civil.

Referencias

1. Capote León, G. E., Rizo Rabelo, N., & Bravo López, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. Revista Universidad y Sociedad [seriada en línea], 8 (1). pp. 21-28 <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n1/rus03116.pdf>
2. Concari, S. (2000). El modelado y la resolución de problemas: ejes para la enseñanza de la física para ingenieros. <https://www.unrc.edu.ar/publicar/cde/05/Concari.htm>
3. Echazarreta, D. y Haudemand, R. (2009). Resolución de Problemas Integradores en la Enseñanza de la Física para Estudiantes de Ingeniería Civil. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v2n6/art05.pdf>
4. Ferrat, A.; Vega, G.; Busoch, C. (2016). Integración de la física al proyecto integrador de ingeniería automática. <https://pdfs.semanticscholar.org/a0d1/014378077f3c99aa1983a0cf663a98439c3b.pdf>
5. Giordani, C. y Leones, D. (2015). Ingeniería civil. [https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Ingenier%C3%ADa%20Civil\(1\).pdf](https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Ingenier%C3%ADa%20Civil(1).pdf)
6. Gutiérrez, J. (2007). LA FÍSICA, CIENCIA TEÓRICA Y EXPERIMENTAL. Vivat Academia. 2007; (89):24-41.[fecha de Consulta 23 de Agosto de 2020]. ISSN: : 1575-2844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5257/525753069003>
7. Ramini, G.; Bressan Narvaez, N.; Pérez Sottile, R.; Concari, S. (2015). Problemas de física vinculados a la práctica profesional de la ingeniería en sistemas, civil y química.

https://www.researchgate.net/publication/280948867_Problemas_de_fisica_vinculados_a_la_practica_profesional_de_la_Ingenieria_en_Sistemas_Civil_y_Quimica/link/55ce565808ae6a8813849e3f/download

8. Sandoval, W. (2018). **Presas de hormigón sobre roca.**
<https://www.researchgate.net/publication/326560498>

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).