



PROGRAMA OFICIAL DE CURSO (Pregrado y Posgrado)

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1. INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del curso: Mecánica de Medios Continuos

Programa académico al que pertenece: Astronomía

Unidad académica: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Programa(s) académico(s) en los cuales se ofrece el curso: Astronomía

Vigencia: 2025-2

Código curso: 0302570

Tipo de curso:
Obligatorio

Tipo de curso:
Profesional

Características del curso: Validable ☒ Habilitable ☒ Clasificable ☐ Evaluación de suficiencia (posgrado) ☐

Modalidad educativa del curso: Presencial.

Nombre del área, núcleo o componente de la organización curricular a la que pertenece el curso: Específica

Prerrequisitos: 0311411 - Astronomía de posición 0302390 - Métodos Computacionales.

Correquisitos: 0302576 - Física Matemática I

Número de créditos académicos (Acuerdo Académico 576 de marzo de 2021):¹ 4

Horas totales de interacción estudiante-profesor:² 96

Horas totales de trabajo independiente: 96

Horas totales del curso: 192.

Horas totales de actividades académicas teóricas:³ 192

Horas totales de actividades académicas prácticas: 192

Horas totales de actividades académicas teórico-prácticas: 192

¹ La política de créditos de la Universidad de Antioquia se puede consultar en el siguiente enlace: <https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/docencia>

² Verificar que la sumatoria de las horas de interacción estudiante-profesor, más las horas de trabajo independiente divididas por 48, sea igual al número de créditos del curso.

³ El total de horas totales de actividades académicas teóricas, prácticas y teórico-prácticas serán iguales a las horas totales de interacción estudiante-profesor

2. RELACIONES CON EL PERFIL

Describir el propósito del curso en relación con los perfiles del programa académico. Aquí se puede enunciar el perfil que se tiene declarado y plantear los aportes que hace el espacio de formación.

El curso de Mecánica de Medios Continuos es una introducción general a las teorías fundamentales que permiten describir y explicar el comportamiento de medios materiales bajo la aproximación del continuo. Estos medios incluyen fluidos –gases, líquidos e incluso plasmas–, sólidos deformables y sustancias viscoelásticas. El curso abarca desde la mecánica de fluidos básica (hidrostática), la teoría de la elasticidad y los fundamentos de la hidrodinámica.

Por ser un curso del programa de astronomía el curso se enfoca especialmente en –sin restringirse a– aplicaciones en astrofísica, ciencias planetarias y de la Tierra y cosmología.

Este curso está relacionado con los siguientes perfiles de egreso, los cuales se adquieren al terminar el mismo.

- a. Identificar, plantear, analizar y resolver problemas de la física o de su entorno social y natural, utilizando herramientas analíticas, experimentales o computacionales.
- b. Contribuir al avance de la investigación científica y tecnológica en nuestro país y a la formación de otros profesionales.
- c. Trabajar de manera autónoma y en equipos disciplinares e interdisciplinares en la búsqueda de soluciones innovadoras y en la generación de nuevo conocimiento.
- d. Construir, analizar y validar modelos simples de fenómenos complejos usando los principios y leyes de la Física.
- e. Utilizar o elaborar programas y sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos en sistemas complejos de las diferentes áreas de la Física.
- f. Comunicar eficientemente conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito para la discusión académica, la enseñanza y la divulgación.
- g. Poseer la capacidad para enfrentar problemas de carácter interdisciplinario.

3. INTENCIONALIDADES FORMATIVAS

Explicitar los elementos orientadores del curso de acuerdo con el diseño curricular del programa académico: problemas de formación, propósitos de formación, objetivos, capacidades, competencias u otros. Se escoge una o varias de las anteriores posibilidades de acuerdo con las formas de organización curricular del programa académico, que se declaran en el Proyecto Educativo de Programa.

- Construir representaciones abstractas en el planteamiento de conclusiones en su ejercicio profesional, analizando con rigor científico los fenómenos y situaciones naturales.
- Plantear las soluciones utilizando herramientas analíticas, experimentales y/o computacionales, e identificando problemas de la mecánica de medios continuos.
- Identificar y proponer estrategias para explorar la validez de hipótesis científicas mediante el uso de observaciones físicas y astrofísicas.

4. APORTES DEL CURSO A LA FORMACIÓN INTEGRAL Y A LA FORMACIÓN EN INVESTIGACIÓN

Describir cómo el curso hace aportes a la formación integral (racionalidades ética, política, estética y lógica) y a la formación en investigación desde las intencionalidades formativas y el abordaje de

los conocimientos y/o saberes.

- Domina el contexto, los conceptos y los métodos que le permiten analizar, caracterizar y resolver problemas relacionados con la mecánica de medios continuos para ampliar nuestra comprensión de la naturaleza.
- Es capaz de identificar y usar efectivamente las herramientas disponibles para solucionar problemas astrofísicos: desarrollo y uso de software de simulación y análisis de datos, desarrollo de modelos teóricos, levantamiento de bases de datos y propuestas de observación astronómica.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS Y/O SABERES

Explicitar los ejes problémicos, saberes, proyectos, contenidos o temas que se abordan en el desarrollo del curso. Se escoge una o varias de las posibilidades de acuerdo con las formas de organización curricular del programa académico.

Conceptuales (Transversales en todo el curso):

Están enmarcados dentro de resultados más importantes de mecánica de medios continuos, y de sus aplicaciones más relevantes en física, astronomía y cosmología.

Procedimentales (Transversales en todo el curso):

El estudiante con los conocimientos adquiridos está en capacidad de seleccionar, comparar, sistematizar, deducir, explicar, modificar y utilizar modelos para describir los procesos que experimenta un sistema físico cualquiera.

Contenidos actitudinales (Transversales en todo el curso):

El propósito del curso es formar profesionales íntegros que puedan responder a las necesidades de la sociedad con un sentido ético y moral. Formación en cualidades apropiadas para desarrollar un trabajo planeado, ordenado, sistemático, consciente, que genere satisfacción y seguridad personal. Autoevaluación, con fines de que el estudiante se exija constantemente hacia el logro de los objetivos y hacia el mejoramiento continuo.

En este curso se enfatiza la potenciación de las capacidades para participar del trabajo colaborativo, fomentar el trabajo autónomo, el diálogo y el debate del conocimiento de la mecánica de medios continuos, el respeto por las ideas de profesores y estudiantes, y la valoración cultural, ecológica y ética de situaciones donde se actué con el conocimiento de la mecánica de los medios continuos.

Descripción:

El curso de Mecánica de Medios Continuos es una introducción general a las teorías fundamentales que permiten describir y explicar el comportamiento de medios materiales bajo la aproximación del continuo. Estos medios incluyen fluidos –gases, líquidos e incluso plasmas–, sólidos deformables y sustancias viscoelásticas. El curso abarca desde la mecánica de fluidos básica (hidrostática), la teoría de la elasticidad y los fundamentos de la hidrodinámica.

Por ser un curso del programa de astronomía el curso se enfoca especialmente en –sin restringirse a– aplicaciones en astrofísica, ciencias planetarias y de la Tierra y cosmología. El curso, además, tiene una importante componente computacional.

Justificación:

En muchas situaciones cotidianas interactuamos o estamos sumergidos en sustancias cuyo comportamiento es menester conocer, para describir y conocer su comportamiento. Aunque en el siglo XXI sabemos que toda la materia está hecha de entidades microscópicas –partículas elementales, átomos o moléculas– que interactúan a través de fuerza de corto y largo alcance, y hemos aprendidos que podemos describir el comportamiento de esa misma materia usando métodos de la física estadística, la aproximación continua de la materia, es decir, la descripción de sus propiedades y comportamientos usando campos (densidad, velocidad, presión, temperatura, etc.), que es propia de la física clásica, sigue constituyendo una de las formas más poderosas de entender y predecir el comportamiento de los medios materiales.

Más increíble aún ha resultado el hecho de que las leyes y los métodos propios de la aproximación continua, han resultado de suma utilidad para entender el comportamiento de sistemas que de otro modo no consideraríamos “fluidos”, tales como las galaxias, el universo como un todo, incluso el espacio-tiempo.

En estas ideas reside justamente la importancia del curso de medios continuos. Este curso no solo es una extensión de los cursos de física básica a la descripción de fluidos y sólidos, sino que además constituye la introducción a métodos y herramientas matemáticas y físicas que son de interés y aplicación a una amplia diversidad de problemas.

En Astronomía en particular, las leyes y métodos de la mecánica de medios continuos constituyen la base teórica natural sobre el que se construyen una amplia diversidad de modelos explicativos y predictivos del universo, que van desde la descripción del interior de los planetas, pasando por las atmósferas planetarias, el interior estelar, el medio interestelar y las galaxias, hasta llegar al universo como un todo. Por la misma razón la formación profesional en astronomía no estaría muy completa sin una amplia introducción a los resultados fundamentales en esta área.

Objetivo general:

Introducir las aproximaciones, modelos y métodos propios de la aproximación continua de la descripción de la materia, fluidos y sólidos deformables, en especial de aquellos que se derivan directamente de la aplicación de la física clásica (mecánica y termodinámica).

UNIDAD 1. Introducción (6 horas)

Contenidos mínimos:

- De la materia discreta a la aproximación continua de un medio.
- Propiedades microscópicas de un medio material.
- Elementos básicos de mecánica estadística.
- Métodos numéricos aplicados a la mecánica estadística.

Objetivos conceptuales:

- Definir las propiedades microscópicas básicas de la materia, peso molecular promedio, masa molar, tamaño molar, número de partículas, fracciones molares y de masa.
- Identificar las condiciones bajo las cuáles la aproximación continua de la materia es

suficientemente precisa con respecto a la descripción estadística.

Objetivos procedimentales:

- Deducir a partir de los primeros principios y la aplicación de resultados estadísticos básicos, la ecuación de estado de medios continuos elementales, gases perfectos y sólidos simples.

Objetivos actitudinales:

- Reconocer la aproximación continua como un método poderoso para describir la materia en distintos regímenes.

Bibliografía:

- Physics of Continuous Matter, B Lautrup, 2011.
- Introduction to Continuum Mechanics, Lai and Krempel and Ruben, 2010.

UNIDAD 2. Fluidos en reposo (20 horas)

Contenidos mínimos:

- El teorema de Pascal.
- Equilibrio hidrostático global y local.
- Equilibrio hidrostático de fluidos incompresibles.
- Módulo de compresibilidad y equilibrio hidrostático de fluidos compresibles.
- Aplicación: océanos planetarios.
- Potencial de presión.
- Aplicación: atmósferas planetarias plano paralelas.
- Medios continuos autogravitantes.
- Ecuaciones del interior de un cuerpo esférico autogravitante.
- Aplicación: interior de planetas de capas homogéneas.
- Medios continuos politrópicos.
- Ecuación de Lane-Emden.
- Aplicación: modelo politrópico del interior estelar.
- Fronteras de medios.
- Principio de Arquímedes y estabilidad de cuerpos flotantes.
- Tensión superficial.
- Efecto capilar.

Objetivos conceptuales:

- Definir el concepto de presión desde una perspectiva microscópica.
- Enunciar el teorema de Pascal y explicar su significancia.
- Reconocer las distintas unidades que se usan para medir la presión.
- Identificar las condiciones físicas necesarias para describir un medio usando la ecuación de estado politrópica.
- Enunciar el principio de Arquímedes y estudiar a partir de él las condiciones de estabilidad de cuerpos que flotan.
- Definir el concepto de tensión superficial, tanto desde la perspectiva de una densidad de

energía superficial como desde las fuerzas por unidad de longitud.

Objetivos procedimentales:

- Aplicar métodos numéricos para calcular propiedades continuas (densidad, presión, etc.) de sistemas discretos.
- Deducir, a partir del teorema de Bernoulli, la ecuación de equilibrio hidrostático global y local.
- Describir las condiciones de densidad y presión de fluidos incompresibles y compresibles en equilibrio hidrostático.
- Deducir las ecuaciones del interior de un cuerpo gravitante esférico en equilibrio hidrostático.
- Deducir la ecuación de Lane-Emden y aplicarla para estudiar el caso de estrellas hipotéticas que obedecen la ecuación de estado politrópica.
- Aplicar la definición de tensión superficial para describir el fenómeno de capilaridad.

Objetivos actitudinales:

- Reconocer la aproximación continua como un método poderoso para describir la materia en distintos regímenes.
- Distinguir y enumerar algunas de las ventajas más importantes de la aproximación continua frente a la aproximación discreta (estadística) de los medios materiales.

Bibliografía:

- Physics of Continuous Matter, B Lautrup, 2011.
- A. Sepúlveda, Hidrodinámica. Fondo Editorial EIA, Colombia, 2019.
- L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Fluid Mechanics, vol. 6 of Course of Theoretical Physics. Pergamon Press, Oxford, UK, 2nd ed., 1987.
- Introduction to Continuum Mechanics, Lai and Krempl and Ruben, 2010.
- Principles of Astrophysical Fluid Dynamics, Clarke and Carswell, 2007.
- Astrophysical Hydrodynamics: An Introduction, Steven N. Shore, 2007.

UNIDAD 3. Sólidos en reposo (20 horas)

Contenidos mínimos:

- Geometría tensorial: componentes covariantes y contravariantes.
- Cálculo vectorial usando notación de índices.
- El tensor de esfuerzos.
- Cálculo tensorial.
- Fuerzas en un medio continuo.
- Del tensor de esfuerzos a la presión
- Regímenes de deformación.
- Del campo de desplazamientos al tensor de deformación.
- Módulos de elasticidad.
- Aplicación: sismología y el interior planetario.

Objetivos conceptuales:

- Enumerar los distintos regímenes de deformación a los que está sometido un sólido o un fluido viscoelástico.
- Definir el campo de desplazamientos, el tensor de deformaciones y el tensor de elasticidad.
- Enunciar la ley de Hooke en toda su generalidad.

Objetivos procedimentales:

- Escribir el tensor de esfuerzos y la ley de Cauchy.
- Determinar la relación entre las fuerzas experimentadas por un elemento de volumen en un medio continuo, incluyendo la presión, y el tensor de esfuerzos.

Objetivos actitudinales:

- Reconocer la aproximación continua como un método poderoso para describir la materia en distintos regímenes.
- Distinguir y enumerar algunas de las ventajas más importantes de la aproximación continua frente a la aproximación discreta (estadística) de los medios materiales.

Bibliografía:

- Physics of Continuous Matter, B Lautrup, 2011.
- L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Theory of Elasticity, vol. 7 of Course of Theoretical Physics. Pergamon Press, Oxford, UK, 2nd ed., 1987.
- Introduction to Continuum Mechanics, Lai and Krempf and Ruben, 2010.

UNIDAD 4. Fluidos en movimiento (20 horas)

Contenidos mínimos:

- Campos en fluidos en movimiento.
- Flujo incompresible y la ley de Leonardo.
- Conservación de la masa y la ecuación de continuidad.
- El campo de velocidades y su representación.
- La especificación Euleriana y Lagrangiana.
- La derivada material y la segunda ley de Newton en fluidos.
- Aplicación: Cosmología newtoniana.
- Flujo no viscoso y las ecuaciones de Euler.
- El teorema de Bernoulli.
- El efecto Venturi.
- La ley de Torricelli.
- Del campo de Bernoulli a la vorticidad.
- Potencial de velocidades y la función de corriente.
- Aplicación: cilindro en una corriente.
- Viscosidad newtoniana.
- Modelo microscópico de la viscosidad.
- El tensor de viscosidad para fluidos newtonianos.
- Las ecuaciones de Navier-Stokes.

- Flujo vivo y flujo viscoso.

Objetivos conceptuales:

- Enumerar los campos que se utilizan típicamente para describir fluidos en movimiento (campos básicos de la hidrodinámica).
- Reconocer las condiciones necesarias para aproximar el movimiento de un fluido como: incompresible, irrotacional, no viscoso.
- Distinguir la descripción euleriana y lagrangiana de un fluido.
- Definir la viscosidad tanto desde el punto de vista microscópico como del punto de vista macroscópico.
- Definir los conceptos de: vorticidad, potencial de velocidades, campo de corriente.

Objetivos procedimentales:

- Deducir las ecuaciones de movimiento de un fluido, mediante la aplicación de la descripción Lagrangiana y la segunda ley de Newton.
- Enunciar y demostrar el teorema de Bernoulli y estudiar sus aplicaciones.
- Deducir el tensor de viscosidad para un fluido Newtoniano isotrópico e identificar de allí las viscosidades de corte y volumétrica.
- Deducir las ecuaciones de Navier-Stokes para fluidos Newtonianos.
- Resolver analíticamente algunas situaciones hidrodinámicas simples.
- Discretizar las ecuaciones de Navier-Stokes en situaciones simples (flujo impulsado por presión, flujo impulsado por velocidad, flujo estacionario alrededor de un obstáculo) y resolverlas numéricamente.

Objetivos actitudinales:

- Reconocer la aproximación continua como un método poderoso para describir la materia en distintos regímenes.
- Distinguir y enumerar algunas de las ventajas más importantes de la aproximación continua frente a la aproximación discreta (estadística) de los medios materiales. Reconocer la importancia de los métodos numéricos en la solución de problemas de hidrodinámica.

Bibliografía:

- Physics of Continuous Matter, B Lautrup, 2011.
- A. Sepúlveda, Hidrodinámica. Fondo Editorial EIA, Colombia, 2019.
- L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Fluid Mechanics, vol. 6 of Course of Theoretical Physics. Pergamon Press, Oxford, UK, 2nd ed., 1987.
- Introduction to Continuum Mechanics, Lai and Krempl and Ruben, 2010.
- Principles of Astrophysical Fluid Dynamics, Clarke and Carswell, 2007.
- Astrophysical Hydrodynamics: An Introduction, Steven N. Shore, 2007.

6. METODOLOGÍA⁴

Explicitar algunos de los siguientes asuntos:

Estrategias didácticas: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ☒ Aprendizaje Basado en

⁴ Para efectos de la preparación y desarrollo de las clases, se sugiere considerar el cuadro anexo de planeación didáctica que acompaña este formato.

Proyectos (ABP) ☐ Aprendizaje invertido ☒ Aprendizaje Basado en Retos (ABR) ☐ Estudio de caso ☐ Aprendizaje entre pares ☐ Clase magistral ☒ Salida de campo ☐ Taller ☒ Otra(as), ¿cuál(es)? ☐ Escriba el nombre de la estrategia.

Describa brevemente la metodología (s) utilizada (s).

En todas las unidades se hace una introducción teórica, se analizan y discuten ejemplos y problemas. Se presentarán algunos vídeos y demostraciones relevantes. Se dan problemas, preguntas, sugerencias a experimentos sencillos, paradojas, simulaciones y artículos relevantes para estudiar en casa y después discutir en clase. El curso será desarrollado a través de una metodología que vincula los siguientes aspectos:

- La clase magistral:
Este curso se fundamenta en clases magistrales, apoyándose en material visual utilizando diapositivas, material audiovisual mediante la proyección de películas cortas relacionadas con los temas respectivos, demostraciones sencillas y exposiciones por parte del estudiante. El estudiante debe además revisar el tema antes de la clase respectiva.
- Lecturas y ejercicios:
Aspectos conceptuales relevantes al curso serán discutidos en clase por medio de lectura de documentos, vídeos, soluciones de ejercicios, soluciones de problemas utilizando python y posible realización de experimentos sencillos. Los estudiantes realizan estas actividades con anterioridad y después estos serán discutidos en clase en forma de preguntas a resolver. De forma similar se dejarán ejercicios que después serán desarrollados en clase por los estudiantes.
- Vídeos, demostraciones y simulaciones:
Aspectos conceptuales relevantes al curso serán tratados por medio de la presentación de vídeos y demostraciones acompañados por preguntas para que los estudiantes las resuelvan en clase.
- Actividades independientes y asistidas:
Se realizan talleres donde se analizan ejercicios, problemas y se resuelven preguntas que han sido formuladas con anterioridad, donde se debe tener en cuenta los conceptos físicos. Atención en la oficina por parte del profesor, buscando resolver las inquietudes y dudas que surjan al estudiante. Revisión de las evaluaciones realizadas, con el fin de corregir errores cometidos.

1. Profesores

Formas de interacción en los ambientes de aprendizaje y de acompañamiento del trabajo independiente del estudiante:

Se hace un taller de dos horas donde se trabajan ejercicios para acompañar al estudiante en su trabajo independiente.

Estrategias de internacionalización del currículo que se desarrollan para cumplir con las intencionalidades formativas del microcurrículo:

Movilidad internacional.

Colaboración con grupos internacionales.

Estrategias para abordar o visibilizar la diversidad desde la perspectiva de género, el enfoque diferencial o el enfoque intercultural:

- Utilizar ejemplos, materiales y presentaciones que eviten sesgos de género, visibilizando la participación de mujeres y personas no binarias en la historia de la mecánica, la física y la ingeniería.
- Incorporar múltiples formas de evaluar (informes escritos, presentaciones orales, resolución de problemas en grupo, proyectos con software).
- Complementar los textos clásicos de mecánica continua con materiales producidos en distintos contextos culturales y lingüísticos, fortaleciendo la visión global y situada de la ciencia.

7. EVALUACIÓN⁵

Explicitar los siguientes asuntos:

Concepción de evaluación, modalidades (auto, co, hetero evaluación y evaluación entre pares) y estrategias a través de las cuales se va a orientar.

La evaluación es heteroevaluación.

Procesos y resultados de aprendizaje del Programa Académico que se abordan en el curso (según el Acuerdo Académico 583 de 2021 y la Política Institucional).⁶

Este curso impacta los resultados del aprendizaje RA1 y RA4.

Momentos de la evaluación del curso y sus respectivos porcentajes.⁷

Momentos de evaluación	Porcentajes
Parcial 1 (RA1,RA4) Jueves 23 de Octubre	24%
Parcial 2 (RA1,RA4) Jueves 27 de Noviembre	23%

⁵ De acuerdo con el Artículo 79 del Reglamento Estudiantil de Pregrado: "La evaluación debe ser un proceso continuo que busque no sólo apreciar las aptitudes, actitudes, conocimientos y destrezas del estudiante frente a un determinado programa académico, sino también lograr un seguimiento permanente que permita establecer el cumplimiento de los objetivos educacionales propuestos"; además, en el Artículo 94 se indica que en todos los cursos se deben realizar dos o tres evaluaciones para cumplir con las intencionalidades formativas del microcurrículo; finalmente, los artículos 95 y 96 señalan que, para el desarrollo de evaluaciones parciales o finales, se pueden incluir trabajos de investigación como formas de valoración de los aprendizajes. Por su parte, en el Artículo 24 del Capítulo V del Reglamento General de Posgrados se plantea que las evaluaciones de rendimiento académico se aplicarán en todas las actividades académicas de los programas de posgrado mediante un proceso integral y transparente que permita el seguimiento al desempeño del estudiante.

⁶ La Política de Procesos y Resultados de Aprendizaje de la Universidad de Antioquia se puede consultar en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3S47HDV>

⁷ Para programas de pregrado, de conformidad con el Artículo 78 del Reglamento Estudiantil de Pregrado, cuando las faltas de asistencia registradas superen el 20 % de las actividades académicas programadas y definidas como obligatorias, el docente encargado del curso reportará "cancelado por faltas", lo que, para efectos del promedio crédito, equivaldrá a una calificación de cero, cero (0.0). Los cursos cancelados por faltas no serán habilitables. Para programas de posgrados, de conformidad con el Artículo 30 del Acuerdo Superior 432 de 2014, cuando un estudiante supere el 30 % de las faltas de asistencia en un curso, sin causa justificable legalmente, reprobará por inasistencia y se calificará con una nota de cero, cero (0.0).

Parcial 3 (RA1,RA4) Martes 3 de Febrero	23%
Ejercicios 1 (RA1,RA4) Semanas 1-5	10%
Ejercicios 2 (RA1,RA4) Semanas 7-11	10%
Ejercicios 3 (RA1,RA4) Semanas 12-16	10%

8. BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES

Incluir solo la bibliografía que se requiere para el desarrollo del curso; además, presentar los textos en otras lenguas o traducciones que se trabajan en clase, en atención a las culturas o zonas geográficas de las que estos provienen.

Cultura o zona geográfica	Bibliografía	Palabras claves
Colombia	A. Sepúlveda, Hidrodinámica. Fondo Editorial EIA, Colombia, 2019.	Medios continuos
Rusia	L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Fluid Mechanics, vol. 6 of Course of Theoretical Physics. Pergamon Press, Oxford, UK, 2nd ed., 1987.	Medios continuos
Rusia	L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Theory of elasticity, vol. 7 of Course of Theoretical Physics. Pergamon Press, Oxford, UK, 2nd ed., 1987.	Medios continuos
USA	Introduction to Continuum Mechanics, Lai and Krempl and Ruben, 2010.	Medios continuos
USA	Principles of Astrophysical Fluid Dynamics, Clarke and Carswell, 2007.	Medios continuos
USA	Astrophysical Hydrodynamics: An Introduction, Steven N. Shore, 2007.	Medios continuos

9. COMUNIDAD ACADÉMICA QUE PARTICIPÓ EN LA ELABORACIÓN DEL MICROCURRÍCULO

Nombres y apellidos	Unidad académica	Formación académica	Porcentaje de participación
Jorge Iván Zuluaga Callejas	Física	Doctorado	33
Andrés Naranjo	Física	Doctorado	33
Óscar Zapata	Física	Doctorado	34

10. APROBACIÓN DEL CONSEJO DE UNIDAD ACADÉMICA

Aprobado en Acta número del [Haga clic aquí o pulse para escribir una fecha.](#)

Nombre completo del secretario del Consejo de la Unidad Académica	Firma	Cargo
--	--------------	--------------