

Curso: Mecánica del Medio Continuo Aplicado en la Biomédica		Horas aula: 4
Clave: 071CE079		Horas virtuales: 1
Antecedentes: 052CP062		Horas laboratorio: 0
		Horas independientes: 2
Competencia del área:	Competencia del curso:	
	<p>Identificar los principios de la mecánica del medio continuo mediante la implementación de modelos físicos y leyes matemáticas con el objetivo de aplicarlos en el estudio del movimiento del cuerpo humano conforme a las normas internacionales de la industria biomédica a través de la innovación y el aprendizaje</p>	
Elementos de competencia:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar las características y propiedades de los principios matemáticos utilizados en la mecánica del medio continuo con base en el aprendizaje y el análisis de problemas para comprender el funcionamiento de los modelos físicos aplicados según las normas de la industria biomédica. 2. Demostrar los principios físicos de la mecánica del medio continuo por medio del aprendizaje y el análisis de problemas a partir de las leyes matemáticas aplicadas con la finalidad de realizar un modelado del movimiento del cuerpo humano conforme a las leyes físicas y normas internacionales de la industria biomédica. 3. Identificar los modelos físicos de la mecánica del medio continuo que son utilizados para el análisis del movimiento del cuerpo humano mediante la innovación y al trabajo en equipo con la intención de aplicarlos en la modelación de prótesis conforme a las normas internacionales de la industria biomédica. 		
Perfil del docente:		
<p>Ingeniero biomédico, Ingeniero Mecánico, licenciado en Física o afín a Ingeniería Mecánica o Ciencias Exactas, preferentemente con maestría y doctorado en el área. Especialidad o diplomado en educación por competencias. Experiencia docente y/o industrial. Planifica los procesos de enseñanza y de aprendizaje atendiendo al enfoque por competencias. Evalúa los procesos de enseñanza y de aprendizaje con un enfoque formativo, con una actitud de cambio a las innovaciones pedagógicas. Construye ambientes para el aprendizaje autónomo y colaborativo.</p>		
Elaboró: JESUS RAMIRO ARAGON GUAJARDO		Noviembre 2022
Revisó: DRA. CECILIA LÓPEZ CAMACHO		Noviembre 2022
Última actualización:		
Autorizó: Coordinación de Procesos Educativos		

Elemento de competencia 1: Revisar las características y propiedades de los principios matemáticos utilizados en la mecánica del medio continuo con base en el aprendizaje y el análisis de problemas para comprender el funcionamiento de los modelos físicos aplicados según las normas de la industria biomédica.

Competencias blandas a promover: Aprendizaje y el análisis de problemas

EC1 Fase I: Introducción a los tensores

Contenido: Tensores generales y orden de un tensor, notación indicial, vectores y escalares, adición de tensores, producto escalar y vectorial

EC1 F1 Actividad de aprendizaje 1: Trabajo de investigación de tensores

Realizar un trabajo de investigación referente al tema de tensores basarse en la explicación del facilitador en clases y de los recursos ofrecidos, este trabajo debe contener: la definición de un tensor, la definición del orden de un tensor y la clasificación de tensores por su orden.

3 hrs. Aula
1 hr. Virtual
1 hr. Independiente

Tipo de actividad:

Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio ()
Grupal () Individual (X) Equipo ()
Independientes (X)

Recursos:

- [Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos.](#)
- Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería
- Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura.

Criterios de evaluación de la actividad:

Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de [trabajo de investigación](#).

EC1 F1 Actividad de aprendizaje 2: Resumen referente a la notación indicial

Realizar un resumen referente al tema de notación indicial en base a la exposición del facilitador, debe de incluir sus características y al menos tres ejemplos de implementación.

1 hr. Aula
2 hrs. Independientes

Tipo de actividad:

Aula (X) Virtuales () Laboratorio ()
Grupal () Individual (X) Equipo ()
Independientes (X)

Recursos:

- [Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos.](#)
- Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería
- Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura.

Criterios de evaluación de la actividad:

Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de [resumen](#).

EC1 F1 Actividad de aprendizaje 3: Solución de ejercicios de tarea de operaciones con tensores

Resolver los ejercicios referentes a adición y producto escalar y vectorial de tensores que serán asignados por el facilitador, basarse en la explicación y ejemplos realizados en clase, como apoyo a la comprensión del tema se podrá

Tipo de actividad:

Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio ()
Grupal () Individual (X) Equipo ()
Independientes (X)

Recursos:

- [Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y](#)

<p>consultar los recursos ofrecidos.</p> <p>3 hrs. Aula 1 hr. Virtual 2 hrs. Independientes</p>	<p>problemas resueltos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de solución individual de ejercicios de tarea.</p>
---	--

EC1 Fase II: Tensores para los sistemas de coordenadas

Contenido: Sistemas de coordenadas, transformaciones de coordenadas, delta de Kronecker, condiciones de ortogonalidad, tensor métrico, leyes de transformación de tensores cartesianos, gradientes, divergencias y rotacionales

<p>EC1 F2 Actividad de aprendizaje 4: Mapa conceptual referente a sistemas de coordenadas</p> <p>Realizar un mapa conceptual de la explicación del facilitador en donde identifique los diferentes sistemas de coordenadas y los vectores base correspondientes para cada uno. Se podrán utilizar los recursos ofrecidos en la actividad para una mayor comprensión de los conceptos solicitados.</p> <p>1 hr. Aula 1 hr. Virtual 1 hr. Independiente</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Jog, C. S. Continuum mechanics • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de mapa conceptual.</p>
--	---

<p>EC1 F2 Actividad de aprendizaje 5: Trabajo de investigación referente a transformaciones de coordenadas y condiciones de ortogonalidad</p> <p>Realizar un trabajo de investigación referente al tema de sistemas de coordenadas, basarse en la explicación del facilitador en clases y de los recursos ofrecidos, este trabajo debe contener: las ecuaciones de transformación entre las diferentes coordenadas, así como las condiciones de ortogonalidad de cada sistema de coordenadas.</p> <p>3 hrs. Aula 1 hr. Virtual 2 hrs. Independientes</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Jog, C. S. Continuum mechanics • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de trabajo de investigación.</p>
---	--

<p>EC1 F2 Actividad de aprendizaje 6: Solución de ejercicios de tarea referentes a tensores cartesianos.</p> <p>Resolver los ejercicios referentes a transformaciones de tensores cartesianos, así como al cálculo de gradientes, divergencias y rotacionales para tensores que serán asignados por el facilitador, se deberá basar en la explicación y ejemplos realizados en clase, como apoyo a la comprensión del tema se podrá consultar los recursos ofrecidos.</p> <p>3 hrs. Aula 1 hr. Virtual 2 hrs. Independientes</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Jog, C. S. Continuum mechanics • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de solución individual de ejercicios de tarea.</p>
<p>EC1 Fase III: Cálculo tensorial</p> <p>Contenido: Matrices, representación matricial de los tensores, simetría de diádicas, valores y direcciones principales de los tensores simétricos, campos tensoriales derivadas de tensores, seorema de Green y Stokes, teorema de la divergencia de Gauss.</p>	
<p>EC1 F3 Actividad de aprendizaje 7: Trabajo escrito referente a matrices y representación matricial de vectores</p> <p>Realizar un trabajo escrito referente a los temas matrices y representación matricial de tensores en base a la exposición de los conceptos del facilitador, este trabajo escrito debe de incluir los siguientes temas: representación matricial de un tensor, definición de una diadica, simetría de diádicas, y valores y direcciones principales de los tensores simétricos.</p> <p>3 hrs. Aula 1 hr. Virtual 2 hrs. Independientes</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Jog, C. S. Continuum mechanics • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Reddy, J. N. An introduction to continuum mechanics. • Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de trabajo escrito.</p>
<p>EC1 F3 Actividad de aprendizaje 8: Solución de ejercicios de tarea referentes a campos y derivadas tensoriales</p> <p>Resolver los ejercicios referentes a campos y</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales () Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes (X)</p>

<p>derivadas tensoriales que serán asignados por el facilitador, se deberá basar en la explicación y ejemplos realizados en el aula, como apoyo a la comprensión del tema se podrá consultar los recursos ofrecidos.</p> <p>3 hrs. Aula 2 hrs. Independientes</p>	<p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Jog, C. S. Continuum mechanics • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Reddy, J. N. An introduction to continuum mechanics. • Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de solución individual de ejercicios de tarea.</p>
<p>EC1 F3 Actividad de aprendizaje 9: Solución de ejercicios de tarea referentes a la aplicación de los teoremas de Green, Stokes y Gauss.</p> <p>Resolver los ejercicios referentes a la aplicación de los teoremas de Green, Stokes y Gauss que serán asignados por el facilitador, se deberá basar en la explicación y ejemplos realizados en el aula, como apoyo a la comprensión del tema se podrá consultar los recursos ofrecidos.</p> <p>3 hrs. Aula 1 hr. Independiente</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales () Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Jog, C. S. Continuum mechanics • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Reddy, J. N. An introduction to continuum mechanics. • Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de solución individual de ejercicios de tarea.</p>
<p>Evaluación formativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de investigación de tensores. • Resumen referente a la notación indicial • Solución de ejercicios de tarea de operaciones con tensores. • Mapa conceptual referente a sistemas de coordenadas. • Trabajo de investigación referente a transformaciones de coordenadas y condiciones de ortogonalidad • Solución de ejercicios referentes a tensores cartesianos. 	

- Trabajo escrito referente a matrices y representación matricial de vectores.
- Solución de ejercicios de tarea referentes a campos y derivadas tensoriales.
- Solución de ejercicios de tarea referentes a la aplicación de los teoremas de Green, Stokes y Gauss.

Fuentes de información

1. [Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. \(2015\). Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos. Universitat Politècnica de Catalunya.](#)
2. Gubert, X. A. (2010). Mecánica del medio continuo en la ingeniería (Vol. 171). Univ. Politèc. de Catalunya.
Heidenreich, E. A. (2020). Mecánica del continuo y de la estructura.
3. Jog, C. S. (2015). Continuum mechanics (Vol. 1). Cambridge University Press.
4. Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. (2009). Continuum mechanics for engineers. CRC press.
5. Madeo, A. (2015). Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. Elsevier.
6. Reddy, J. N. (2013). An introduction to continuum mechanics. Cambridge university press.
7. [Shabana, A. A. \(2017\). Computational Continuum Mechanics \(3rd. ed.\). Wiley.](#)

Elemento de competencia 2: Demostrar los principios físicos de la mecánica del medio continuo por medio del aprendizaje y el análisis de problemas a partir de las leyes matemáticas aplicadas con la finalidad de realizar un modelado del movimiento del cuerpo humano conforme a las leyes físicas y normas internacionales de la industria biomédica.

Competencias blandas a promover: Aprendizaje y el análisis de problemas

EC2 Fase I: Estado de tensión

Contenido: Fuerzas superficiales, teorema de Cauchy y el vector tensión, estado de tensión en un punto, tensor tensión, tensiones y planos principales, círculo de tensiones de Mohr.

EC2 F1 Actividad de aprendizaje 10: Trabajo de investigación de fuerzas superficiales, teorema de Cauchy y vector tensión

Realizar un trabajo de investigación referente al tema de fuerzas superficiales, teorema de Cauchy y vector tensión basarse en la explicación del facilitador en clase y de los recursos ofrecidos, este trabajo debe contener: las características y la forma de identificación de las fuerzas superficiales, así como la definición de el teorema de Cauchy y su relación con el vector tensión.

2 hrs. Aula
1 hr. Independiente

Tipo de actividad:

Aula (X) Virtuales () Laboratorio ()
Grupal () Individual (X) Equipo ()
Independientes (X)

Recursos:

- [Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos.](#)
- Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería
- Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura.
- Jog, C. S. Continuum mechanics
- Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers.

Criterios de evaluación de la actividad:

Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de [trabajo de investigación](#).

EC2 F1 Actividad de aprendizaje 11: Resumen referente al estado de tensión en un punto y al tensor tensión

Realizar un resumen referente al tema de estado de tensión en un punto y al tensor tensión en base a la exposición del facilitador, este resumen debe de incluir la definición del estado de tensión en un punto así como la deducción del tensor tensión y sus características.

2 hrs. Aula
1 hr. Virtual
1 hr. Independiente

Tipo de actividad:

Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio ()
Grupal () Individual (X) Equipo ()
Independientes (X)

Recursos:

- Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers.
- Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications.
- Reddy, J. N. An introduction to continuum mechanics.
- [Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics](#).

Criterios de evaluación de la actividad:

Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de [resumen](#).

EC2 F1 Actividad de aprendizaje 12: Solución de ejercicios de tarea de tensiones y planos principales y círculo de tensiones de Mohr

Tipo de actividad:

Aula (X) Virtuales () Laboratorio ()
Grupal () Individual (X) Equipo ()

<p>Resolver los ejercicios referentes a tensiones y planos principales y círculo de tensiones de Mohr que serán asignados por el facilitador, se deberá basar en la explicación y ejemplos realizados en clase, como apoyo a la comprensión del tema se podrá consultar los recursos ofrecidos.</p> <p>2 hrs. Aula 1 hr. Independiente</p>	<p>Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mase, G. T., Smelser, R. E., &Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Reddy, J. N. An introduction to continuum mechanics. • Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics . <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de solución individual de ejercicios de tarea .</p>
<p>EC2 Fase II: Estado de deformación</p> <p>Contenido: Descripción del movimiento, configuración del medio continuo, concepto de deformación y flujo, vectores de posición y desplazamiento, gradientes de deformación, tensor de deformación, tensor de rotación lineal, tensor de rotación, deformaciones principales, círculos de Mohr de deformaciones.</p>	
<p>EC2 F2 Actividad de aprendizaje 13: Ensayo referente a la configuración del medio continuo</p> <p>Realizar un ensayo referente a los temas de configuración del medio continuo en base a la exposición de los conceptos del facilitador, este trabajo escrito debe de incluir los siguientes temas: Descripción del movimiento, características y propiedades de la configuración del medio continuo.</p> <p>2 hrs. Aula 1 hr. Virtual 1 hr. Independiente</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Jog, C. S. Continuum mechanics • Mase, G. T., Smelser, R. E., &Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Reddy, J. N. An introduction to continuum mechanics. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de ensayo .</p>
<p>EC2 F2 Actividad de aprendizaje 14: Trabajo de investigación referente a deformación en el medio continuo</p> <p>Realizar un trabajo de investigación referente al tema de deformación en el medio continuo, basarse en la explicación del facilitador en clase y de los recursos ofrecidos, este trabajo debe contener: el concepto de deformación y flujo, el gradiente y tensor de deformación.</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales () Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la

<p>2 hrs. Aula 1 hr. Independiente</p>	<p>estructura.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jog, C. S. Continuum mechanics • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Reddy, J. N. An introduction to continuum mechanics. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de trabajo de investigación.</p>
<p>EC2 F2 Actividad de aprendizaje 15: Solución de ejercicios referentes a deformación en un medio continuo</p> <p>Resolver los ejercicios referentes a deformaciones principales y la aplicación del círculo de Mohr de deformación para el medio continuo que serán asignados por el facilitador, se deberá basar en la explicación y ejemplos realizados en clase, como apoyo a la comprensión del tema se podrá consultar los recursos ofrecidos.</p> <p>2 hrs. Aula 1 hr. Virtual 1 hr. Independiente</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Jog, C. S. Continuum mechanics • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Reddy, J. N. An introduction to continuum mechanics. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de solución individual de ejercicios de tarea.</p>
<p>EC2 Fase III: Movimiento y flujo</p> <p>Contenido: Derivada material, campo de velocidad instantánea, movimiento estacionario, velocidad de deformación, derivadas materiales de elementos de volumen, área y línea, derivada material de integrales de volumen, superficie y línea.</p>	
<p>EC2 F3 Actividad de aprendizaje 16: Trabajo escrito referente al campo de velocidad instantánea y velocidad de deformación</p> <p>Realizar un trabajo escrito referente al campo de velocidad instantánea y velocidad de deformación en base a la exposición de los conceptos del facilitador, este trabajo escrito debe de incluir los siguientes temas: derivada material, características del campo de velocidad instantánea, definición del movimiento estacionario y la velocidad de deformación en un medio continuo.</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales () Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Jog, C. S. Continuum mechanics

<p>2 hrs. Aula 1 hr. Independiente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mase, G. T., Smelser, R. E., &Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Reddy, J. N. An introduction to continuum mechanics. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de trabajo escrito.</p>
<p>EC2 F3 Actividad de aprendizaje 17: Solución de ejercicios referentes a derivadas materiales</p> <p>Resolver los ejercicios referentes derivadas materiales de elementos de volumen, área y línea y de integrales de volumen, superficie y línea, que serán asignados por el facilitador, se deberá basar en la explicación y ejemplos realizados en clase, como apoyo a la comprensión del tema se podrá consultar los recursos ofrecidos.</p> <p>3 hrs. Aula 1 hr. Virtual 1 hr. Independiente</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mase, G. T., Smelser, R. E., &Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Reddy, J. N. An introduction to continuum mechanics. • Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de solución individual de ejercicios de tarea.</p>
<p>Evaluación formativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de investigación de fuerzas superficiales, teorema de Cauchy y vector tensión. • Resumen referente al estado de tensión en un punto y al tensor tensión. • Solución de ejercicios de tarea de tensiones y planos principales y círculo de tensiones de Mohr. • Ensayo referente a la configuración del medio continuo. • Trabajo de investigación referente a deformación en el medio continuo. • Solución de ejercicios referentes a deformación en un medio continuo. • Trabajo escrito referente al campo de velocidad instantánea y velocidad de deformación. • Solución de ejercicios referentes a derivadas materiales. 	
<p>Fuentes de información</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ayneto Gubert, X. &Ferrer Ballester, M. (2015). Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos. Universitat Politècnica de Catalunya. 2. Gubert, X. A. (2010). Mecánica del medio continuo en la ingeniería (Vol. 171). Univ. Politèc. de Catalunya. Heidenreich, E. A. (2020). Mecánica del continuo y de la estructura. 	

3. Jog, C. S. (2015). Continuum mechanics (Vol. 1). Cambridge University Press.
4. Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. (2009). Continuum mechanics for engineers. CRC press.
5. Madeo, A. (2015). Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. Elsevier.
6. Reddy, J. N. (2013). An introduction to continuum mechanics. Cambridge university press.
7. [Shabana, A. A. \(2017\). Computational Continuum Mechanics \(3rd. ed.\). Wiley.](#)

Elemento de competencia 3: Identificar los modelos físicos de la mecánica del medio continuo que son utilizados para el análisis del movimiento del cuerpo humano mediante la innovación y al trabajo en equipo con la intención de aplicarlos en la modelación de prótesis conforme a las normas internacionales de la industria biomédica.

Competencias blandas a promover: Innovación y trabajo en equipo

EC3 Fase I: Leyes fundamentales de la mecánica del medio continuo

Contenido: Conservación de la masa, ecuaciones de continuidad espacial y material, teorema de Transporte de Reynolds, conservación de la cantidad de movimiento conservación del momento angular, conservación de la energía.

EC3 F1 Actividad de aprendizaje 18: Resumen sobre conceptos de conservación de la masa y ecuaciones de continuidad espacial y material

Realizar un resumen en donde se incluyan los principios de conservación de la masa y se especifiquen las ecuaciones de continuidad espacial y material para los medios continuos, basarse en la explicación del facilitador en clases y de los recursos ofrecidos.

3 hrs. Aula
1 hr. Virtual
2 hrs. Independientes

Tipo de actividad:

Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio ()
Grupal () Individual (X) Equipo ()
Independientes (X)

Recursos:

- [Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos.](#)
- Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería
- Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura.
- Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers.
- Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications.
- [Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics.](#)

Criterios de evaluación de la actividad:

Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de [resumen](#)

EC3 F1 Actividad de aprendizaje 19: Cuadro comparativo de los principios de conservación

Realizar un cuadro comparativo en donde se especifiquen los principios de conservación de cantidad de movimiento, movimiento angular y energía para los medios continuos en base a la exposición del facilitador, en este cuadro se deben de incluir las ecuaciones que rigen cada uno de estos principios, además de identificar las diferencias entre ellos.

3 hrs. Aula
1 hr. Virtual
1 hr. Independiente

Tipo de actividad:

Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio ()
Grupal () Individual (X) Equipo ()
Independientes (X)

Recursos:

- [Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos.](#)
- Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería
- Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura.
- Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers.
- Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications.
- [Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics.](#)

	<p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de cuadro comparativo.</p>
<p>EC3 F1 Actividad de aprendizaje 20: Solución de ejercicios de tarea de los principios de conservación</p> <p>Resolver los ejercicios referentes los principios de conservación de la cantidad de movimiento, momento angular y energía aplicados en la ingeniería biomédica que serán asignados por el facilitador, se deberá basar en la explicación y ejemplos realizados en clase, como apoyo a la comprensión del tema se podrá consultar los recursos ofrecidos.</p> <p>3 hrs. Aula 1 hr. Virtual 1 hr. Independiente</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos. • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de solución individual de ejercicios de tarea.</p>
<p>EC3 Fase II: Ecuaciones constitutivas y elasticidad lineal</p> <p>Contenido: Sólidos elásticos, ley generalizada de Hooke, transformación de componentes de tensión y deformación, tensión y deformación planas, medios isotrópicos relaciones constitutivas elásticas no lineales, ecuaciones de Navier, ecuaciones de Beltrami-Michell.</p>	
<p>EC3 F2 Actividad de aprendizaje 21: Trabajo de investigación de elasticidad en medios continuos</p> <p>Realizar un trabajo de investigación en equipo referente a los temas de sólidos elásticos, ley generalizada de Hooke, transformación de componentes de tensión y deformación, tensión y deformación planas, medios isotrópicos y relaciones constitutivas elásticas no lineales en base a la exposición de los conceptos del facilitador.</p> <p>2 hrs. Aula 1 hr. Virtual</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio () Grupal () Individual () Equipo (X) Independientes ()</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos. • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics.

	<p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de trabajo de investigación.</p>
<p>EC3 F2 Actividad de aprendizaje 22: Exposición referente a modelos de elasticidad lineal y no lineal aplicada en ingeniería biomédica</p> <p>Realizar una exposición en equipos de una aplicación de los principios de elasticidad lineal o no lineal dentro del área de la ingeniería biomédica basándose en la presentación de ejemplos por medio del facilitador en clases.</p> <p>5 hrs. Aula 2 hrs. Independientes</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales () Laboratorio () Grupal () Individual () Equipo (X) Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos. • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de exposición.</p>
<p>EC3 F2 Actividad de aprendizaje 23: Solución de ejercicios referentes a la aplicación de las ecuaciones de Navier y de Beltrami-Michell</p> <p>Resolver los ejercicios referentes a aplicaciones biomédicas de las ecuaciones de Navier y las ecuaciones de Beltrami-Michell para el medio continuo que serán asignados por el facilitador, se deberá basar en la explicación y ejemplos realizados en clase, como apoyo a la comprensión del tema se podrá consultar los recursos ofrecidos.</p> <p>2 hrs. Aula 1 hr. Independiente</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales () Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes (X)</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos. • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de solución</p>

	individual de ejercicios de tarea .
EC3 Fase III: Mecánica de fluidos Contenido: Presión de un fluido, tensor de tensión viscoso, fluidos stokesianos, fluidos newtonianos, fluidos viscosos incompresibles, ecuaciones de Navier-stokes, transferencia de calor, conducción de calor, plasticidad, ecuaciones plásticas tensión-deformación.	
EC3 F3 Actividad de aprendizaje 24: Trabajo de investigación referente a los fluidos stokesianos, newtonianos y viscosos incompresibles Realizar un trabajo de investigación referente a los fluidos stokesianos, newtonianos y viscosos incompresibles y ecuaciones de Navier-stokes en base a la exposición de los conceptos del facilitador, este trabajo escrito debe de incluir los siguientes temas: propiedades de los fluidos, tensor de tensión viscoso y las características de los fluidos stokesianos, newtonianos y viscosos incompresibles y las ecuaciones de Navier-stokes. 1 hr. Virtual	Tipo de actividad: Aula () Virtuales (X) Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo () Independientes () Recursos: <ul style="list-style-type: none"> • Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos. • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics . Criterios de evaluación de la actividad: Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de trabajo de investigación .
EC3 F3 Actividad de aprendizaje 25: Exposición referente a las propiedades de conducción y plasticidad de los medios continuos aplicados Realizar una exposición en equipos de una aplicación de las propiedades de conducción y plasticidad de los medios continuos dentro del área de la ingeniería biomédica basándose en la presentación de los temas y ejemplos vistos en clases. 2 hrs. Aula	Tipo de actividad: Aula (X) Virtuales () Laboratorio () Grupal () Individual () Equipo (X) Independientes () Recursos: <ul style="list-style-type: none"> • Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos. • Gubert, X. A. Mecánica del medio continuo en la ingeniería • Heidenreich, E. A. Mecánica del continuo y de la estructura. • Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. Continuum mechanics for engineers. • Madeo, A. Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. • Shabana, A. A. Computational Continuum Mechanics . Criterios de evaluación de la actividad:

Esta actividad será evaluada ante la rúbrica de [exposición](#).

Evaluación formativa:

- Resumen referente a los conceptos de conservación de la masa y ecuaciones de continuidad espacial y material de los medios continuos
- Cuadro comparativo de los principios de conservación
- Solución de ejercicios de los principios de conservación
- Trabajo de investigación de elasticidad en medios continuos
- Exposición referente a los modelos de elasticidad lineal y no lineal aplicada en la ingeniería biomédica.
- Solución de ejercicios referentes a la aplicación de las ecuaciones de Navier y las ecuaciones de Beltrami-Michell.
- Trabajo de investigación referente a los fluidos stokesianos, newtonianos y viscosos incompresibles y ecuaciones de Navier-stokes

Fuentes de información

1. [Ayneto Gubert, X. & Ferrer Ballester, M. \(2015\). Mecánica del medio continuo en la ingeniería: teoría y problemas resueltos. Universitat Politècnica de Catalunya.](#)
2. Gubert, X. A. (2010). Mecánica del medio continuo en la ingeniería (Vol. 171). Univ. Politèc. de Catalunya.
Heidenreich, E. A. (2020). Mecánica del continuo y de la estructura.
3. Jog, C. S. (2015). Continuum mechanics (Vol. 1). Cambridge University Press.
4. Mase, G. T., Smelser, R. E., & Mase, G. E. (2009). Continuum mechanics for engineers. CRC press.
5. Madeo, A. (2015). Generalized Continuum Mechanics and Engineering Applications. Elsevier.
6. Reddy, J. N. (2013). An introduction to continuum mechanics. Cambridge university press.
7. [Shabana, A. A. \(2017\). Computational Continuum Mechanics \(3rd. ed.\). Wiley.](#)

Políticas

Para el desarrollo óptimo del curso el alumno deberá cumplir con las siguientes políticas:

- Cumplir adecuadamente con la entrega de trabajos en tiempo y forma.
- Presentarse puntualmente a clases.
- En caso de plagio, el alumno no obtendrá la competencia en la evaluación que corresponde al trabajo.
- Tratar respetuosamente a sus compañeros de grupo
- No introducir alimentos al aula.

Metodología

Al inicio del curso el facilitador establecerá los horarios y las vías de comunicación, considerando al menos una vía alterna a la plataforma educativa.

Es responsabilidad del estudiante gestionar los procedimientos necesarios para alcanzar el desarrollo de las competencias del curso.

El curso se desarrollará combinando sesiones presenciales y virtuales, así como prácticas presenciales en laboratorios, campos o a distancia en congruencia con la naturaleza de la asignatura.

Evaluación

ARTÍCULO 27. La evaluación es el proceso que permite valorar el desarrollo de las competencias establecidas en las secuencias didácticas del plan de estudio del programa educativo correspondiente. Su metodología es integral y considera diversos tipos de evidencias de conocimiento, desempeño y producto por parte del alumno.

ARTÍCULO 28. Las modalidades de evaluación en la Universidad son:

- I. Diagnóstica permanente, entendiendo esta como la evaluación continua del estudiante durante la realización de una o

<ul style="list-style-type: none"> • Los teléfonos celulares deberán estar en modo vibrador. 	<p>Los productos académicos escritos deberán ser entregados en formato PDF en la plataforma institucional, de acuerdo con los criterios establecidos por el facilitador.</p> <p>La dinámica de trabajo para el desarrollo de este curso tiene como base lo planteado y estructurado en la secuencia didáctica.</p> <p>Se solicitará a los estudiantes realicen, investigaciones bibliográficas y resúmenes como actividades, con el objetivo de fomentar la lectura de los temas a estudiar, y lograr una mejor comprensión de los mismos.</p>	<p>varias actividades; II. Formativa, siendo esta, la evaluación al alumno durante el desarrollo de cada elemento de competencia; y III. Sumativa es la evaluación general de todas y cada una de las actividades y evidencias de las secuencias didácticas. Sólo los resultados de la evaluación sumativa tienen efectos de acreditación y serán reportados al departamento de registro y control escolar.</p> <p>ARTÍCULO 29. La evaluación sumativa será realizada tomando en consideración de manera conjunta y razonada, las evidencias del desarrollo de las competencias y los aspectos relacionados con las actitudes y valores logrados por el alumno. Para tener derecho a la evaluación sumativa de las asignaturas, el alumno deberá: I. Cumplir con la evidencia de las actividades establecidas en las secuencias didácticas; II. Asistir como mínimo al 70% de las sesiones de clase impartidas.</p> <p>ARTÍCULO 30. Los resultados de la evaluación expresarán el grado de dominio de las competencias, por lo que la escala de evaluación contemplará los niveles de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • I. Competente sobresaliente; • II. Competente avanzado; • III. Competente intermedio; • IV. Competente básico; • V. No aprobado. <p>El nivel mínimo para acreditar una asignatura será el de competente básico. Para fines de acreditación los niveles tendrán un equivalente numérico conforme a la siguiente tabla: Competente sobresaliente 10 Competente avanzado 9 Competente intermedio 8 Competente básico 7 No aprobado 6</p> <p>ARTÍCULO 31. Para lograr la acreditación de las competencias</p>
---	--	--

comprendidas en las secuencias didácticas de las asignaturas del programa educativo, el alumno dispondrá de los siguientes medios:
I. La evaluación sumativa, mínimo 7, competente básico; II. La demostración de competencias previamente adquiridas; III. Por convalidación, revalidación o equivalencia.

ARTÍCULO 32. Los resultados de la evaluación sumativa serán dados a conocer a los alumnos, en un plazo no mayor de cinco días hábiles después de concluido el proceso.

ARTÍCULO 33. En caso de que el alumno considere que existe error u omisión en el registro de evaluación sumativa, podrá presentar solicitud por escrito ante el director de la unidad académica dentro de los cinco días hábiles siguientes contados a partir de la fecha de publicación de los resultados, quien en igual termino emitirá una respuesta.