



Guía para el profesor

Fabricación de Precisión
LTMR1803



Índice

Información general del curso	1
Metodología	2
Evaluación.....	3
Bibliografía.....	4
Tips importantes.....	5
Temario	6
Notas de enseñanza	9
Evidencia	15

Información general del curso

Modalidades

- Clave banner: LTM1803
- Modalidad: ejecutivo

Competencia del curso

Analiza los factores que influyen en la calidad y precisión de las piezas fabricadas mediante manufactura aditiva y las posibles soluciones a los desafíos en la actualidad.





Metodología

Este curso va de la mano con la certificación en Manufactura Aditiva de Siemens. Consta de 15 temas teóricos como apoyo, además de los recursos en la plataforma educativa de Siemens.

A lo largo del curso, debes trabajar en lo siguiente:

- 3 actividades
- 1 evidencia (avance + entrega final)

Actividades

Las actividades están diseñadas para facilitar la adquisición de la competencia del curso. Las actividades deben enviarse a través de la plataforma en la fecha correspondiente. Se recomienda que programes con tiempo las entregas de tareas.

Evidencia

Serás capaz de diseñar y fabricar una prótesis personalizada utilizando tecnologías de manufactura aditiva. A lo largo del proyecto, deberás demostrar habilidades en el escaneo de la anatomía para obtener datos precisos, el modelado de la prótesis con aplicación de comprobaciones geométricas, y la optimización de su diseño para garantizar su resistencia y adaptación precisa. Además, serás capaz de crear subvolúmenes en áreas críticas, evaluar técnicas de diseño generativo, realizar análisis y simulaciones para asegurar el rendimiento estructural, y seleccionar adecuadamente el material y proceso de impresión 3D para la fabricación de la prótesis.

¡Que tengas una excelente experiencia de aprendizaje en este curso!



Evaluación

A continuación, encontrarás un detalle de evaluación con los entregables correspondientes del curso:

Unidades	Instrumento evaluador	Porcentaje
3	Actividades	45
1	Avance 1 evidencia	25
1	Entrega final de evidencia	30
<i>Total</i>		<i>100 puntos</i>

Dichos productos se entregarán de acuerdo con la siguiente agenda, definida una vez que se hayan validado fechas y valores con la información disponible en Banner:

Actividades	Puntaje
Actividad 1	15
Actividad 2	15
Avance 1 evidencia	25
Actividad 3	15
Evidencia final	30
Total	100

Bibliografía

- ➔ Godec, D., y González, J. (2022). *A Guide to Additive Manufacturing*. Estados Unidos: Springer. ISBN: 978-3-031-05863-9
- ➔ Gibson, I., y Rosen, D. (2020). *Additive Manufacturing Technologies* (3a. ed.). Estados Unidos: Springer. ISBN: 978-3030561260
- ➔ Singh, R., y Davim, J. (2018). *Additive Manufacturing: Applications and Innovations (Manufacturing Design and Technology)*. Estados Unidos: CRC Press. ISBN: 978-1138050600

Requisitos especiales

Requisitos especiales	Especificación	Temas en los que se usará
Software Siemens NX	Versión disponible en campus	1-15
Impresora 3D		





Tips importantes

Guarda una copia digital de todos los trabajos, actividades y evidencias que realices en tus cursos, pues estos archivos te serán **INDISPENSABLES** para poder realizar tu evidencia. Con ellos formarás un portafolio personal de proyectos que te será de gran utilidad para organizar estratégicamente el gran volumen de experiencias y aprendizajes realizados a lo largo de tu carrera; además, tu portafolio será un medio para enriquecer tu proyección profesional y demostrar todos tus conocimientos y habilidades, permitiéndote así también exhibir tus logros ante posibles empleadores.

Elabora tu portafolio digital a través de la plataforma, siguiendo los pasos definidos en este manual. Además, asegúrate de respaldar todos tus documentos localmente en un disco duro (computadora + USB flash drive), y de preferencia también almacenarlos en la nube (servicios como Dropbox y Google Drive).



Temario

<u>Tema 1.</u>	<u>Introducción a la manufactura aditiva</u>
1.1	Conceptos y definiciones
1.2	Tipos de manufactura aditiva
1.3	Manufactura aditiva y el desarrollo del ciclo de vida del producto
1.4	<i>Tradeoffs</i> e impacto de la manufactura aditiva en el diseño
<u>Tema 2.</u>	<u>Introducción a las técnicas de modelado para manufactura aditiva</u>
2.1	Introducción al diseño de componentes
2.2	Comprobaciones geométricas
2.3	Angulo de voladizo
2.4	Espesores mínimos
2.5	Radios mínimos
<u>Tema 3.</u>	<u>Técnicas de comprobación para la manufactura aditiva</u>
3.1	Definición del plano de construcción
3.2	Volúmenes confinados
3.3	Geometría de canales internos
3.4	Creación de subvolúmenes
3.5	Creación de textos
<u>Tema 4.</u>	<u>Validación de un modelo para manufactura aditiva</u>
4.1	Modelado síncrono
4.2	Volumen de impresión
4.3	Tiempo estimado de impresión
4.4	Riesgo de sobrecalentamiento
<u>Tema 5.</u>	<u>Diseño con mallas</u>
5.1	Introducción al diseño con mallas
5.2	Mejores prácticas para la creación de mallas
5.3	Subvolúmenes para la definición de mallas
5.4	Mallas de conformación unitaria

<u>Tema 6.</u>	
6.1	Mallas definidas por el usuario
6.2	Superficies y llenados tetrahedral
6.3	Filtrado y edición de mallas
6.4	Conexión entre cuerpos mallados
<u>Tema 7.</u>	<u>Diseño con geometrías escaneadas</u>
7.1	Introducción al escaneo de geometrías
7.2	Importación y limpieza de geometrías escaneadas
7.3	Ingeniería inversa usando geometrías escaneadas
7.4	Modelos poligonales en NX
<u>Tema 8.</u>	<u>Edición de modelos con facetas</u>
8.1	Modificación de modelos facetados
8.2	Reconstrucción y reparación de componentes escaneados
8.3	Corte y reemplazo de facetas
8.4	Preparación de grupos de facetas
8.5	Ajuste de superficies a facetas
<u>Tema 9.</u>	<u>Diseño generativo y optimización topológica</u>
9.1	Diseño generativo vs. Diseño tradicional
9.2	Optimización topológica
9.3	Definición de los parámetros de optimización
9.4	Revisión de resultados de optimización topológica
<u>Tema 10.</u>	<u>Definición de restricciones para la optimización topológica</u>
10.1	Restricciones y requerimientos de diseño
10.2	Aplicación de restricciones de diseño para la optimización topológica
10.3	Restricciones de voladizo

10.4	Restricciones de simetría
<u>Tema 11.</u>	<u>Optimización de diseños</u>
11.1	Conexión de múltiples espacios de diseño en la optimización topológica
11.2	Definición de los cuerpos incluidos, cargados, restringidos y despejados
11.3	Definición de cargas
11.4	Ejecución de la optimización
<u>Tema 12.</u>	<u>Introducción al modelado de polígonos</u>
12.1	Introducción al modelado de polígonos
12.2	Modelado de polígonos en NX
12.3	Operaciones sobre polígonos
<u>Tema 13.</u>	<u>Herramientas de la barra de modelado para polígonos</u>
13.1	Conversión de cuerpos facetados
13.2	Agujeros de conexión y mallas envolventes
13.3	Mallas a partir de nubes de puntos
13.4	Detección de primitivas
<u>Tema 14.</u>	<u>Entorno de edición de texturas y mallas</u>
14.1	Entorno de edición de texturas
14.2	Curvatura de cuerpos facetados
14.3	Jaulas de control
14.4	Jaulas de transformación
<u>Tema 15.</u>	<u>Ingeniería inversa</u>
15.1	Introducción a la ingeniería inversa en NX
15.2	Generación y encuadre de superficies

15.3	Herramientas Xform, suavizado de polos e indicador de desviación
15.4	Análisis de red
15.5	Análisis de reflexión



Notas de enseñanza

Antes de comenzar a enseñar el curso, te instamos a que realices una revisión preliminar de los datos y conceptos presentados en el material. Esto te permitirá identificar oportunidades para actualizar o enriquecer la información que se proporciona, especialmente mientras estás en proceso de impartir el curso.

En cuanto a la dinámica de los temas, es esencial que el facilitador se involucre activamente. Su papel no solo radica en asegurar que se alcancen las metas de competencia establecidas para el curso, sino también en orientar a los participantes de manera progresiva hacia la generación de soluciones novedosas para los desafíos contemporáneos.

Tema 1 Introducción a la manufactura aditiva

Notas para la enseñanza del tema:

- Es importante que los estudiantes tengan conocimientos básicos en matemáticas, física y diseño, ya que la manufactura aditiva involucra conceptos de geometría, materiales y procesos de fabricación.
- El tema debe cubrir los diferentes tipos de tecnologías de manufactura aditiva, sus características, ventajas y limitaciones, para que los estudiantes puedan comprender las aplicaciones y posibilidades de cada una.
- Los estudiantes deben aprender a diseñar piezas para la manufactura aditiva, teniendo en cuenta las limitaciones y posibilidades de cada tecnología, así como las propiedades de los materiales utilizados.
- Es importante que los estudiantes comprendan las aplicaciones actuales y potenciales de la manufactura aditiva en diferentes industrias, así como las tendencias y desarrollos futuros en esta tecnología.

Tema 2 Introducción a las técnicas de modelado para manufactura aditiva

Notas para la enseñanza del tema:

- Es importante que los estudiantes tengan conocimientos básicos de diseño asistido por computadora (CAD). Si no los tienen, se puede ofrecer un curso introductorio antes de este.
- Es necesario contar con el software NX instalado en las computadoras de los estudiantes o en el laboratorio.
- Es importante que los estudiantes tengan la oportunidad de practicar lo aprendido en el curso. Se pueden ofrecer ejercicios prácticos y proyectos para que los participantes apliquen los conocimientos adquiridos.
- Se debe enseñar a los estudiantes cómo analizar aspectos como el ángulo de voladizo, los espesores mínimos y los radios mínimos.

Tema 3 Técnicas de comprobación para la manufactura aditiva

Notas para la enseñanza del tema:

- Es importante comenzar con una introducción a las técnicas de comprobación, explicando en qué consisten, por qué son importantes y cuáles son las principales técnicas utilizadas en la manufactura aditiva.
- Se pueden enseñar diferentes herramientas y técnicas para evaluar la precisión dimensional, la calidad de las superficies, la presencia de defectos, entre otros aspectos.
- Es fundamental enseñar a los estudiantes cómo evaluar la resistencia y la integridad estructural de las piezas impresas en 3D. Se pueden abordar temas como la simulación de cargas, la evaluación de la fatiga, la detección de grietas y otros defectos.
- Se pueden presentar algunas de las aplicaciones más comunes de las técnicas de comprobación en diferentes industrias, como la aeroespacial, la automotriz, la médica, entre otras.

Tema 4 Validación de un modelo para manufactura aditiva

Notas para la enseñanza del tema:

- Se debe explicar la relevancia de la validación en el proceso de manufactura aditiva y cómo asegura la calidad y la eficiencia en la impresión 3D. Destaca cómo la validación garantiza que los objetos impresos cumplan con los estándares de calidad requeridos y cómo esta etapa previa es esencial para evitar defectos y errores costosos en la producción.
- Profundiza en el concepto del modelado síncrono como una técnica avanzada que permite a los diseñadores realizar cambios rápidos y flexibles en los modelos, independientemente de su historial o estructura.

- Explora el cálculo del tiempo estimado de impresión y su importancia en la planificación y programación de la producción. Resalta cómo esta herramienta permite a los fabricantes tomar decisiones.
- Detalla el riesgo de sobrecalentamiento en la manufactura aditiva y cómo la función *Overheating* en el software NX de Siemens ayuda a identificar y prevenir problemas relacionados con la temperatura durante la impresión 3D.

Tema 5 Diseño con mallas

Notas para la enseñanza del tema:

- Comienza presentando la técnica de diseño con mallas. Explora cómo esta técnica permite la creación de estructuras de celosía en diseños, resaltando su impacto en la manufactura aditiva.
- Explica los conceptos de célula unitaria y cómo esta estructura básica se repite para formar las mallas en el diseño.
- Profundiza en las dos principales aplicaciones de las mallas: las mallas de superficie y las mallas de volumen.
- Detalla cómo las mallas de conformación unitaria se adaptan a la forma y contornos de una pieza específica. Utiliza ejemplos como la suela de un zapato para demostrar cómo aplicar estas mallas de manera estratégica para mejorar la amortiguación y el soporte en áreas clave.

Tema 6 Edición de mallas

Notas para la enseñanza del tema:

- Se debe explicar qué es la edición de mallas y cómo se relaciona con la manipulación y modificación de modelos 3D en formato de malla.
- Explora cómo la herramienta Editor de Celda Unitaria proporciona control sobre la creación y modificación de celdas de malla.
- Explora la importancia de la conexión entre cuerpos mallados en el diseño en manufactura aditiva.

Tema 7 Diseño con geometrías escaneadas

Notas para la enseñanza del tema:

- Es importante explicar cómo el proceso de escaneo 3D permite capturar objetos físicos en forma de datos digitales precisos.
- Se debe explicar cómo se capturan los datos tridimensionales mediante luz o láser y cómo se generan archivos digitales, como el formato STL, que representan la geometría escaneada.
- Aborda la importancia de configurar las unidades métricas correctamente para asegurar la precisión y el tamaño adecuado del modelo.

- Aborda el modelado poligonal como una técnica para representar objetos tridimensionales utilizando polígonos.

Tema 8 Edición de modelos con facetas

Notas para la enseñanza del tema:

- Se debe explicar cómo la técnica de edición de modelos con facetas permite realizar modificaciones y ajustes precisos en modelos 3D sin tener que rediseñar completamente el objeto.
- Se deben detallar las diversas herramientas y técnicas disponibles para modificar y reparar modelos con facetas.
- Es importante explicar cómo se realiza el análisis de facetas en un modelo 3D y cómo se pueden categorizar las superficies en diferentes grupos según sus características geométricas.
- Es crucial destacar las aplicaciones prácticas de la edición de modelos con facetas en la industria y el diseño.

Tema 9 Diseño generativo y optimización topológica

Notas para la enseñanza del tema:

- Presentar una visión general de cómo el diseño generativo y la optimización topológica están revolucionando el proceso de diseño y creación de objetos en diferentes industrias.
- Explorar las diferencias en el nivel de control del diseñador y cómo en el diseño generativo se establecen parámetros y restricciones, mientras que en el diseño tradicional se especifican detalles y dimensiones.
- Introducir la optimización topológica como una técnica que combina diseño generativo y análisis de elementos finitos para lograr la distribución ideal del material en una estructura.
- Presentar casos de estudio y ejemplos prácticos de cómo el diseño generativo y la optimización topológica han sido utilizados en diversas industrias, como la aeroespacial, automotriz y médica.

Tema 10 Definición de restricciones para la optimización topológica

Notas para la enseñanza del tema:

- Explicar cómo las restricciones son limitaciones o condiciones impuestas al proceso de optimización para cumplir con los requisitos de diseño y las limitaciones de manufactura aditiva.
- Detallar varios tipos comunes de restricciones en la manufactura aditiva, como simetría planar, simetría rotacional, extrusión a lo largo del vector, *draft*, relleno de huecos, extensión del material, prevención de voladizos y diseño autoportante.

- Ilustrar cómo esta restricción ahorra tiempo y material al diseñar piezas simétricas y equilibradas, especialmente en aplicaciones donde la simetría es crítica para el rendimiento.

Tema 11 Optimización de diseños

Notas para la enseñanza del tema:

- Explicar cómo este proceso se aplica en diversas industrias para lograr productos más ligeros, fuertes y funcionales, desde aviones hasta puentes.
- Introducir el concepto de espacios de diseño y cómo se utilizan para gestionar y modificar partes del modelo de manera independiente.
- Detallar las categorías clave de cuerpos en el contexto de la optimización de diseño: incluidos, cargados, restringidos y despejados.
- Describir los tipos de cargas que se pueden definir, como fuerzas, cargas de apoyo, presiones y torsiones, y cómo se aplican en el proceso de optimización.

Tema 12 Introducción al modelado de polígonos

Notas para la enseñanza del tema:

- Explicar cómo los polígonos se utilizan para representar formas y estructuras a través de la unión de puntos en el espacio para formar caras, bordes y vértices.
- Resaltar que las facetas son representaciones aproximadas de las superficies basadas en triángulos planos, mientras que la geometría precisa utiliza fórmulas matemáticas para definir con precisión las formas y características geométricas.
- Explorar las operaciones clave en cada entorno, como la limpieza de facetas, la creación de jaulas de transformación y la modificación de la densidad de la malla.
- Fomentar la exploración creativa al resaltar las infinitas posibilidades que ofrece el modelado de polígonos para materializar ideas y conceptos en el mundo virtual.
- En esta actividad se deberá seguir la serie de pasos proporcionados por el curso de certificación correspondiente.

Tema 13 Herramientas de la barra de modelado para polígonos

Notas para la enseñanza del tema:

- Explicar cómo estas herramientas permiten transformar objetos sólidos en estructuras facetadas compuestas por polígonos interconectados para facilitar la manipulación y la creación de conexiones sólidas entre partes.
- Es importante mencionar los tipos de cuerpos facetados disponibles.

- Detallar la utilidad de la herramienta de detección de primitivas en la identificación y manipulación de formas geométricas básicas en el modelado de polígonos.
- Se deben de explicar las opciones de conversión disponibles, como la densidad uniforme y variable, así como mantener todos los puntos de la nube.

Tema 14 Entorno de edición de texturas y mallas

Notas para la enseñanza del tema:

- Ejemplificar el proceso de aplicación de texturas en una malla, mostrando cómo se pueden ajustar, rotar y mapear las texturas para adaptarlas a la superficie de un objeto.
- Presentar ejemplos prácticos, como analizar la curvatura de una superficie frontal de un automóvil, para mejorar la comprensión de la aplicación y utilidad de esta herramienta.
- Presentar las opciones de transformación y *falloff* disponibles, y cómo influyen en la deformación del objeto.

Tema 15 Ingeniería inversa

Notas para la enseñanza del tema:

- Destacar la importancia de la ingeniería inversa en la comprensión, modificación y mejora de productos sin acceso a los planos originales.
- Resaltar la versatilidad de las herramientas de la pestaña Reverse Engineering y cómo se integran con las de Polygon Modeling.
- Ilustrar el proceso de generación de superficies a partir de datos escaneados y cómo ajustarlas para que se adapten a formas específicas.
- Explicar cómo el suavizado de polos puede mejorar la estética y funcionalidad al eliminar irregularidades.



Evidencia

Descripción

En esta evidencia se llevará a cabo el diseño y fabricación de una prótesis personalizada utilizando técnicas de manufactura aditiva. El objetivo es generar un modelo de una parte del cuerpo (por ejemplo, una mano, un pie o una oreja) que pueda ser utilizada como prótesis, basándose en el escaneo de la anatomía del paciente. Se aplicarán diversos conceptos y técnicas aprendidas en la materia de Manufactura Aditiva para garantizar la funcionalidad, durabilidad y adaptación precisa de la prótesis.

Objetivo

Aplicar los conocimientos adquiridos en la materia de Manufactura Aditiva para diseñar una prótesis personalizada que se ajuste perfectamente a la anatomía del paciente y sea adecuada para su uso diario. La prótesis debe ser funcional, estéticamente agradable y fabricable mediante impresión 3D.

Requerimientos:

- Software NX instalado.
- Escáner 3D o acceso a nubes de puntos escaneadas.
- Acceso a una impresora 3D.

Avance de Evidencia 1

Instrucciones

La secuencia de pasos presentada a continuación se propone como una guía para el proceso de diseño, aunque es importante señalar que estos pueden ser adaptados según las circunstancias específicas. No obstante, es fundamental que el informe técnico contemple todos los pasos descritos en este documento. En caso de que se realicen modificaciones durante el proceso, estas deben ser debidamente justificadas y documentadas en el informe. Es relevante recordar que el diseño es un proceso iterativo, y es posible que se requiera retroceder o ajustar etapas anteriores a medida que se avanza en el desarrollo del proyecto.

1. Selección de la parte del cuerpo:

- Elige la parte del cuerpo que será objeto de la prótesis (por ejemplo, una mano, un pie, una oreja).

- Realiza una investigación sobre las características anatómicas y los requisitos funcionales necesarios para el diseño de la prótesis.
- Explica la razón de la elección y las necesidades específicas que se abordarán con la prótesis.

2. Escaneo y limpieza de geometrías escaneadas:

- Utiliza un escáner 3D para capturar la geometría de la parte del cuerpo seleccionada.
- Importa los datos del escaneo al software NX y realiza las operaciones necesarias para limpiar y preparar la geometría escaneada.

3. Restricciones y requerimientos de diseño:

- Establece el plano de construcción óptimo para la impresión de la prótesis.
- Aplica restricciones de diseño relevantes para garantizar la funcionalidad de la prótesis, como restricciones de voladizo y simetría.
- Agregar información relevante como identificación del paciente y detalles del diseño en el modelo de la prótesis.
- Conecta múltiples espacios de diseño en la optimización topológica para integrar componentes adicionales.

4. Creación de mallas:

- Generar una malla sobre la superficie del diseño de la prótesis y definir subvolúmenes para la optimización topológica posterior.

5. Modelado de polígonos:

- Aplica las herramientas de modelado de polígonos en NX para convertir la geometría escaneada en un modelo poligonal.
- Utiliza las operaciones sobre polígonos para eliminar imperfecciones, cortar y reemplazar facetas si es necesario.

6. Diseño generativo (opcional):

- Explorar el uso de diseño generativo frente al diseño tradicional para optimizar la forma y estructura de la prótesis.

7. Impresión de modelo inicial:

- Prepara el modelo para la impresión 3D, definiendo el volumen de impresión, tiempos estimados de impresión y considerando posibles riesgos de sobrecalentamiento.

Avance 1

1. Informe detallado que incluya lo siguiente:
 - Descripción de la parte del cuerpo seleccionada y sus características anatómicas relevantes.
 - Resultados del escaneo 3D y descripción de las operaciones realizadas para limpiar y preparar las geometrías escaneadas en NX.
 - Modelo poligonal de la prótesis obtenido mediante ingeniería inversa y operaciones sobre polígonos.
2. Modelo de prótesis impresa.

Criterios de evaluación

Criterio	Puntaje
1. Seleccionó una parte del cuerpo adecuada y relevante para la prótesis. Realizó una investigación sobre las características anatómicas y requisitos funcionales de la prótesis. Explicó de manera clara la razón de la elección y las necesidades específicas que abordará la prótesis.	10
2. Utilizó un escáner 3D para capturar la geometría de la parte del cuerpo seleccionada. Importó los datos del escaneo a NX y realizó operaciones para limpiar y preparar la geometría escaneada.	20
3. Estableció el plano de construcción óptimo para la impresión de la prótesis. Aplicó restricciones de diseño relevantes para garantizar la funcionalidad de la prótesis. Agregó información relevante al modelo de la prótesis, como identificación del paciente y detalles del diseño. Conectó múltiples espacios de diseño en la optimización topológica para integrar componentes adicionales.	20
4. Generó una malla sobre la superficie del diseño de la prótesis y definió subvolúmenes para la optimización topológica.	20
5. Aplicó las herramientas de modelado de polígonos en NX para convertir la geometría escaneada en un modelo poligonal. Utilizó operaciones sobre polígonos para eliminar imperfecciones, cortar y reemplazar facetas si es necesario.	20
6. Preparó el modelo para la impresión 3D, definiendo el volumen de impresión y estimando el tiempo y riesgo de sobrecalentamiento.	10

Evidencia final

Entrega final

En esta segunda parte del proyecto se llevará a cabo el escaneo de la prótesis impresa en el avance 1, y se realizarán modificaciones y optimizaciones utilizando herramientas avanzadas del software NX. El objetivo es mejorar la prótesis impresa mediante ingeniería inversa y técnicas de optimización topológica.

Instrucciones

1. Ingeniería inversa:

- Utiliza un escáner 3D para capturar la geometría de la prótesis diseñada en el primer avance.
- Importa los datos del escaneo al software NX y realiza las operaciones necesarias para limpiar y preparar la geometría escaneada.

2. Optimización topológica avanzada:

- Prepara las mallas de la prótesis escaneada para la optimización topológica. Utiliza las técnicas de preparación de grupos de facetas, ajuste de superficies a facetas y mallas definidas por el usuario.
- Revisa los resultados de la optimización topológica inicial y ajusta los parámetros para mejorar el diseño de la prótesis.
- Aplica restricciones adicionales de diseño si es necesario y ejecuta la optimización nuevamente.

3. Análisis de red y generación de mallas:

- Definición de cargas: aplicar cargas y fuerzas relevantes en el modelo de la prótesis para simular su comportamiento bajo carga.
- Utilizar herramientas Xform para realizar ajustes finos en la geometría de la prótesis y suavizar los polos y bordes irregulares.
- Realiza la generación de mallas para convertir el diseño poligonal en un modelo apto para la manufactura aditiva.
- Evaluar la reflexión de la prótesis y realizar ajustes si es necesario para garantizar un ajuste adecuado al cuerpo.

4. Preparación para la fabricación:

- Realiza una revisión final del diseño optimizado y asegúrate de que todos los detalles estén correctos.
- Prepara el modelo para la impresión 3D, definiendo el volumen de impresión, tiempos estimados de impresión y considerando posibles riesgos de sobrecalentamiento.

Entregable

1. Informe completo que incluya lo siguiente:
 - Resultados de la optimización topológica avanzada y comparación con el diseño inicial.
 - Análisis de red realizado y conclusiones sobre la resistencia y eficiencia del diseño optimizado.
2. Modelo final de la prótesis en archivos digitales y su versión impresa.

Rúbrica binaria

Competencia: Analiza los factores que influyen en la calidad y precisión de las piezas fabricadas mediante manufactura aditiva y las posibles soluciones a los desafíos en la actualidad.

Instrucciones: Cada unidad de competencia tiene un valor. Si el participante cumple con un criterio, deberá colocar la palabra "sí" en la columna "¿Cumple?" y escribir el mismo valor en la columna "Puntaje". Por el contrario, si el participante no cumple con el criterio, deberá escribir la palabra "no" en la columna "¿Cumple?" y un puntaje de 0 en la columna de la derecha.

Unidades de competencia y criterios correspondientes		Valor	¿Cumple?	Puntaje
Elementos para el diseño				
1. Escaneo de la anatomía				
a.	Obtención de datos precisos mediante escaneo 3D de la parte del cuerpo.	5		
b.	Importación y limpieza de los datos escaneados en el software NX.	5		
c.	Calidad y precisión del modelo escaneado.	5		
2. Modelado de la prótesis				
d.	Utilización de modelado síncrono en NX para crear la geometría de la prótesis.	5		
e.	Aplicación de comprobaciones geométricas para ajuste y tolerancias.	5		
3. Diseño y optimización				
f.	Definición del plano de construcción y criterios de diseño estructural.	5		
g.	Establecimiento de ángulos de voladizo, espesores mínimos y radios mínimos.	5		
h.	Consideración de volúmenes confinados y canales internos.	5		
i.	Análisis de los resultados de la optimización inicial y ajuste de parámetros para mejorar el diseño de la prótesis.	5		
4. Creación de subvolúmenes				
j.	Identificación de áreas críticas para la definición de mallas.	4		
k.	Creación de subvolúmenes en áreas seleccionadas.	4		
5. Modelado de la prótesis				
l.	Definición adecuada de cargas y restricciones para simulaciones.	4		
m.	Ejecución de simulaciones y análisis de resultados.	4		
n.	Uso de herramientas como Xform para realizar ajustes finos en la geometría de la prótesis.	4		
6. Preparación para la fabricación				
ñ.	Preparación del modelo para impresión 3D, definiendo el volumen de impresión y tiempos estimados de impresión.	5		
o.	Selección de material adecuado para la prótesis.	4		
p.	Calidad y adaptación de la prótesis impresa en 3D.	4		
7. Entregables y documentación				
q.	Informe técnico detallado.	4		
r.	Archivos del modelo en formato compatible con NX.	4		
s.	Evaluación de adaptación y funcionalidad de la prótesis.	4		
8. Examen de certificación				
t.	Presentar examen de certificación en la plataforma de Siemens.	10		

* * Los criterios señalados con asterisco son indispensables para el desarrollo de la competencia.

Derechos de Autor Reservados. ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN SUPERIOR A.C. (UNIVERSIDAD TECMILENIO®).

