|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **NOMBRE DE LA ENTIDAD:** |  | Campus Guanajuato, División de Ciencias Naturales y Exactas |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **NOMBRE DEL PROGRAMA EDUCATIVO:** |  | Licenciatura en Matemáticas |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:** |  | Métodos Numéricos en Paralelo |  | **CLAVE:** |  | NELI06092 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **FECHA DE APROBACIÓN:** |  |  |  | **FECHA DE ACTUALIZACIÓN:** |  |  |  | **ELABORÓ:** |  | **Miguel Vargas y Salvador Botello** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **HORAS DE TRABAJO**  **DEL ESTUDIANTE CON EL PROFR.:** |  | 72 |  | **HORAS DE TRABAJO AUTÓNOMO DEL ESTUDIANTE:** |  | 78 |  | **CRÉDITOS:** |  | 6 |
| **HORAS SEMANA/SEMESTRE** |  | **4** |  | **HORAS TOTALES DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE:** |  | 150 |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **PRERREQUISITOS NORMATIVOS:** |  | Ninguno |  | **PRERREQUISITOS RECOMENDABLES:** |  | Ninguno |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **CARACTERIZACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE** | | | | | | | | | | | |
| **POR EL TIPO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE:** | **DISCIPLINARIA** | X | **FORMATIVA** |  | **METODOLÓGICA** |  |  |
| **POR SU UBICACIÓN EN LAS ÁREAS DE ORGANIZACIÓN CURRICULAR:** | ÁREA GENERAL |  | **ÁREA BÁSICA COMÚN** |  | **ÁREA DISCIPLINAR** | **X** | **ÁREA DE PROFUNDIZACIÓN** |  | **ÁREA COMPLEMENTARIA** |  |
| ÁREA NUCLEAR |  | **ÁREA DE INVESTIGACIÓN** |  | **ÁREA PROFESIONAL** |  |  |  |  |  |
| **POR LA MODALIDAD DE ABORDAR EL**  **CONOCIMIENTO:** | **CURSO** | X | **TALLER** |  | **LABORATORIO** |  | **SEMINARIO** |  | | |
| **POR EL CARÁCTER DE LA UDA:** | **OBLIGATORIA** |  | **RECURSA-BLE** |  | **OPTATIVA** | X | **SELECTIVA** |  | **ACREDITABLE** |  |

|  |
| --- |
| **PERFIL DEL DOCENTE:** |
| Para la impartición de esta unidad de aprendizaje se sugiere la participación de un doctor en Matemáticas, Ciencias de la Computación o áreas afines. | |
| **CONTRIBUCIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE AL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO:** |
| La Unidad de Aprendizaje incide de manera directa en la formación de las competencias genéricas institucionales siguientes:  CG1. Planifica su proyecto educativo y de vida de manera autónoma bajo los principios de libertad, respeto, responsabilidad social y justicia para contribuir como agente de cambio al desarrollo de su entorno.  CG2. Se comunica de manera oral y escrita en español y en una lengua extranjera para ampliar sus redes académicas, sociales y profesionales que le permitan adquirir una perspectiva internacional.  CG3. Maneja ética y responsablemente las tecnologías de la información para agilizar sus procesos académicos y profesionales de intercomunicación.  Contribuye a las competencias específicas siguientes:  CE2. Analiza, construye y desarrolla argumentaciones lógicas con una identificación clara de hipótesis y conclusiones para la resolución de problemas.  CE3. Domina los conceptos elementales de la matemática clásica y su evolución histórica como parte fundamental de su desarrollo profesional.  CE4. Conoce y aplica los conceptos elementales de la matemática moderna en diversas áreas del conocimiento  CE6. Desarrolla disciplina de trabajo y capacidad de colaboración dentro de las matemáticas, así como con profesionales de otras áreas.  CE7. Selecciona y conoce la herramienta matemática y/o computacional para resolver problemas en diferentes áreas del conocimiento.  CE8. Explora temas avanzados de la matemática bajo la orientación de especialistas abriendo la opción de continuar con estudios de posgrado. | |
| **CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS:** |
| La importancia de esta Unidad de Aprendizaje reside en que permite al estudiante profundizar en temas avanzados de Métodos Numéricos en Paralelo para aplicarlos en la resolución de problemas de distintas áreas de las matemáticas.  Esta Unidad de Aprendizaje forma parte del área disciplinar porque aporta elementos importantes para el ejercicio de la profesión.  Al ser Unidades de Aprendizaje optativas, con ayuda del tutor, el alumno puede elegir el momento apropiado para cursarlas. Se relaciona con las materias del grupo de Computación | |
| **COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:** |
| Explora temas avanzados de Computación bajo la orientación de especialistas, para profundizar sus conocimientos en el área. | |

|  |
| --- |
| **CONTENIDOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:** |
| 1. Optimización de código.    1. Arquitectura de procesadores modermos.    2. Programación eficiente aprovechando el cache.    3. Organización de la memoria en C/C++.    4. Directivas de compilación para optimización.    5. Branch prediction. 2. Matrices dispersas/ralas.    1. Tipos de matrices ralas.    2. Costos de almacenamiento y operación.    3. Sistemas de ecuaciones con matrices ralas.    4. Estructura de matrices ralas al modelar ecuaciones diferenciales parciales.    5. Compressed Row/Column Storage.    6. Almacenamiento de de matrices ralas en formato MatLab.    7. Multiplicación matriz-vector con matrices ralas. 3. Gradiente conjugado.    1. Algoritmo de gradiente conjugado.    2. Reordenamiento para optimizar gradiente conjugado.    3. Número de condición.    4. Precondicionamiento.    5. Precondicionador Jacobi. 4. Paralelización con OpenMP.    1. Operaciones matemáticas en paralelo.    2. Procesadores multi-core con memoria compartida.    3. Uso eficiente del cache.    4. Programación con threads.    5. El esquema OpenMP.    6. "Hola mundo" con OpenMP.    7. Reducciones.    8. Paralelización de secciones de código.    9. Variables private y shared.    10. Modificación del scheduling.    11. Paralelización de la multiplicación matriz-vector.    12. Gradiente conjugado con OpenMP. 5. Factorizaciones Cholesky y LU.    1. Factorización Cholesky simbólica.    2. Paralelización con OpenMP de las factorizaciones Cholesky y LU.    3. Paralelización de solver para matrices triangulares.    4. Reordenamiento de renglones y columnas.    5. Matrices de permutación.    6. Matrices ralas como grafos no dirigidos.    7. Algoritmo de grado mínimo.    8. Algoritmo de bisección anidada (librería METIS). 6. Gradiente biconjugado.    1. Algoritmo de gradiente biconjugado.    2. Paralelización con OpenMP.    3. Precondicionador Jacobi. 7. Precondicionadores con factorización incompleta.    1. Factorización Cholesky incompleta.    2. Gradiente conjugado con precondicionador Cholesky incompleto.    3. Factorización LU incompleta.    4. Gradiente biconjugado con precondicionador LU incompleto. 8. Precondicionadores con inversa aproximada.    1. Inversa aproximada rala.    2. Inversa aproximada rala factorizada.    3. Gradiente conjugado con precondicionador inversa aproximada.    4. Gradiente biconjugado con precondicionador inversa aproximada. 9. Paralelización con MPI (Message Passing Interface).    1. Clusters Beowulf.    2. Paralelización con memoria distribuida.    3. Descripción de la librería MPI.    4. "Hola mundo" con MPI.    5. Comunicación con bloqueo.    6. Comunicación sin bloqueo.    7. Como correr el programa en un cluster.    8. Depuración de programas con MPI.    9. Gradiente conjugado con MPI. 10. Descomposición de dominios.     1. Descomposición de dominios.     2. Particionamiento de grafos/mallas.     3. Librería METIS para particionar.     4. Implementación con MPI del método de Schur.     5. Solución de ecuaciones diferenciales con descomposición de dominios.     6. Método alternante de Schwarz.     7. Implementación con MPI del método alternante de Schwarz. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE:** | **RECURSOS MATERIALES Y DIDÁCTICOS:** |  |
| 1. Aprendizaje basado en exposición. 2. Aprendizaje basado en problemas. 3. Discusión grupal. 4. Investigación documental y en línea. 5. Otras sugeridas por el Profesor | | 1. Pizarrón y gis. 2. Proyector y equipo de audio. 3. Computadora con acceso a internet. 4. Otros sugeridos por el Profesor |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **PRODUCTOS O EVIDENCIAS DEL APRENDIZAJE:** | **SISTEMA DE EVALUACIÓN: (Sugerido)** |  |
| 1. Tareas. 2. Exámenes. 3. Proyectos. | | 1. Exámenes 2. Tareas 3. Proyectos   TOTAL 100% |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FUENTES DE INFORMACIÓN** | | | |
| **BIBLIOGRÁFICAS\*:** | **OTRAS:** |
| 1. Introducción a la Investigació́n de Operaciones. Novena Edició́n. Frederick S. Hillier y Gerald J. Lieberman. Mc Graw Hill, 2010. 2. Investigació́n de Operaciones: Aplicaciones y Algoritmos. Cuarta Edición. Wayne L Winston. CENGAGE Learning, 2005. 3. Numerical Optimization. Second Edition. Jorge Nocedal y Stephen J. Wright. Springer, 2006. | |  |

\*Citar con formato APA