|  |  |
| --- | --- |
| **Versión CPA** | **Fecha de actualización del CPA** |
| 4 | 23/01/2025 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Escuela** | | **Nombre del Programa o Departamento** | | | | **Modalidad del programa** | | | **Versión del plan de estudios** |
| Escuela de Ciencias Exactas e Ingeniería | | Ciencias de la computación e inteligencia artificial | | | | Presencial | | | Versión 1 |
| **Optativa 4. Introduccion a HPC** | | **Modalidad de la asignatura (seleccione)**  Presencial | | | | **Semestre (pregrados)** | IV | **Cohorte (postgrados)** |  |
| **Área o componente de formación** | Complementario | **Tipo de asignatura** | | Obligatoria | | **Código** | **PCIA5024** | **Créditos** | **3** |
| **Horas presenciales** | **4** | **Horas sincrónica** | 0 | | **Horas asincrónicas** | 0 | **Horas de trabajo autónomo** | | **5** |

| **JUSTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA** |
| --- |
| **Justificación**  Este curso establece los cimientos para comprender y utilizar herramientas y metodologías básicas para resolver problemas que requieren capacidades computacionales avanzadas. Con el crecimiento explosivo del volumen de datos en áreas como análisis financiero, biomedicina e inteligencia artificial, es indispensable que los estudiantes desarrollen habilidades para aprovechar tecnologías de cómputo paralelo y distribuido.  La Introducción a la Computación de Alto Desempeño pretende que los estudiantes comprendan no solo los aspectos teóricos del paralelismo y las arquitecturas computacionales modernas, sino que también estén equipados para optimizar soluciones informáticas que impacten positivamente sectores clave de la economía y la ciencia. Este curso, por tanto, responde a la necesidad de preparar profesionales con competencias para maximizar el rendimiento computacional y garantizar la eficacia en el uso de recursos tecnológicos.  Este curso provee a los estudiantes no solo con habilidades técnicas, sino que también fomentan el pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos, alineándose con las demandas del mundo académico, científico e industrial actual.  **Descripción**  Esta asignatura ofrece a los estudiantes una comprensión inicial de los fundamentos de la Computación de Alto Desempeño. Se centra en conceptos básicos como el paralelismo, los modelos de programación paralela, y las arquitecturas subyacentes de sistemas de alto desempeño, incluyendo multiprocesadores y clústeres. Los estudiantes aprenden a diseñar y desarrollar programas básicos en ambientes paralelos utilizando herramientas como OpenMP y MPI, mientras se introducen a metodologías para evaluar el rendimiento de sus aplicaciones.    En un mundo que depende cada vez más del procesamiento de grandes volúmenes de datos en áreas como inteligencia artificial, simulación y análisis de grandes volúmenes de datos, la Computación de Alto Desempeño se torna una herramienta indispensable para resolver problemas que demandan recursos computacionales significativos. Este curso introduce a los estudiantes a las habilidades necesarias para trabajar en sectores que utilizan aplicaciones intensivas en datos, como finanzas, salud, modelado climático y simulación computacional. Sirve como base para asignaturas más avanzadas de la línea de Computación de Alto Desempeño. Asimismo, conecta con áreas de Introducción a la Programación y Arquitectura de Computadoras, proporcionando un fundamento práctico para trabajar con sistemas de hardware avanzado y algoritmos paralelos.  Este curso se desarrolla a través de clases teóricas, con la presentación de conceptos fundamentales, incluyendo paralelismo, arquitecturas de hardware y modelos de programación, acompañado de talleres prácticos para la implementación de programas simples en entornos paralelos utilizando herramientas como OpenMP y MPI; en particular alrededor de casos de estudio, buscando la resolución de problemas básicos con ejemplos reales para introducir a los estudiantes al impacto práctico del Computación de alto desempeño. |

|  |
| --- |
| **UNIDADES DE COMPETENCIA** |
| **1.3 Resolución y Optimización de Problemas de Ingeniería en Contextos Específicos**: Comprender los conceptos básicos de la computación de alto desempeño y su aplicación en distintos dominios. Conocer las arquitecturas paralelas y distribuidas más comunes. Utilizar herramientas y lenguajes de programación básicos en computación paralela.  **5.2 Planificar y Ejecutar Actividades para Alcanzar Objetivos de Equipo**: Iniciar el trabajo en equipo en proyectos pequeños de paralelización. Colaborar en la implementación de soluciones sencillas.  **6.1 Diseñar y Ejecutar proyectos de Experimentación en la Ingeniería**: Planear la ejecución de ejercicios y proyectos en paralelo. Evaluar el rendimiento de programas en paralelo. Usar herramientas básicas de análisis de rendimiento. |

| **RESULTADOS DE APRENDIZAJE** |
| --- |
| **1.3 Resolución y Optimización de Problemas de Ingeniería en Contextos Específicos**   * Explicar los conceptos básicos de la computación paralela y distribuida. * Implementar programas sencillos utilizando paradigmas de programación paralela. * Analizar el rendimiento básico de aplicaciones en arquitecturas paralelas.   **5.2 Planificar y Ejecutar Actividades para Alcanzar Objetivos de Equipo**   * Trabajar en equipo en la implementación de pequeños proyectos paralelos.   **6.1 Diseñar y Ejecutar proyectos de Experimentación en la Ingeniería**   * Realizar experimentos básicos de rendimiento en aplicaciones paralelas y analizar los resultados para mejorar la eficiencia. |

|  |
| --- |
| **CONTENIDOS Y/O ACTIVIDADES** |
| **Introducción a la Computación de Alto Desempeño**   * **Semana 1**   Tema: Presentación del curso  Tema: Definición, importancia y aplicaciones de la Computación de Alto Desempeño en la ciencia y la ingeniería.  **Principios de paralelismo computacional**   * **Semanas 2 y 3**   Tema: Conceptos de concurrencia, paralelismo y clasificación de Flynn (SISD, SIMD).  **Introducción a arquitecturas paralelas**   * **Semanas 4 y 5**   Tema: Procesadores multinúcleo, clústeres y arquitecturas heterogéneas.   * **Semana 6**   Actividad: Presentación de propuesta de proyecto  **Modelos de programación paralela**   * **Semanas 6, 7 y 8**   Tema: Programación con hilos, tareas y espacios de memoria compartida (OpenMP).  **Mensajería entre procesos**   * **Semana 9, 10 y 11**   Tema: Introducción a MPI para la comunicación en arquitecturas distribuidas.   * **Semana 11**   Actividad: Presentación de avances de implementación de proyecto  **Evaluación de rendimiento**   * **Semana 11, 12 y 13**   Tema: Métricas como speedup, eficiencia, escalabilidad y balance de carga.  **Aplicaciones prácticas en Computo de Alto Desempeño**   * **Semana 14 y 15**   Tema: Desarrollo de programas simples para problemas de cálculo científico o simulación.  **Proyecto final**   * **Semana 16**   Tema: Presentación de la implementación y optimización del proyecto. |

| **SISTEMA DE EVALUACIÓN (pregrados)** |
| --- |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Resultado de aprendizaje | Criterio de evaluación | Evidencia de aprendizaje | Evaluador (Modalidades de evaluación) | Instrumentos | | Explicar los conceptos básicos de la computación paralela y distribuida. | Dominio de los conceptos teóricos de computación paralela. | Implementación de ejercicios en lenguajes paralelos. | Docente | Exámenes teóricos sobre los conceptos fundamentales | | Implementar programas sencillos utilizando paradigmas de programación paralela. | Correcta implementación de programas básicos en lenguajes como MPI o OpenMP. | Implementación de pequeños proyectos en lenguajes paralelos. | Docente | Rúbricas de evaluación de los proyectos sencillos. | | Analizar el rendimiento básico de aplicaciones en arquitecturas paralelas. | Análisis básico del rendimiento en diferentes arquitecturas. | Informes de análisis de rendimiento y propuestas de mejora. | Docente | Rúbrica de informes técnicos de análisis de rendimiento. | | Trabajar en equipo en la implementación de pequeños proyectos paralelos. | Participación activa en el equipo y cumplimiento de tareas asignadas. | Informe de equipo que documente la contribución de cada miembro. | Docente | Rubrica que mida la colaboración y contribución individual. | | Par Evaluador | Rubrica co-evaluación y autoevaluación. | | Realizar experimentos básicos de rendimiento en aplicaciones paralelas y analizar los resultados para mejorar la eficiencia. | Capacidad para realizar pruebas y analizar el rendimiento de soluciones sencillas. | Reporte de pruebas y análisis de rendimiento. | Docente | Rubrica que evalúe la calidad del análisis de las pruebas realizadas. |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Corte** | **Estrategia sumativa**  **(evidencia de aprendizaje)** | **Unidades de competencia (UC)** | | | **% Corte** | | 1.3 | 5.2 | 6.1 | | **1** | Implementación de ejercicios en lenguajes paralelos. | 10% |  |  | **30%** | | Informe de equipo que documente la contribución de cada miembro. |  | 10% |  | | Reporte de pruebas y análisis de rendimiento. |  |  | 10% | | **2** | Implementación de ejercicios en lenguajes paralelos. | 5% |  |  | **30%** | | Implementación de ejercicios en lenguajes paralelos. | 5% |  |  | | Informe de equipo que documente la contribución de cada miembro. |  | 10% |  | | Reporte de pruebas y análisis de rendimiento. |  |  | 10% | | **3** | Implementación de ejercicios en lenguajes paralelos. | 10% |  |  | **40%** | | Informe de equipo que documente la contribución de cada miembro. |  | 14% |  | | Reporte de pruebas y análisis de rendimiento. |  |  | 8% | | Informes de análisis de rendimiento y propuestas de mejora. | 8% |  |  | | **Total** | | **38%** | **34%** | **28%** | **100%** | |

| **PERFIL DEL DOCENTE** | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| Profesional en | Ingeniería de sistemas, Ciencias de la Computación, Matemáticas aplicadas o un campo afín. | | Experiencia es programación en GPUs y lenguajes como CUDA, OpenCL y MPI. Dominio en lenguajes como C, C++, Python y su aplicación en entornos paralelos. Familiaridad con frameworks como TensorFlow o PyTorch para cómputo acelerado. Familiaridad con aplicaciones científicas paralelas y técnicas para evaluar y medir su rendimiento (profiling y debugging) |
| Postgrado en | Maestría con formación específica en tecnologías y herramientas de cómputo de alto desempeño. | |
| Años experiencia profesional (preferiblemente) | | 2 |
| Años experiencia docente (preferiblemente) | | 1 |

|  |
| --- |
| **BIBLIOGRAFÍA** |
| **Textos guía**  Levesque, J. (2018) High Performance Computing: Programming and Applications. CRC press, Taylor and Francis group. 1st Edition. ISBN: 9781138372689  Hager, G. & Wellein, G. (2010) Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers. CRC press. ISBN: 9781439811924.  Pacheco, P. (1996) Parallel Programming with MPI. Morgan Kaufmann. 1st Edition. ISBN 9781558603394  Robey, R. & Zamora, Y. (2021) Parallel and High Performance Computing. Manning. 1st Edition. ISBN 9781617296468  **Otros textos**  Gropp, W., Lusk, E. & Skjellum, A. (2014) Using MPI, third edition: Portable Parallel Programming with the Message-Passing Interface. The MIT Press. 3rd Edición.  Rantaharju, J., Kim, S. & Bennett, E. (2018) Introduction to Parallel Programming with MPI Disponible en <https://rantahar.github.io/introduction-to-mpi/> |