

## 1. PRESENTACIÓN DEL ESPACIO CURRICULAR

<b>Espacio curricular:</b> Programación Paralela y Distribuida				
<b>Código SIU-guaraní:</b> 00925			<b>Ciclo lectivo:</b> 2024	
<b>Carrera:</b>	Lic. en Ciencias de la Computación	<b>Plan de Estudio:</b>	001/17	
<b>Dirección a la que pertenece</b>	Licenciatura en Computación	<b>Bloque/ Trayecto</b>	Algoritmos y lenguajes	
<b>Ubicación curricular:</b>	7mo Semestre	<b>Créditos:</b> 9	<b>Formato Curricular</b>	Teoría/práctica
<b>Equipo docente</b>				
<b>Cargo:</b> Prof. Adjunta	<b>Nombre:</b> Paola G. Caymes Scutari		<b>Correo:</b> paola.caymes.scutari@ingenieria.uncuyo.edu.ar	

### Fundamentación

En la actualidad, la mayoría de las computadoras están conformadas por varios procesadores, y a la vez suelen estar conectadas entre sí, o son potencialmente acoplables. Por lo tanto, se requiere de una forma de diseño y funcionamiento que permita aprovechar este poder de cómputo conjunto y a la vez hacer un uso eficiente de estos recursos. En el caso de múltiples computadoras interconectadas (concepto conocido como cluster), esta tarea cooperativa entre todos los recursos de cómputo, trabajando en pos de la solución de un único y gran problema, viene de la mano del paradigma de programación paralelo/distribuido, el cual provee las técnicas y estrategias para dividir el problema en partes más pequeñas, procesarlas, sincronizarlas y obtener el resultado final. Esta forma de operación viene aplicándose y desarrollándose en todo el mundo, tanto en el ámbito académico, de investigación, como en el área privada, particularmente para la resolución de problemas de gran envergadura, sea por el volumen de datos a procesar y/o por la complejidad de las operaciones.

La asignatura Programación Paralela y Distribuida, al abordar un paradigma computacional desde el diseño hasta la implementación y evaluación, constituye un espacio para el desarrollo de las competencias tecnológicas y sociales de egreso y particularmente a la AARR 1 para especificar, proyectar y desarrollar sistemas de información, de comunicación de datos y software, capaces de ejecutarse en entornos paralelos, de forma que permita al futuro licenciado en ciencias de la computación valerse de las posibilidades de la ciencia computacional, y aportar desarrollos innovadores en la región y el país, con una formación y visión de esta tecnología global.

Esta asignatura se sitúa en el séptimo semestre de cursado, y su propuesta curricular integra y relaciona saberes de los distintos bloques en los que se organiza la malla curricular de la carrera, y más específicamente aquellos abordados en asignaturas como Sistemas Operativos, Arquitectura de Computadoras I y II, Paradigmas de Programación, y Algoritmos y Estructuras de Datos, entre otras, para el desarrollo de proyectos de tecnología aplicada, lo cual permitirá complementar las capacidades y herramientas del futuro licenciado.

<b>Aportes al perfil de egreso (De la Matriz de Tributación)</b>		
<b>CE - Competencias de Egreso Específicas</b>	<b>CE-GT Competencias Genéricas Tecnológicas</b>	<b>CE-GSPA Competencias Sociales – Político – Actitudinales</b>
<p>CE 1.2: Especificar, proyectar y desarrollar sistemas de comunicación de datos.</p> <p>CE 1.3: Especificar, proyectar y desarrollar software.</p> <p>CE 1.4: Planificar, dirigir, realizar y/o evaluar sistemas computacionales que den solución a problemas del mundo real, especificación formal de los mismos, diseño, implementación, prueba, verificación, validación, mantenimiento y control de calidad de software.</p> <p>CE 1.6: Analizar y diseñar funcionalidades y estructuras de los sistemas distribuidos e implementar aplicaciones basadas en sus servicios.</p> <p>CE 4.1: Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de sistemas de información, sistemas de comunicación de datos, software, seguridad informática y calidad de software.</p>	<p>CE-GT 4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la informática.</p> <p>CE-TG 5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.</p>	<p>CE-GSPA 6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.</p> <p>CE-GSPA 7: Comunicarse con efectividad.</p> <p>CE-GSPA 9: Aprender en forma continua y autónoma.</p>

<b>Expectativas de logro (del Plan de Estudios)</b>
<p>Al acreditar el espacio curricular, las y los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocer y distinguir la concurrencia y el paradigma paralelo/distribuido, sus elementos, estrategias, modelos, características, e interrelación.</li> <li>- Comprender y diferenciar las taxonomías de arquitecturas paralelas, y valorar sus posibilidades e impacto en la computación de alto rendimiento.</li> <li>- Interpretar y aplicar herramientas para la programación paralelo/distribuida considerando las buenas prácticas de este paradigma para resolver problemas específicos.</li> <li>- Aplicar diferentes índices para analizar y diagnosticar/evaluar el rendimiento de los programas paralelos.</li> </ul>

<b>Contenidos mínimos (del Plan de Estudios)</b>
<p>Fundamentos de la programación paralela. Estrategias de descomposición. Tareas. Granularidad. Balanceo de carga. Concurrencia. Condiciones de Bernstein. Modelos de algoritmos concurrentes, paralelos y distribuidos. Memoria compartida. Paso de mensajes. Evaluación de rendimiento: speedup, eficiencia, escalabilidad, Ley de Amdahl. Herramientas para la programación paralela.</p>

**Correlativas (Saberes previos/ posteriores del Plan de Correlatividades)**

**Correlativas Previas**

**Débiles (regulares):** "Arquitecturas Distribuidas" (LCC23).

**Fuertes (aprobadas):** "Algoritmos y Estructuras de Datos II" (LCC12).

**Correlativa Posterior**

**Débil (regular):** "Tesina Final de Carrera" (LCC31)

**2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

**RA1:** Distingue y reconoce la concurrencia y el paradigma paralelo/distribuido y su vinculación con problemas computacionales complejos como base para identificarlo y emplearlo en la modelización de soluciones paralelo/distribuidas.

**RA2:** Aplica herramientas para la programación paralelo/distribuida considerando las buenas prácticas de este paradigma y la organización del trabajo en equipo para resolver problemas con características paralelizables.

**RA3:** Determina la calidad de programas paralelo/distribuidos aplicando, contrastando y consensuando en equipo diversos entornos y métricas con el fin de valorar la calidad y relación costo-beneficio de un sistema propuesto.

**3. CONTENIDOS/SABERES (Organizados por unidades, ejes u otros)**

**UNIDAD 1: Introducción.**

Fundamentos. Concepto y Definición de Paralelismo. Objetivos de la Programación Paralela. Características. Ley de Moore. Potencial. Aplicabilidad.

**UNIDAD 2: Aspectos de la Programación Paralela y Distribuida.**

Aspectos clave de la programación paralela. Estrategias de Descomposición. Tareas. Granularidad. Balanceo de Carga. Concurrencia. Identificación de paralelismo. Condiciones de Bernstein. Estrategias de descomposición. Descomposición de Dominio. Descomposición Funcional. Descomposición Explorativa. Descomposición Especulativa.

**UNIDAD 3: Modelos Paralelos**

Modelos de algoritmos concurrentes, paralelos y distribuidos. Modelo de Paralelismo de Datos. Modelo Master/Worker. Modelo de Grafos de tareas. Modelo Pipeline. Modelos de comunicación. Memoria compartida. Paso de mensajes. Revisión general de herramientas y conceptos para lograr concurrencia. Relación con las arquitecturas paralelas.

**UNIDAD 4: Evaluación y Rendimiento de las aplicaciones paralelas**

Índices de evaluación. Utilidad. Necesidad. Ventajas y desventajas. Speedup. Definición. Significado, utilidad, representación gráfica e interpretación. Escalabilidad. Definición. Ley de Amdahl. Significado, utilidad e interpretación. Eficiencia. Definición. Significado, utilidad e interpretación. Balanceo de Carga. Definición. Significado, utilidad e interpretación. Sintonización. Definición. Significado, utilidad e interpretación.

**UNIDAD 5: Programación Paralela**

Librerías de paso de mensajes. Conceptos. Primitivas de comunicación. Antecedentes de librerías de comunicación. MPI (Message Passing Interface). Características. Primitivas. Funcionamiento. Alcance. Configuración. Flexibilidad. Programación. Ejecución. Desarrollo de algoritmos paralelos.

#### 4. MEDIACION PEDAGOGICA (metodologías, estrategias, recomendaciones para el estudio)

Para fomentar el proceso de desarrollo y logro de los resultados de aprendizaje propuestos se tiene en cuenta la siguiente metodología en relación a los distintos elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje, como clases, trabajos prácticos, trabajos de laboratorio, y trabajo global integrador, que a su vez se relacionan con el proceso de evaluación descrito en la sección subsiguiente:

**Clases:** En general, se propone adoptar una metodología con clases teórico-prácticas, con características de aula invertida, que contemple los momentos de autoaprendizaje, co-aprendizaje y socialización. De acuerdo a dicho esquema, se asignará con antelación el material que los estudiantes deben revisar de forma autónoma antes del siguiente encuentro. Durante las clases se realiza una puesta en común, mediada a través de diferentes recursos (cuestionarios, encuestas, juegos, infografías, etc.) que permita identificar los conceptos o aspectos que requieren un tratamiento adicional. En esta fase de co-aprendizaje el docente responsable ha de regular en qué medida es necesario reformular los temas que conforman el programa utilizando como apoyo para el mismo el uso de la pizarra y la presentación de diapositivas con proyector multimedia, lo cual brinda la posibilidad de reforzar explicaciones y mejorar la comunicación docente-estudiante, y cada estudiante es responsable de solicitar la asistencia necesaria. A su vez, se propicia e impulsa la discusión de los temas en clase, ganando mayor reflexión, interacción e interés por parte del estudiante y la puesta en común. En las clases, momentos o asignaciones de carácter más práctico o de laboratorio, se tendrán en cuenta las necesidades a atender en cuanto a los algoritmos y/o programas que se estén desarrollando.

**Trabajos Prácticos:** Se proponen diferentes Trabajos Prácticos que permitan focalizar los principales conceptos y poner en práctica y experimentar con los conceptos, técnicas y herramientas atinentes a las sucesivas unidades temáticas. Cada trabajo práctico propondrá actividades y la resolución de problemas que requieren la aplicación de los conceptos tratados. Algunas prácticas se realizarán en clase y otras las efectuará el estudiante fuera del horario de clase. Buena proporción de los ejercicios propuestos en los prácticos involucra tanto una fase de análisis y diseño, como una fase de desarrollo e implementación sobre la arquitectura que corresponda a cada unidad temática. En la resolución de las prácticas, que podrán realizarse en grupo, los alumnos contarán con el seguimiento y acompañamiento docente.

**Prácticos de Laboratorio:** Se propone la realización de prácticas específicas de laboratorio que se lleven a cabo en el entorno de un clúster paralelo/distribuido de computadoras para propiciar que los alumnos tengan una aproximación real con este tipo de tecnología. Los prácticos de Laboratorio están estrechamente relacionados con los trabajos prácticos, pues es la forma en la que los alumnos pueden materializar y ver en funcionamiento la solución paralela diseñada en la práctica, realizar el

diseño experimental, y evaluar los resultados.

**Trabajo Global Integrador:** Se propone la realización de un proyecto final integrador, que permita poner en práctica todo el proceso de desarrollo de un programa paralelo para la resolución de un problema dado. Se propone que dicho trabajo sea realizado en equipo con el seguimiento y asistencia docente, y que sea presentado de forma escrita y oral.

El enfoque adoptado está centrado en el estudiante a través de la implementación de metodologías como aprendizaje invertido, el uso de encuestas para el seguimiento formativo clase a clase, el uso de cuestionarios kahoot! para repastos lúdicos previos a las instancias de evaluación, y el desarrollo de habilidades sociales y comunicativas a través del trabajo en equipo y comunicación de los resultados alcanzados. Todas estas actividades confluyen en el aula abierta de la asignatura, implementada sobre la plataforma Moodle provista por la Facultad, la cual se utiliza para poner a disposición el material de estudio y referencia, intercambiar material o información, como así también para acceder a foros, atender consultas, realizar actividades, encuestas, etc.

**Recomendaciones para el estudio:**

Se recomienda a cada estudiante:

- Realizar las asignaciones de estudio, visualización, resolución, etc. del material.
- Realizar las actividades de co-aprendizaje y co-evaluación propuestas para valorar el propio proceso de aprendizaje de forma continua.
- Disponerse a trabajar en equipo de forma colaborativa y tolerante.
- Resolver los ejercicios propuestos en cada trabajo práctico ya que serán de utilidad a la hora de realizar el trabajo global integrador.
- Evacuar las dudas e inquietudes a medida que surgen.
- Valorar la interacción con los docentes y las actividades de seguimiento para lograr un aprendizaje más significativo.

## 5. INTENSIDAD DE LA FORMACION PRACTICA

Ámbito de formación práctica	Carga horaria	
	Presencial	No presencial
Formación Experimental	16	0
Resolución de problemas de la vida real en informática	16	0
Actividades de proyecto y diseño	32	0
Práctica profesional Supervisada	-	-
Otras actividades	-	-
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>0</b>

## 6. SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación se concibe como un proceso valorativo que contempla diferentes modalidades complementarias para apreciar la evolución del proceso educativo. Para esta asignatura se propone,

por un lado, la evaluación formativa continua a través de la realización de una evaluación diagnóstica al inicio del cursado y de un seguimiento continuo implementado a través de encuestas (mediante Moodle u otras modalidades) de carácter formativo, auto y co-evaluativo, las cuales permitan tanto a los estudiantes como al docente detectar el grado de dominio que los estudiantes alcanzan de forma autónoma, e identificar la necesidad de reformular las explicaciones, técnicas, procedimientos, y los aprendizajes que lo requieran. Asimismo, se propone realizar un seguimiento oral y formativo de los avances en cuanto a la resolución de los trabajos prácticos, de laboratorio, y de proyecto integrador, para fomentar precisamente la formación de los distintos saberes.

Por otro lado, a la hora de valorar el aprendizaje de forma cuantitativa, se proponen tres instancias de hétero-evaluación sumativa que permitan al docente apreciar y registrar evidencia del nivel de aprendizaje que cada estudiante haya alcanzado en relación a saberes involucrados en las diferentes unidades temáticas. Los contenidos de las primeras tres unidades se evalúan en una primera evaluación parcial, mientras que los correspondientes a las unidades 4 y 5 se evalúan en una segunda evaluación parcial. Dichas evaluaciones serán individuales y de carácter tanto teórico como práctico, y su modalidad podrá ser escrita, oral, mediante plataforma o mixta. Ambos parciales tienen una instancia de recuperación.

Finalmente, se realiza el seguimiento oral y por observación del trabajo global integrador, lo cual permite evaluar de forma continua el desempeño de cada estudiante en cuanto a las competencias involucradas a lo largo del desarrollo y en el momento de la presentación y coloquio del mismo. En esta instancia se evalúan todos los contenidos de forma integrada. Se evaluará el trabajo individual, el trabajo en equipo, las habilidades para la comunicación, la calidad del programa paralelo desarrollado y el análisis de resultados presentado. Se utilizan rúbricas y/o escalas de calificación para evaluar el trabajo individual, el trabajo en equipo, las habilidades para la comunicación, y la calidad del producto y el análisis de resultados presentado. El trabajo global integrador tiene una instancia de recuperación.

### 6.1. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación que se considerarán son los siguientes:

- La organización, responsabilidad, y cumplimiento en tiempo y forma de las tareas y asignaciones que se realicen, en cuanto al trabajo individual.
- La organización, responsabilidad, y cumplimiento en tiempo y forma de las tareas y asignaciones que se realicen, en cuanto al trabajo en equipo.
- La predisposición para el autoaprendizaje y la participación activa en todas las actividades propuestas.
- La predisposición para el diálogo y la escucha atenta de los docentes y los pares, cuidando el vocabulario y el tono, y respetando turnos de interlocución, puntos de vista, opiniones, y diferencias.
- Las habilidades para la comunicación, tanto oral como escrita y documental.
- La calidad de los programas paralelos desarrollados, del diseño experimental, y del análisis de resultados alcanzado.

## 6.2. Condiciones de regularidad

Para adquirir la condición de alumno regular se deberá cumplir con el 70% de asistencia a clase, y aprobar todas las instancias de evaluación o sus respectivos recuperatorios, cada una de ellas con puntaje de entre 60 y 100 puntos.

## 6.3. Condiciones de promoción

Aquellos estudiantes en condición regular cuyas calificaciones alcancen los 70 puntos o más, obtendrán la promoción directa.

## 6.4. Régimen de acreditación

- **Promoción directa** : Para calcular la calificación final, la calificación obtenida en cada evaluación parcial representará el 25%, mientras que la calificación del proyecto global integrador representará el 50%.
- **Alumnos regulares** : Aquellos/as estudiantes que durante el cursado regularicen, pero no alcancen la promoción de la asignatura, deberán aprobar una evaluación final para acreditar los saberes, que tendrá lugar en mesa de examen según el calendario académico. La evaluación final es de carácter integrador y comprende todos los saberes de la asignatura. Es requisito haber obtenido la condición de regularidad previamente a la evaluación final.
- **Alumnos libres**: En cuanto a la Evaluación Final para alumnos libres, y dada la importancia del seguimiento continuo del proceso de aprendizaje, sólo se considerará a alumnos en condición de libres por haber perdido su condición de regularidad por vencimiento de la vigencia (alumnos enmarcados en la categoría C). La evaluación consiste en una evaluación final que comprende todos los saberes de la asignatura, que tendrá lugar en mesa de examen según el calendario académico, y asimismo podrá incluir el desarrollo y ejecución de un programa paralelo/distribuido.

**A.** Estudiante libre en el espacio curricular por no haber cursado la asignatura.

**B.** Estudiante libre en el espacio curricular por insuficiencia; *es decir, haber cursado la asignatura, y haber aprobado actividades específicas del espacio curricular y no haber cumplido con el resto de las condiciones para alcanzar la regularidad.*

**C.** Estudiante libre en el espacio curricular por pérdida de regularidad (LPPR) por vencimiento de la vigencia de la misma y no haber acreditado la asignatura en el plazo estipulado.

**D.** Estudiante libre en el espacio curricular por pérdida de regularidad (LPPR), por haber rendido CUATRO (4) veces la asignatura, en condición de estudiante regular, sin lograr su aprobación.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Titulo	Autor /es	Editorial	Año de Edición	Ejemplar es Disponibl	Sitios digitales



				es	
Apuntes/reseña sobre el paradigma de programación paralela en versión PDF y audiovisual.	Caymes Scutari P. y Bianchini G.	Material de producción propia.	2023	Digital.	Disponible en Aula Abierta
Concurrent, parallel and distributed computing.	Adele Kuzmiakova	Arcler Press	2022	1	
Parallel and Distributed Computing	Ajit Singh	Independently published	2021	1	
Ejercicios de programación paralela con OpenMP y MPI	Román, José	Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia	2018	Digital	Acceso en línea (e-libro: <a href="https://elibro.net/es/ereader/siduncu/57462">https://elibro.net/es/ereader/siduncu/57462</a> )

### 7.1. Recursos digitales del espacio curricular (enlace a aula virtual y otros)

Para el desarrollo de la Asignatura y lograr los resultados de aprendizaje previstos, se requieren los siguientes recursos:

- Aula Abierta: <https://aulaabierta.ingenieria.uncuyo.edu.ar/course/view.php?id=2058>
- Laboratorio para trabajo individual y/o en equipos, con la capacidad adecuada (espacio y cantidad de PCs).
- Acceso a Internet y al Aula Abierta (en particular al Aula Abierta de la asignatura en el Campus Virtual).
- PC y Proyector multimedia.

## 8. FIRMAS

Paola Caymes Scutari

V°B° DIRECTOR/A DE CARRERA

Fecha

DOCENTE RESPONSABLE A CARGO

Fecha 04/03/24