

## ESCUELA DE VERANO 2023

### 1- Nombre del curso:

Introducción a la Información y Computación Cuántica

Facultad de Ciencias Exactas

### 2- Destinatarios:

El curso está orientado a personas graduadas en las áreas de las Ciencias Exactas (Física, Matemática, etc), de las Ciencias Informáticas y de las Ingenierías y áreas afines, con conocimientos de matemática básica de grado. Se introducirán las nociones de mecánica cuántica y teoría de la información necesarias para comprender la Computación Cuántica. Se pretende que los estudiantes puedan desarrollar habilidades en el diseño de circuitos cuánticos, para lo cual se requieren nociones básicas de programación.

### 3- Duración:

30 horas distribuidas en cursadas virtuales con una extensión total de 2 semanas, del Lunes 27/02/2023 al Viernes 10/03/2023. Se realizarán encuentros sincrónicos a través de la plataforma provista por UNLP y actividades asincrónicas.

### 4- Planificación de la propuesta:

#### a) Presentación docente

Docente coordinadora: Dra Mariela Portesi (Profesora Asociada FCEX-UNLP, Investigadora Independiente CONICET)

Docente invitado: Dr. Rolando D. Somma (*Research Scientist*, Google, LLC; Profesor Adjunto, Universidad de Nuevo México, EEUU)

Docentes colaboradores: Dr Pedro Walter Lamberti (FaMAF-UNC), Dr Federico Holik (IFLP).

## **b) Presentación de índice de temas/contenidos**

1) Programa de contenidos en Módulos/Unidades/Bloques temáticos

### BLOQUE Física Cuántica (FC):

Introducción al formalismo de espacios de Hilbert y estados cuánticos. Entrelazamiento y correlaciones cuánticas. Estados cuánticos como medidas de probabilidad. Fundamentos de cuántica. El argumento de Einstein - Podolsky - Rosen (“paradoja EPR”).

### BLOQUE Teoría de la Información (TI):

Entropía como medida de incerteza: Axiomas, entropía de Shannon, propiedades. Entropía diferencial. Caso vectorial. Otras medidas de información. Información mutua. Divergencias. Entropía condicional. Desigualdades y relaciones entre entropías. Desigualdad de la potencia entrópica. Relaciones entre medidas de información.

### BLOQUE Computación Cuántica I (CC I):

Breve repaso de los postulados de la mecánica cuántica. Álgebra lineal y notación de Dirac. Bits cuánticos (qubits), compuertas cuánticas y mediciones. Modelos de computación cuántica. Circuitos cuánticos. Algoritmos cuánticos: Algoritmo de Deutsch-Josza. Algoritmo de Shor. Algoritmo de Grover. Algoritmos para simulaciones cuánticas. Complejidad cuántica. Teoría de corrección de errores cuántica. Teoría de corrección de errores clásica. Modelos de errores en computación cuántica. Códigos cuánticos. Computadoras cuánticas. Realizaciones físicas: Trampa de iones y qubits superconductores. Supremacía o ventaja cuántica.

### BLOQUE Computación Cuántica II (CC II):

Tesis de Church-Turing extendida. Entrelazamiento y correlaciones cuánticas. Teorema de Bell. Teorema de Gottesman-Knill. Circuitos cuánticos aleatorios. Plataformas de desarrollo de software: Qiskit y SDK de Braket .

2) Recursos y materiales:

**I. Texto guía de producción personal:** los docentes publicarán sus presentaciones en pdf de cada uno de los encuentros, abarcando los cuatro bloques temáticos.

**II. Bibliografía:** se propondrá un listado de materiales bibliográficos y lecturas sugeridas para cada bloque temático, que amplíen los contenidos abordados en las clases.

**III. Sitios de interés:** en el aula virtual se incluirán enlaces a sitios Web para consulta.

**c) Cronograma**

<b>DIA</b>	<b>HORARIOS</b>	<b>TEMAS</b>
LUNES 27/2/23	10 a 12 hs 18 a 20 hs	FC - parte 1 CC I - parte 1
MARTES 28/2/23	10 a 12 hs 18 a 20 hs	FC - parte 2 CC I - parte 2
MIÉRCOLES 1/3/23		
JUEVES 2/3/23	10 a 12 hs 18 a 20 hs	TI - parte 1 CC I - parte 3
VIERNES 3/3/23	10 a 12 hs 18 a 20 hs	TI - parte 2 CC I - parte 4
LUNES 6/3/23	17:30 a 20:30 hs	CC II - parte 1
MARTES 7/3/23	17:30 a 20:30 hs	CC II - parte 2
MIÉRCOLES 8/3/23	17:30 a 20:30 hs	CC II - parte 3
JUEVES 9/3/23		
VIERNES 10/3/23	Horario a convenir	Evaluación

#### **d) Actividades**

Durante la primera semana se presentará el contenido teórico de los bloques de física cuántica (FC), teoría de la información (TI) y computación cuántica I (CC I), en encuentros sincrónicos de 2 horas por la mañana y 2 horas por la tarde durante 4 días. Estas clases quedarán grabadas para su posterior consulta, y se ofrecerá material adicional para lectura. Se prevé un día de la semana para revisión del material y lectura de bibliografía.

Durante la segunda semana se cubrirá el bloque de computación cuántica II (CC II) completando temas teóricos y se desarrollarán aplicaciones prácticas en plataformas de desarrollo de software como Qiskit y SDK de Braket. Habrá encuentros sincrónicos y se propondrá trabajo asincrónico y guiado, con atención de consultas por foro o dentro de los horarios propuestos por el plantel docente.

La evaluación del curso consistirá en la presentación de aplicaciones propuestas en las plataformas de software vistas en el curso.

#### **e) Interacción entre los actores**

En el entorno moodle de la UNLP se habilitará un aula virtual para este curso, diagramada con el cronograma de actividades, materiales por bloque temático, material bibliográfico adicional, acceso a las grabaciones de los encuentros sincrónicos, enlaces a sitios de interés sobre el tema, tareas, un foro de novedades y anuncios, y un foro de consultas. Además se establecerá un espacio de presentación e interacción informal de docentes y estudiantes participantes; adicionalmente durante el periodo de dictado se podrá utilizar la mensajería interna para inquietudes puntuales.