



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Ref. Expte. N° 1119/2020

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 24/08/20

VISTO:

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Computación, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado **Procesamiento Cuántico de Información** para el año 2020,

CONSIDERANDO:

lo actuado por la Comisión de Doctorado,
lo actuado por la Comisión de Posgrado,
lo actuado por este Cuerpo en la sesión realizada en el día de la fecha,
en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113° del Estatuto Universitario,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
RESUELVE:**

ARTÍCULO 1°: Aprobar el nuevo curso de posgrado **Procesamiento Cuántico de Información** de 60 horas de duración, que será dictado por el Dr. Ariel Bendersky.

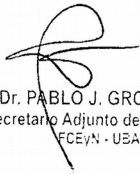
ARTÍCULO 2°: Aprobar el programa del curso de posgrado **Procesamiento Cuántico de Información** para su dictado en el segundo cuatrimestre de 2020.

ARTÍCULO 3°: Aprobar un puntaje máximo de tres (3) puntos para la Carrera del Doctorado.

ARTÍCULO 4°: Disponer que de no mediar modificaciones en el programa y la carga horaria, el presente Curso de Posgrado tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de la presente Resolución.

ARTÍCULO 5°: Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN CD N.º 0625


Dr. PABLO J. GROISMAN
Secretario Adjunto de Posgrado
FCEyN - UBA


Dr. JUAN CARLOS REBORADA
DECANO

Formulario para la presentación de Cursos de Posgrado/Doctorado - Res.

CD2810/18 ANEXO 1

Información académica

Año de presentación (*)

2020

1a

| |
|---|
| Departamento docente que inicia el tramite: |
| Computación |
| Nombre del curso: |
| Procesamiento Cuántico de Información |
| Nombre, Cargo y Título del docente responsable: |
| Ariel Bendersky. Profesor adjunto (DE, interino). Doctor en física. Investigador adjunto CONICET. |
| En caso de dictarse en paralelo con una materia de grado, nombre de la misma: |
| Procesamiento Cuántico de Información |
| Nombre y Título de los docentes que colaboran con el dictado del curso (*) (*): |
| |
| Fecha propuesta para el primer dictado luego de la aprobación: |
| 2do cuatrimestre 2020 |

Duración:

| | |
|----------------------------|--|
| Duración total en horas 60 | |
| Duración en semanas 15 | |

Distribución carga

| | |
|--|--|
| Número de horas de clases teóricas 40 | |
| Número de horas de clases de problemas 20 | |
| Número de horas de trabajos de laboratorio 0 | |
| Número de horas de trabajo de campo 0 | |
| Número de horas de seminarios 0 | |

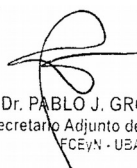
Forma de evaluación:


Entrega de ejercicios y seminario expositivo.

3

Lugar propuesto para el dictado (departamento, laboratorio, campo, etc.):

Departamento de Computación


Dr. PABLO J. GROISMAN
Secretario Adjunto de Posgrado
FCEyN - UBA


Dr. JUAN CARLOS REBORADA
DECANO

Puntaje propuesto para la carrera de doctorado:

Número de
alumnos:

Mínimo: Máximo:

Audiencia a quien está dirigido el curso:

Doctorandos en Computación, física, matemática o disciplinas afines.

Necesidades materiales del curso:

Un aula (o aula virtual en las circunstancias de ASPO).

1b

Programa analítico del curso con Bibliografía (puede adjuntarse en hojas separadas):

Ver hoja adjunta.

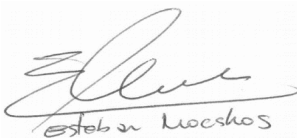
1c

Actividades prácticas propuestas (puede adjuntarse en hojas separadas):

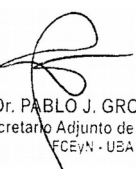
Implementación de algoritmos cuánticos en IBM Quantum Experience.

(*) Todos los cursos tendrán una validez de 5 años


(*)(*) Las actualizaciones de los docentes colaboradores son informados por la Dirección departamental al inicio de cada dictado del curso



Esteban Lucchese



Dr. PABLO J. GROISMAN
Secretario Adjunto de Posgrado
FCEyN - UBA



Dr. JUAN CARLOS REBOREDA
DECANO

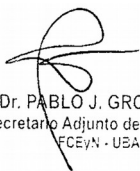
Firma Subcomisión
docente Doctorado

Firma del
responsable

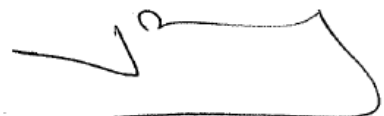
Email y teléfono del docente responsable

aribender@dc.uba.ar

+5491123995124



Dr. PABLO J. GROISMAN
Secretario Adjunto de Posgrado
FCEyN - UBA



Dr. JUAN CARLOS REBORADA
DECANO

Formulario para la presentación de Cursos de Posgrado/Doctorado Res. CD2819/18 ANEXO 2

**Solicitud de
Financiación**

**Año de
presentación (*)**

2020

Departamento docente que inicia el tramite:

Departamento de Computación

Nombre del curso:

Introducción a la Información Cuántica

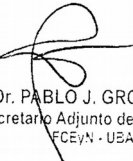
Nombre y Título del docente responsable:

Ariel Bendersky. Profesor adjunto (DE, interino). Doctor en física. Investigador adjunto CONICET.

Costo propuesto del curso por alumno (*):

Justificación del monto propuesto:

(*) Las excepciones aplicables para cada alumno serán consistentes con la reglamentación del Consejo Directivo que regula los aranceles y excepciones (Res. CD 484/13). El docente responsable del curso solicitará las excepciones por nota al consejo directivo a través de Mesa de Entradas.


Dr. PABLO J. GROISMAN
Secretario Adjunto de Posgrado
FCEyN - UBA

Programa analítico del curso

La utilización de sistemas cuánticos para el procesamiento cuántico de información fue propuesta por R.

P. Feinmann a principios de la década de 1980. Desde ese momento, se ha convertido en un área de investigación presente en departamentos de física, computación y matemática de las más prestigiosas universidades del mundo. En la actualidad, con el auge de las tecnologías cuánticas, cada vez más sale el procesamiento cuántico de información del ámbito académico para mezclarse con diversas iniciativas privadas y estatales.

En el presente curso, pensado principalmente para estudiantes de computación pero abierto a gente interesada de matemática y física, abordaremos desde los fundamentos del procesamiento cuántico de información hasta algoritmos cuánticos concretos para distintas tareas (criptografía, factorización, caracterización de sistemas cuánticos, etc), y pasando por temas de no localidad cuántica, una de las características constitutivas de la teoría cuántica que es también utilizada como recurso para el procesamiento de información. Este curso no sólo acercará a las y los estudiantes a las generalidades del área, sino que los conectará con temas de actualidad, algunos de los cuales se investigan en la actualidad en nuestra Facultad.

En particular, nos enfocaremos en los siguientes temas:

Unidad 1 - Fundamentos teóricos del procesamiento cuántico de información:

Abarcaremos los formalismos necesarios y fundamentos teóricos para el estudio de la disciplina.

- Fundamentos matemáticos y físicos de la mecánica cuántica [1,2].
- Orígenes del procesamiento cuántico de información [1,2].
- Formalismo de circuitos cuánticos [1].

Unidad 2 - Algoritmos cuánticos.

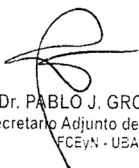
Estudiaremos desde algunos algoritmos cuánticos elementales, hasta los más conocidos de factorización y criptografía.

- Algoritmos de Deutsch y DeutschJozsa [1,3].
- Teleportación cuántica [1,4,5].
- Algoritmo de factorización de Shor [1,6].
- Distribución cuántica de claves [7,8,9].

Unidad 3 - Formalismos alternativos e implementaciones ruidosas de algoritmos cuánticos.

En esta unidad estudiaremos alternativas al modelo de circuitos y técnicas para corrección de errores en sistemas cuánticos.

- Estados estabilizadores [10].
- Computación cuántica basada en la medición [11,13].
- Códigos de corrección de errores [1, 10, 14].



Unidad 4 Tomografía cuántica.

Esta unidad se enfocará en los problemas de caracterización de estados y procesos cuánticos.

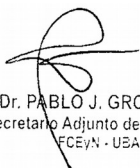
- Tomografía de estados cuánticos [1, 15].
- Tomografía de procesos cuánticos [1518].

Unidad 5 - No localidad cuántica.

Analizaremos aspectos teóricos y aplicados de la no localidad cuántica, una de las características distintivas de esta teoría.

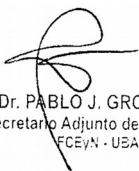
- No localidad cuántica [1923].
- Principios informacionales para correlaciones cuánticas [19, 2527].

Bibliografía



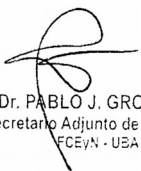
Dr. PABLO J. GROISMAN
Secretario Adjunto de Posgrado
FCEyN - UBA

- [1]Nielsen, M. A., & Chuang, I. (2002). Quantum computation and quantum information.
- [2]Preskill, J. (1998). Lecture notes for physics 229: Quantum information and computation. *California Institute of Technology*, 16.
- [3]Deutsch, D., & Jozsa, R. (1992). Rapid solution of problems by quantum computation. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical and Physical Sciences*, 439(1907), 553558.
- [4]Bennett, C. H., Brassard, G., Crépeau, C., Jozsa, R., Peres, A., & Wootters, W. K. (1993). Teleporting an unknown quantum state via dual classical and EinsteinPodolskyRosen channels. *Physical review letters*, 70(13), 1895.
- [5]Bouwmeester, D., Pan, J. W., Mattle, K., Eibl, M., Weinfurter, H., & Zeilinger, A. (1997). Experimental quantum teleportation. *Nature*, 390(6660), 575579.
- [6]Shor, P. W. (1994, November). Algorithms for quantum computation: discrete logarithms and factoring. In *Proceedings 35th annual symposium on foundations of computer science* (pp. 124134). Ieee.
- [7]Bennett, C. H., Brassard, G., & Ekert, A. K. (1992). Quantum cryptography. *Scientific American*, 267(4), 5057.
- [8]Ekert, A. K., Rarity, J. G., Tapster, P. R., & Palma, G. M. (1992). Practical quantum cryptography based on two photon interferometry. *Physical Review Letters*, 69(9), 1293.
- [9]Bennett, C. H., & Brassard, G. (1984, August). An update on quantum cryptography. In *Workshop on the theory and application of cryptographic techniques* (pp. 475480). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [10]Gottesman, D. (1997). Stabilizer codes and quantum error correction. *arXiv preprint quant-ph/9705052*.
- [11]Briegel, H. J., Browne, D. E., Dür, W., Raussendorf, R., & Van den Nest, M. (2009). Measurementbased quantum computation. *Nature Physics*, 5(1), 1926.
- [12]Raussendorf, R., Browne, D. E., & Briegel, H. J. (2003). Measurementbased quantum computation on cluster states. *Physical review A*, 68(2), 022312.
- [13]Gross, D., & Eisert, J. (2007). Novel schemes for measurementbased quantum computation. *Physical review letters*, 98(22), 220503.
- [14]Laflamme, R., Miquel, C., Paz, J. P., & Zurek, W. H. (1996). Perfect quantum error correcting code. *Physical Review Letters*, 77(1), 198.
- [15]Bendersky, A., & Paz, J. P. (2013). Selective and efficient quantum state tomography and its application to quantum process tomography. *Physical Review A*, 87(1), 012122.
- [16]Bendersky, A., Pastawski, F., & Paz, J. P. (2008). Selective and efficient estimation of parameters for quantum process tomography. *Physical review letters*, 100(19), 190403.
- [17]Bendersky, A., Pastawski, F., & Paz, J. P. (2009). Selective and efficient quantum process tomography. *Physical Review A*, 80(3), 032116.
- [18]Perito, I., Roncaglia, A. J., & Bendersky, A. (2018). Selective and efficient quantum process tomography in arbitrary finite dimension. *Physical Review A*, 98(6), 062303.
- [19]Brunner, N., Cavalcanti, D., Pironio, S., Scarani, V., & Wehner, S. (2014). Bell nonlocality. *Reviews of Modern Physics*, 86(2), 419.
- [20]Bell, J. S. (1964). On the einstein podolsky rosen paradox. *Physics Physique Fizika*, 1(3), 195.
- [21]Einstein, A., Podolsky, B., & Rosen, N. (1935). Can quantummechanical description of physical reality be considered complete?. *Physical review*, 47(10), 777.
- [22]Bohr, N. (1935). Can quantummechanical description of physical reality be considered complete?. *Physical review*, 48(8), 696.
- [23]Mermin, N. D. (1990). Quantum mysteries revisited. *American Journal of Physics*, 58(8), 731734.
- [24]Popescu, S., & Rohrlich, D. (1994). Quantum nonlocality as an axiom. *Foundations of Physics*, 24(3), 379385.

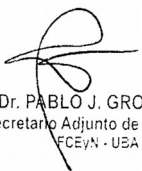


Dr. PABLO J. GROISMAN
Secretario Adjunto de Posgrado
FCEyN - UBA

- [25]Fritz, T., Sainz, A. B., Augusiak, R., Brask, J. B., Chaves, R., Leverrier, A., & Acín, A. (2013). Local orthogonality as a multipartite principle for quantum correlations. *Nature communications*, 4(1), 17.
- [26]Pawłowski, M., Paterek, T., Kaszlikowski, D., Scarani, V., Winter, A., & Żukowski, M. (2009). Information causality as a physical principle. *Nature*, 461(7267), 11011104.
- [27]Bendersky, A., De La Torre, G., Senno, G., Figueira, S., & Acín, A. (2016). Algorithmic pseudorandomness in quantum setups. *Physical review letters*, 116(23), 230402.



Dr. PABLO J. GROISMAN
Secretario Adjunto de Posgrado
FCEyN - UBA



Dr. PABLO J. GROISMAN
Secretario Adjunto de Posgrado
FCEyN - UBA