



1821 Universidad de Buenos Aires

Resolución Consejo Directivo

Número:

Referencia: EX-2025-01192169- -UBA-DMESA#FCEN - POSTGRADO - Sesión
12/05/2025

VISTO:

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Computación,
mediante la cual eleva la información del curso de posgrado Información Cuántica para
el año 2025,

CONSIDERANDO:

lo actuado por la Comisión de Doctorado,

lo actuado por este Cuerpo en la sesión realizada el día 12 de mayo de 2025,

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 1º: Aprobar el nuevo curso de posgrado **Información Cuántica** de 64 horas de duración, que será dictado por el Dr. Ariel Bendersky.

ARTÍCULO 2º: Aprobar el programa del curso de posgrado **Información Cuántica** que como anexo forma parte de la presente Resolución, para su dictado en el primer cuatrimestre de 2025.

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

ARTÍCULO 4º: Establecer un arancel de **CATEGORÍA BAJA**, estableciendo que dicho arancel estará sujeto a los descuentos y exenciones estipulados mediante la Resolución CD N.º 1072/19. Disponer que los fondos recaudados ingresen en la cuenta presupuestaria habilitada para tal fin, y sean utilizados de acuerdo a la Resolución 072/03.

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

ARTÍCULO 6º: Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, a la Dirección de Movimiento de Fondos, a la Dirección de Presupuesto y Contabilidad, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, pase COMPUTACION#FCEN y resérvese.

ANEXO

PROGRAMA

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

Temario:

Unidad 1 – Fundamentos teóricos del procesamiento cuántico de información:

Abordaremos 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 Deutsch-Jozsa [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 [15-18].

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 [19-23].
- Principios informacionales para correlaciones cuánticas [19, 25-27].

Bibliografía:

[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), 553-558.
- [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 Einstein-Podolsky-Rosen 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), 575-579.
- [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. 124-134). Ieee.
- [7] Bennett, C. H., Brassard, G., & Ekert, A. K. (1992). Quantum cryptography. *Scientific American*, 267(4), 50-57.
- [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. 475-480). 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). Measurement-based quantum computation. *Nature Physics*, 5(1), 19-26.
- [12] Raussendorf, R., Browne, D. E., & Briegel, H. J. (2003). Measurement-based quantum computation on cluster states. *Physical review A*, 68(2), 022312.
- [13] Gross, D., & Eisert, J. (2007). Novel schemes for measurement-based 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 quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?. *Physical review*, 47(10), 777.
- [22] Bohr, N. (1935). Can quantum-mechanical 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), 731-734.
- [24] Popescu, S., & Rohrlich, D. (1994). Quantum nonlocality as an axiom. *Foundations of Physics*, 24(3), 379-385.
- [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), 1-7.
- [26] Pawłowski, M., Paterek, T., Kaszlikowski, D., Scarani, V., Winter, A., & Żukowski, M. (2009). Information causality as a physical principle. *Nature*, 461(7267), 1101-1104.
- [27] Bendersky, A., De La Torre, G., Senno, G., Figueira, S., & Acín, A. (2016). Algorithmic pseudorandomness

