



ALEJANDRO DÍAZ-CARO

PhD



<https://members.loria.fr/ADiazCaro/>

**SNI**

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información  
Categorización actual: Nivel I (Asociado)

Fecha de publicación: 01/06/2026  
Última actualización: 29/05/2026

**Datos Generales****INSTITUCIÓN PRINCIPAL**

Universidad de la República/ Facultad de Ingeniería / CENUR Suroeste - Instituto de Computación / Uruguay

**DIRECCIÓN INSTITUCIONAL**

Institución: Universidad de la República / Facultad de Ingeniería / Sector Educación Superior/Público

/ Instituto de Computación

Dirección: Julio Herrera y Reissig 565 / 11300

País: Uruguay / Montevideo / Montevideo

Teléfono: +598-27142714

Correo electrónico/Sitio Web: [adiazcaro@fing.edu.uy](mailto:adiazcaro@fing.edu.uy) <https://members.loria.fr/ADiazCaro/>

**Formación****Formación académica****CONCLUIDA****DOCTORADO****Docteur de l'Université de Grenoble (2008 - 2011)**

Université Grenoble-Alpes, Laboratoire d'Informatique de Grenoble , Francia

Título de la disertación/tesis/defensa: Du typage vectoriel

Tutor/es: Pablo Arrighi

Obtención del título: 2011

Sitio web de la disertación/tesis/defensa: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00631514/en>

Financiación:

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche , Francia

Palabras Clave: Teoría de tipos Lambda cálculo Computación cuántica

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

**GRADO****Licenciatura en Ciencia de la Computación (2000 - 2007)**

Universidad Nacional de Rosario , Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura , Argentina

Título de la disertación/tesis/defensa: Agregando medición al cálculo de van Tonder

Tutor/es: Manuel Gadella & Pablo E. Martínez López

Obtención del título: 2007

Palabras Clave: Lambda cálculo Computación cuántica

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación /

**Formación complementaria****CONCLUIDA****POSDOCTORADOS**

### **Tipos intersección y computación cuántica (2016 - 2016)**

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad de Turín , Italia

Financiación:

Universidad de Turín , Italia

Palabras Clave: Teoría de tipos Lambda cálculo

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Tipos intersección

### **ATER (2012 - 2014)**

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Université Paris-Ouest Nanterre La Défense / INRIA

Paris-Rocquencourt , Francia

Financiación:

Université Paris-Ouest Nanterre La Défense , Francia

Palabras Clave: Computación cuántica Teoría de tipos Lambda cálculo

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación

### **Algebraic Lambda Calculus (2011 - 2012)**

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Université Paris Nord XIII / Laboratoire d'Informatique de Paris-Nord , Francia

Financiación:

Région Ile France , Francia

Palabras Clave: Lambda calculus Computación cuántica Teoría de tipos

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

## **Idiomas**

### **Inglés**

Entiende muy bien / Habla muy bien / Lee muy bien / Escribe muy bien

### **Francés**

Entiende muy bien / Habla muy bien / Lee muy bien / Escribe muy bien

## **Áreas de actuación**

### **CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS**

Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

## **Actuación profesional**

### **SECTOR EDUCACIÓN SUPERIOR/PÚBLICO - UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA - URUGUAY**

Facultad de Ingeniería / CENUR Suroeste - Instituto de Computación

### **VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

#### **Funcionario/Empleado (03/2026 - a la fecha) Trabajo relevante**

Profesor Agregado 30 horas semanales

Escalafón: Docente

Grado: Grado 4

Cargo: Efectivo

### **ACTIVIDADES**

### **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

### **QUASAR - Quantum Semantics and Reasoning (04/2026 - a la fecha)**

Código: STIC-AmSud. Código ANII: MOV\_CO\_2025\_1\_1500336 This project aims to develop theoretical foundations for quantum programming languages and reasoning tools, integrating logics, type systems and categorical semantics. Building on prior work from the Lambda-S calculus, the Sup-calculus and the ZX-calculus, and aligned with the ongoing QCOMICAL consortium, the project will study new structures for quantum programs that combine expressiveness, correctness, and compositionality. We will explore logical and semantic frameworks that account for the unique phenomena of quantum computation from both operational and denotational perspectives. Our approach emphasises the use of category theory as a unifying language for quantum semantics, and proof assistants (such as Rocq/Coq) as a platform for verification and reasoning. The project brings together partners from France, Chile, Uruguay, and Colombia, combining expertise in quantum programming, formal semantics, proof theory and quantum physics. It will support training of young researchers, international missions of researchers, joint publications, and intercontinental collaboration, fostering long-term cooperation across the South America–Europe axis.

20 horas semanales

Coordinador o Responsable

En Marcha

RRHH formados en el proyecto:

Maestría/Magister:3

Doctorado:6

Financiación:

Agencia Nacional de Investigación e Innovación, Uruguay, Apoyo financiero

Inria, Francia, Apoyo financiero

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Chile, Apoyo financiero

Ministère des Affaires Etrangères, Francia, Apoyo financiero

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colombia, Apoyo financiero

Equipo: Alejandro Díaz-Caro (Responsable) , O. MALHERBE , PARDO, A. , VIERA M. , Benoît Valiron , Simon Perdrix , Pablo Arrighi , Eric Tanter , Federico Olmedo , Nicolas Tabareau , Emmanuel Beffara , Etienne Miquey

### **SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - ARGENTINA**

Universidad Nacional de Quilmes / Departamento de Ciencia y Tecnología

#### **VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

##### **Funcionario/Empleado (08/2025 - a la fecha)**

Profesor Titular con Dedicación Semiexclusiva 20 horas semanales

##### **Funcionario/Empleado (10/2024 - 07/2025)**

Profesor Adjunto con Dedicación Semi-Exclusiva 20 horas semanales

Luego de mi partida a Francia, bajé mi dedicación docente en la Universidad Nacional de Quilmes a donde actualmente dicto clases de manera virtual desde Francia.

##### **Funcionario/Empleado (08/2014 - 09/2024)** Trabajo relevante

Profesor Adjunto con Dedicación Exclusiva 40 horas semanales / Dedicación total

#### **ACTIVIDADES**

##### **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

###### **Computación cuántica y sus cálculos (02/2023 - a la fecha)**

Código: PICT-2021-I-A-00090 Este proyecto estudia los fundamentos lógicos y semánticos de los lenguajes de programación para computación cuántica. Explora extensiones cuánticas del cálculo lambda, nuevas teorías de tipos y modelos categóricos que capturen fenómenos característicos del cómputo cuántico, como la superposición, el control cuántico y la medición. Aplica la correspondencia de Curry-Howard al contexto cuántico para desarrollar lógicas y sistemas de tipos que permitan describir y verificar programas cuánticos, así como para comprender mejor las estructuras lógicas subyacentes de la mecánica cuántica. El proyecto combina aspectos teóricos de lógica, lenguajes y teoría de categorías con problemas emergentes de verificación y programación cuántica, integrando colaboraciones locales e internacionales. \*\*\*ACLARACION IMPORTANTE\*\*\*:

Los proyectos PICT fueron discontinuados por el gobierno actual. El proyecto está oficialmente en curso, pero en la práctica fue dejado de financiar como todos los proyectos que eran financiados por el ex Ministerio de Ciencia Argentino.

5 horas semanales

Coordinador o Responsable

Concluido

RRHH formados en el proyecto:

Pregrado:4

Doctorado:3

Equipo: Alejandro Díaz-Caro

Palabras clave: computación cuántica cálculo lambda teoría de tipos lógica fundamentos de lenguajes de programación modelos categóricos control cuántico verificación formal

#### **Computación Cuántica, Cálculo Lambda y sus Modelos Categóricos (01/2023 - a la fecha)**

Código: CSIC 22520220100073UD Este proyecto trata sobre los fundamentos lógico-matemáticos de los lenguajes de programación para computación cuántica. La idea es extender la fuerte conexión existente entre lenguajes de programación, la lógica, y la teoría de categorías (conocida como correspondencia de Curry-Howard-Lambek), al caso cuántico, estudiando extensiones cuánticas al cálculo lambda, extensiones cuánticas a ciertas lógicas formales, y a sus modelos categóricos. El entendimiento de las estructuras lógicas de la computación cuántica tiene diversas consecuencias concretas. Por un lado, otorga cierta luz sobre la mecánica cuántica y su modelo matemático. Por otro lado, permite extender los lenguajes de programación para computación cuántica para poder expresar programas que, aunque son físicamente realizables, los lenguajes actuales no permiten expresarlos (e.g., el llamado "quantum switch"). Además, lógicas suficientemente expresivas servirán para verificar programas cuánticos.

10 horas semanales

Integrante del Equipo

En Marcha

RRHH formados en el proyecto:

Pregrado:6

Doctorado:3

Equipo: Alejandro Díaz-Caro

#### **Fundamentos de lenguajes de programación: sistemas de pruebas y computación cuántica. (05/2019 - 04/2024)**

Código: PUNQ 1342/19 Este proyecto investiga los fundamentos de los lenguajes de programación cuántica y sus vínculos con la teoría de tipos, la lógica y la semántica formal. El objetivo central es desarrollar nuevos modelos basados en extensiones del cálculo lambda capaces de representar fenómenos cuánticos como superposición, no-clonado, medición, estados mixtos y control cuántico. El trabajo abarca tanto enfoques algebraico-lineales (como Lineal, el cálculo vectorial y Lambda-S) como modelos basados en matrices densidad, y estudia sus propiedades de tipado, normalización, confluencia y semántica categórica. Asimismo, el proyecto explora sistemas de realizabilidad adaptados al ámbito cuántico y analiza cómo estas construcciones inducen lógicas cuánticas computacionales. La propuesta incluye también un componente aplicado: el desarrollo de intérpretes y simuladores que materialicen los lenguajes formales estudiados. En conjunto, el proyecto contribuye a clarificar las estructuras lógicas y semánticas de la computación cuántica, y avanza hacia herramientas formales para el análisis y programación de algoritmos cuánticos.

6 horas semanales

Coordinador o Responsable

Concluido

RRHH formados en el proyecto:

Pregrado:5

Equipo:

#### **Qapla? - Quantum Aspects of Programming Languages (01/2021 - 12/2022)**

Código: 21-STIC-10 Qapla? QAPLA? es un proyecto internacional financiado por el programa regional STIC-AmSud, centrado en las conexiones entre cómputo cuántico, lenguajes de programación y lógica. Como coordinador internacional, dirigí un consorcio con equipos de Argentina, Uruguay, Chile y Francia. El proyecto produjo avances teóricos relevantes, entre ellos: la definición de un nuevo conector lógico en deducción natural y su relación con Lógica Lineal, nuevos modelos categóricos para lenguajes cuánticos, aplicaciones a semánticas operacionales y razonamiento formal de programas cuánticos. El proyecto financió numerosas movilidades internacionales y la formación de estudiantes de doctorado vinculados a estas líneas. El informe final fue evaluado como "aprobado" en 2023.

5 horas semanales

Coordinador o Responsable

Concluido

RRHH formados en el proyecto:

Doctorado:3

Equipo: Alejandro Díaz-Caro

Palabras clave: computación cuántica lenguajes de programación lógica semántica formal modelos categóricos lógica lineal deducción natural

**Fundamentos de lenguajes de programación cuántica: hacia una lógica computacional (04/2017 - 05/2020)**

Código: PICT-2015-1208 El proyecto estudia la semántica de lenguajes funcionales con especial foco en modelos que incorporan combinación algebraica, no determinismo, paralelismo y probabilismo. Aborda problemas fundamentales en cálculo lambda, reescritura, teoría de tipos y modelos denotacionales, con el fin de unificar distintas extensiones del paradigma funcional bajo un marco matemático común. Se desarrollan y analizan modelos algebraicos de programas, propiedades de normalización, sistemas de tipos para controlar efectos, y relaciones entre semánticas operacionales y categóricas. El proyecto contribuye tanto a la teoría de lenguajes como a aplicaciones en verificación, optimización y diseño de semánticas formales expresivas. Se integran colaboraciones con equipos nacionales e internacionales en teoría de la computación, reforzando la formación de estudiantes avanzados en fundamentos de programación funcional.

5 horas semanales

Coordinador o Responsable

Concluido

RRHH formados en el proyecto:

Pregrado:6

Equipo: Alejandro Díaz-Caro

Palabras clave: cálculo lambda semántica formal teoría de tipos probabilismo paralelismo reescritura lenguajes funcionales

**Fundamentos de lenguajes de programación y sus consecuencias en sistemas clásicos. (05/2017 - 04/2019)**

Código: PUNQ 1370/17 Esta es la renovación del proyecto PUNQ anterior. En esta etapa se profundizó el estudio de los fundamentos de lenguajes de programación cuántica mediante el desarrollo de nuevos cálculos y modelos semánticos orientados a capturar fenómenos centrales de la computación cuántica, como no-clonado, superposición, medidas y unitariedad. Se definió Lambda-S, un cálculo que unifica enfoques lineales y algebraicos, estableciendo propiedades como normalización fuerte y una semántica categórica concreta y luego abstracta. Se desarrolló además un cálculo lambda para matrices densidad, permitiendo expresar tanto control clásico como cuántico dentro de un mismo formalismo. El proyecto también produjo una semántica de realizabilidad para el cálculo algebraico lineal que caracteriza la unitariedad y genera un sistema de tipos asociado, publicada en LICS 2019. Se avanzó asimismo en técnicas de confluencia probabilística y en modelos de autómatas cuánticos con control temporal. Estos resultados consolidan un marco unificado para lenguajes cuánticos y establecen nuevas conexiones entre semántica algebraica, lógica y modelos de programación.

6 horas semanales

Coordinador o Responsable

Concluido

RRHH formados en el proyecto:

Pregrado:1

Equipo: Alejandro Díaz-Caro

**FoQCoSS ? Foundations of Quantum Computation: Syntax and Semantics (01/2016 - 12/2017)**

Código: 16-STIC-04 FoQCoSS fue un proyecto internacional del programa STIC-AmSud, orientado a desarrollar los fundamentos teóricos de la computación cuántica desde la sintaxis, la semántica y la lógica. Combinó herramientas de cálculo lambda, programación funcional, semánticas categóricas, teoría de tipos y modelos algebraicos para estudiar fenómenos centrales del cómputo cuántico, como superposición, no clonación, medición y control cuántico. El consorcio integró equipos de Argentina, Uruguay, Chile y Francia, y generó resultados en semánticas operacionales de calculi cuánticos, modelos para efectos probabilísticos y diagramáticos, análisis de control cuántico y herramientas para razonamiento formal. El proyecto financió movilidad de investigadores y la organización de escuelas y talleres científicos, incluyendo el Kickoff Workshop 2016 en la Universidad Nacional de Quilmes, cuyo programa confirma la amplitud temática del proyecto (cálculo lambda cuántico, ZX-calculus, quantum cellular automata, geometría de

interacción, etc.).  
5 horas semanales  
Coordinador o Responsable  
Concluido  
RRHH formados en el proyecto:  
Pregrado:1  
Equipo: Alejandro Díaz-Caro  
Palabras clave: computación cuántica fundamentos semántica formal teoría de tipos lógica

#### **Fundamentos de lenguajes de programación y sus consecuencias en sistemas clásicos. (05/2015 - 04/2017)**

Código: PUNQ 1425/15 Este proyecto estudia los fundamentos teóricos de los lenguajes de programación cuántica bajo el paradigma de control y datos cuánticos. A través de extensiones algebraicas del cálculo lambda, se analizan propiedades centrales de la computación cuántica ? como superposición, enredo y linealidad? y su impacto en la definición de sistemas de tipos y lógicas asociadas. El trabajo busca derivar una lógica cuántica vinculada directamente a los programas, comparándola con la lógica lineal y con lógicas probabilistas y no deterministas. Además, se investigan modelos basados en tipos intersección y unión, técnicas de deducción módulo isomorfismos y su implementación en lenguajes funcionales. El proyecto combina desarrollo teórico e implementación experimental, con proyección tanto en fundamentos de la computación cuántica como en nuevas herramientas para lenguajes clásicos.

6 horas semanales  
Coordinador o Responsable  
Concluido  
RRHH formados en el proyecto:  
Pregrado:1  
Equipo: Alejandro Díaz-Caro

#### **DOCENCIA**

##### **Licenciatura en Informática (08/2014 - a la fecha)**

Grado  
Responsable  
Asignaturas:  
Características de lenguajes de programación, 48 horas, Teórico-Práctico  
Matemática III, 48 horas, Teórico-Práctico  
Matemática II, 48 horas, Teórico-Práctico  
Lenguajes Formales y Autómatas, 48 horas, Teórico-Práctico  
Lógica y Programación, 36 horas, Teórico  
Introducción a la programación cuántica, 48 horas, Práctico

##### **Maestría en Bioinformática y Biología de Sistemas (08/2015 - 12/2023 )**

Maestría  
Responsable  
Asignaturas:  
Probabilidad y Estadística Aplicada a la Bioinformática, 72 horas, Teórico-Práctico

##### **Doctorado en Ciencia y Tecnología (07/2021 - 12/2021 )**

Doctorado  
Responsable  
Asignaturas:  
Fundamentos de Informática, 48 horas, Teórico-Práctico

#### **EXTENSIÓN**

##### **Artículo "La Universidad Nacional de Quilmes apuesta a la computación cuántica." (07/2024 - 07/2024 )**

<https://agencia.unq.edu.ar/?p=21215>, Agencia de Noticias Científicas de la UNQ  
1 horas  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

**Curso para la Sociedad Argentina de Informática (SADIO) de 30hs de duración titulado "Introducción a la computación cuántica" (04/2021 - 04/2021 )**

8 horas

**Curso de 8hs para los empleados de la empresa Terragene titulado "Computación cuántica: Estado actual, lenguajes y perspectivas" (08/2020 - 09/2020 )**

2 horas

**GESTIÓN ACADÉMICA**

**Director del grupo de investigación LoReL (Lógica, Reescritura y Lenguajes). (08/2015 - 09/2024 )**

Grupo entre la Universidad Nacional de Quilmes y la Universidad de Buenos Aires, funcionando en el Instituto de Ciencias de la Computación de la UBA. Gestión de la Investigación 3 horas semanales  
Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

**Representante de la UNQ ante la Red de Universidades Nacionales con Carreras de Informática (01/2015 - 09/2024 )**

Participación en consejos y comisiones 1 hora semanales

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

**SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - FRANCIA**

Inria / Laboratoire LORIA, Université de Lorraine

**VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

**Funcionario/Empleado (10/2024 - a la fecha) Trabajo relevante**

Inria Advanced Research Position 40 horas semanales / Dedicación total

Es un contrato de 3 años de investigador senior, con financiamiento para contratar doctorandos o postdocs, en el marco del proyecto PERP EPIQ (<https://project.inria.fr/epiq/>)

**ACTIVIDADES**

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

**Fundamentos formales de lenguajes de programación cuántica (10/2024 - a la fecha )**

Investigo fundamentos formales de la computación cuántica, en particular lenguajes de programación con control cuántico, teoría de tipos, lógica y modelos categóricos. La línea aborda problemas estructurales del área, como la representación formal de mediciones, la semántica algebraica de la superposición y el análisis de recursos en programas cuánticos. El trabajo combina métodos de lógica lineal, reescritura y realizabilidad, y se desarrolla en el equipo MOCQUA (Inria? LORIA), en el marco de mi ARP.

Fundamental

40 horas semanales

Inria? Centre Inria de l'Université de Lorraine, Equipo MOCQUA (Modèles de Calcul Quantique), Coordinador o Responsable

Equipo: Alejandro Díaz-Caro

Palabras clave: computación cuántica lenguajes de programación teoría de tipos lógica lineal modelos categóricos reescritura semántica operacional control cuántico

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

**QCOMICAL - Quantum Computing and Its Calculi (12/2024 - a la fecha)**

Código: HORIZON-MSCA-2023-SE 101182520 El proyecto desarrolla marcos formales y herramientas teóricas para la modelización del cómputo cuántico, con énfasis en lenguajes de

programación, lógica y sistemas categoricos. Integra grupos de Europa y América Latina para avanzar en semánticas de medición, modelos algebraicos, verificación de programas y diseño de lenguajes con control cuántico. Además promueve cooperación internacional mediante intercambio de investigadores en el marco de las acciones Marie Skłodowska-Curie (MSCA).

5 horas semanales

Coordinador o Responsable

En Marcha

RRHH formados en el proyecto:

Doctorado:4

Financiación:

Comisión Europea, Bélgica, Apoyo financiero

Equipo: Alejandro Díaz-Caro (Responsable), Benoît Valiron (Responsable), Guillermo, O.

MALHERBE, PARDO, A., VIERA M., Pablo Barenbaum, Hernán Melgratti, Étienne Miquey, Simon

Perdrix, Shane Mansfield, Emmanuel Beffara, Delia Kesner, Laura Fontanella, Roberto Bruni,

Claudio Antares Mezzina, G. Michele Pinna

#### **Fundamentos del razonamiento cuántico: lenguajes, modelos y semánticas (12/2025 - a la fecha)**

Código: FCE\_1\_2025\_1\_186751 Proyecto del Fondo Clemente Estable aceptado el 10 de diciembre de 2025, con una duración de 3 años.

30 horas semanales

Integrante del Equipo

En Marcha

RRHH formados en el proyecto:

Maestría/Magister:1

Doctorado:2

Financiación:

Agencia Nacional de Investigación e Innovación, Uruguay, Apoyo financiero

Equipo: Alejandro Díaz-Caro, O. MALHERBE (Responsable), Malena Ivinsky, Nicolas A. Monzon,

Tricanico J.

#### **EXTENSIÓN**

##### **1st QCOMICAL School. <https://qcomical2025.github.io>. Chair de una escuela abierta internacional sobre fundamentos de lenguajes en computación cuántica y clásica. (11/2025 - 11/2025)**

16 horas

##### **Debate público ¿Computación Cuántica: Debate de Especialistas? (11/2025 - 11/2025)**

Canal YouTube de Fundación Sociedades Digitales., <https://www.youtube.com/watch?v=cuyYpwC5adI>

1 horas

1 horas

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la

Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

##### **Minicurso divulgativo ¿Qué son los algoritmos cuánticos? (Fundación Sociedades Digitales). (11/2025 - 11/2025)**

Instagram de la Fundación Sociedades Digitales. <https://www.instagram.com/p/DQrXoA8EW0d/>

1 horas

#### **SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - ARGENTINA**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires / Departamento de Computación

#### **VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

##### **Profesor visitante (11/2025 - 11/2025)**

Profesor Visitante 5 horas semanales

##### **Funcionario/Empleado (03/2024 - 07/2024)**

Profesor Adjunto con Dedicación Simple 10 horas semanales

### **Profesor visitante (09/2022 - 09/2022)**

Profesor Visitante 5 horas semanales

### **ACTIVIDADES**

#### **DOCENCIA**

##### **Doctorado en Ciencias de la Computación (11/2025 - 11/2025 )**

Doctorado

Responsable

Asignaturas:

Fundamentos de Lenguajes para Computación Cuántica, 20 horas, Teórico

##### **Licenciatura en Ciencias de la Computación (03/2024 - 07/2024 )**

Grado

Responsable

Asignaturas:

Paradigmas de Lenguajes de Programación, 48 horas, Teórico

##### **Doctorado en Ciencias de la Computación (09/2022 - 09/2022 )**

Doctorado

Responsable

Asignaturas:

Fundamentos de Lenguajes para Computación Cuántica, 20 horas, Teórico

#### **SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - ARGENTINA**

Instituto de Ciencias de la Computación (CONICET / Universidad de Buenos Aires)

### **VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

#### **Funcionario/Empleado (04/2018 - 09/2024)**

Investigador CONICET 40 horas semanales / Dedicación total

### **ACTIVIDADES**

#### **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

##### **QuCa: Quantum Calculi. (04/2018 - 12/2021 )**

Código: ECOS-Sud A17C03 Proyecto internacional ECOS-Sud orientado a estudiar las conexiones entre el cálculo lambda, la lógica y la computación cuántica, integrando herramientas de semántica formal, teoría de tipos, y modelos de computación cuántica. El trabajo conjunto entre los equipos de Argentina y Francia permitió avanzar en: ? modelos de control cuántico en lenguajes basados en cálculo lambda, ? extensiones lógicas usadas para estructurar cómputos cuánticos, ? relaciones entre lógica lineal, sistemas de tipos y semánticas cuánticas, ? desarrollo de variantes de lenguajes para analizar corrección, equivalencia y propiedades de programas cuánticos. El proyecto financió movibilidades bidireccionales para consolidar formación avanzada de estudiantes y fortalecer colaboraciones regionales en temas de fundamentos teóricos de la computación cuántica.

5 horas semanales

Coordinador o Responsable

Concluido

RRHH formados en el proyecto:

Pregrado:5

Doctorado:3

Equipo:

#### **EXTENSIÓN**

##### **Entrevista sobre computación cuántica y el proyecto QCOMICAL en el programa ?Desde el Conocimiento? (C5N). (07/2024 - 07/2024 )**

<https://www.youtube.com/watch?v=2SHdWBps2xo> 1 horas

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

**Charla dada en el Café de las Ciencias, junto a Pablo Arrighi (Université Paris-Saclay), moderado por Ignacio Uman. Organizado por la Embajada de Francia en Argentina y Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lugar: Centro Cultural de la Ciencia. Título "Computadora cuántica ¿la computadora definitiva?" (11/2023 - 11/2023)**

2 horas

**Entrevista radial sobre computación cuántica en "El Faro" Un programa de ciencia? (FM Noticias, La Pampa). (10/2020 - 10/2020)**

<https://ar.radiocut.fm/audiocut/faro-un-programa-ciencia-entrevista-a-alejandro-diaz-caro-sobre-computacion-cuantica/>, FM Radio Noticias, Santa Rosa, La Pampa, Argentina

1 hora

**Video de divulgación de mi trabajo de investigación y el de mis becarios, para el ciclo "Computación desde casa": <https://www.youtube.com/watch?v=Q47mUk3pk04> (09/2020 - 09/2020)**

1 hora

## GESTIÓN ACADÉMICA

**Adjunto del secretario de investigación (01/2019 - 09/2024)**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Computación

Gestión de la Investigación 2 horas semanales

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

**Miembro del Steering Committee de la conferencia internacional FSCD (Formal Structures for Computation and Deduction) (07/2021 - 07/2024)**

<https://fscd-conference.org/organization/past-members/> Participación en consejos y comisiones 1 hora semanal

**Presidente de la 34a Escuela de Ciencias Informáticas (ECI 2021) (07/2021 - 07/2021)**

Departamento de Computación Gestión de la Enseñanza 3 horas semanales

## SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - ARGENTINA

## CONICET

### VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN

**Funcionario/Empleado (07/2016 - 09/2024)**

Investigador Asistente 40 horas semanales / Dedicación total

### ACTIVIDADES

## PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

**Fundamentos de lenguajes para computación cuántica y consecuencias en sistemas clásicos (01/2021 - 12/2023)**

Código: PIP 11220200100368CO El proyecto estudia los fundamentos de los lenguajes de programación para computación cuántica, abarcando los dos paradigmas centrales: el control clásico ¿donde la computadora cuántica opera como coprocesador de un sistema clásico? y el control cuántico, que modela formalmente computaciones cuyos flujos de control pueden coexistir en superposición. Se analizan también otros modelos de computación cuántica: uno basado en autómatas, para caracterizar el poder computacional cuántico, y otro basado en un lenguaje while, para estudiar tiempos de ejecución y análisis estático de programas cuánticos. Finalmente, el proyecto explora consecuencias en lenguajes clásicos, en particular la igualdad de isomorfismos de tipos y su impacto en la teoría de lenguajes y la lógica. La investigación es de carácter fundamental e

integra técnicas de cálculo lambda, teoría de tipos, lógica, modelos operacionales y semántica formal, con el objetivo de avanzar en las bases teóricas necesarias para futuros lenguajes de programación cuánticos.

5 horas semanales

Coordinador o Responsable

Concluido

RRHH formados en el proyecto:

Pregrado:2

Doctorado:3

Equipo: Alejandro Díaz-Caro

Palabras clave: Cálculo lambda Computación cuántica Teoría de tipos Lenguajes de programación Semántica formal

#### **SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - FRANCIA**

CentraleSupélec / Laboratorio LMF

#### **VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

##### **Profesor visitante (05/2024 - 06/2024)**

Investigador Invitado 40 horas semanales

##### **Profesor visitante (04/2023 - 05/2023)**

Investigador invitado 40 horas semanales

#### **SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - FRANCIA**

Inria / Paris-Saclay

#### **VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

##### **Profesor visitante (06/2023 - 07/2023)**

Investigador invitado 40 horas semanales

#### **SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - ARGENTINA**

Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura / Departamento de Ciencias de la Computación

#### **VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

##### **Profesor visitante (07/2018 - 12/2018)**

Profesor Visitante Ad Honorem 4 horas semanales

##### **Profesor visitante (07/2016 - 12/2016)**

Profesor Visitante Ad Honorem 4 horas semanales

##### **Funcionario/Empleado (03/2008 - 07/2008)**

Ayudante de Primera con Dedicación Simple (equivalente a G2) 10 horas semanales

##### **Funcionario/Empleado (07/2007 - 12/2007)**

Ayudante de Segunda con Dedicación Simple (equivalente a G1) 10 horas semanales

#### **ACTIVIDADES**

##### **DOCENCIA**

**Licenciatura en Ciencias de la Computación (07/2018 - 12/2018 )**

Grado  
Responsable  
Asignaturas:  
Introducción a la Computación Cuántica y Fundamentos de Lenguajes de Programación, 48 horas,  
Teórico-Práctico

**Licenciatura en Ciencias de la Computación (07/2016 - 12/2016 )**

Grado  
Responsable  
Asignaturas:  
Introducción a la Computación Cuántica y Fundamentos de Lenguajes de Programación, 48 horas,  
Teórico-Práctico

**Licenciatura en Ciencias de la Computación (03/2008 - 07/2008 )**

Grado  
Asistente  
Asignaturas:  
Álgebra y Geometría Analítica I, 48 horas, Práctico  
Análisis Matemático I, 48 horas, Práctico

**Licenciatura en Ciencias de la Computación (07/2007 - 12/2007 )**

Grado  
Asistente  
Asignaturas:  
Análisis Matemático IV, 48 horas, Práctico

**SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - ITALIA**

Universidad de Turín

**VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

**Profesor visitante (01/2016 - 07/2016)**

Investigador invitado 40 horas semanales / Dedicación total  
Programa WWS

**SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - FRANCIA**

Université Paris-Ouest Nanterre La Défense

**VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

**Otro (10/2012 - 08/2014)**

Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche 40 horas semanales / Dedicación total  
Asociado al Inria Paris-Rocquencourt.

**ACTIVIDADES**

**DOCENCIA**

**Économie et droit (02/2014 - 07/2014 )**

Grado  
Asistente

**Psychologie (10/2013 - 07/2014 )**

Grado  
Asistente  
Asignaturas:  
Méthodologie de la mesure en science humaines, 2 horas, Práctico

**Économie et gestion (10/2013 - 01/2014 )**

Grado  
Asistente  
Asignaturas:  
Probabilités, 2 horas, Práctico

**Économie et gestion (02/2013 - 06/2013 )**

Grado  
Asistente  
Asignaturas:  
Mathématiques 2, 2 horas, Práctico  
Probabilités, 2 horas, Práctico

**Économie et gestion (10/2012 - 01/2013 )**

Grado  
Asistente  
Asignaturas:  
Mathématiques 1, 2 horas, Práctico

**SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - FRANCIA**

Université Paris Nord XIII / Laboratoire d'Informatique de Paris-Nord

**VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

**Otro (10/2011 - 09/2012)**

Posdoctorando 40 horas semanales / Dedicación total

**SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - FRANCIA**

Université Grenoble-Alpes / Laboratoire d'Informatique de Grenoble

**VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

**Becario (10/2008 - 09/2011)**

Becario doctoral 40 horas semanales / Dedicación total

**SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - FRANCIA**

Université Joseph Fourier (Grenoble 1)

**VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

**Funcionario/Empleado (10/2010 - 01/2011)**

Vacataire (contratado) 2 horas semanales

**ACTIVIDADES**

**DOCENCIA**

**Informatique (10/2010 - 01/2011 )**

Grado  
Asistente  
Asignaturas:  
Compléments mathématiques et introduction à la logique et la preuve formelle, 3 horas, Práctico

**SECTOR EXTRANJERO/INTERNACIONAL/OTROS - FRANCIA**

Institut National Polytechnique de Grenoble / ESISAR

**VÍNCULOS CON LA INSTITUCIÓN**

## Funcionario/Empleado (09/2009 - 07/2010)

Vacataire (contratado) 3 horas semanales

## ACTIVIDADES

### DOCENCIA

#### M2 Informatique et Réseau (02/2010 - 07/2010)

Maestría  
Responsable

#### M2 Électronique, Informatique, Systèmes (09/2009 - 01/2010)

Maestría  
Responsable  
Asignaturas:  
Théorie des graphes, 3 horas, Teórico-Práctico

### CARGA HORARIA

Carga horaria de docencia: 10 horas  
Carga horaria de investigación: 38 horas  
Carga horaria de formación RRHH: 10 horas  
Carga horaria de extensión: 1 hora  
Carga horaria de gestión: 1 hora

## Producción científica/tecnológica

Mi campo de trabajo es la teoría de la computación, con un foco particular en los fundamentos formales de la computación clásica y cuántica. Mis intereses abarcan teoría de tipos, sistemas de reescritura, lógica y teoría de categorías, entendidas como herramientas para modelar rigurosamente el comportamiento de los programas y sus recursos. En los últimos años he contribuido de manera sostenida al desarrollo de modelos y lenguajes para la computación cuántica, un área en expansión donde temas como el control cuántico, la caracterización semántica de mediciones y la verificación de programas siguen siendo desafíos abiertos. Estos aportes han sido difundidos en más de cuarenta publicaciones en revistas y conferencias de referencia internacional (como LICS, Theoretical Computer Science, Logical Methods in Computer Science o Mathematical Structures in Computer Science), lo que refleja la continuidad de una línea de investigación centrada en fundamentos y en su conexión con lenguajes de programación. Mi producción se orienta a abordar problemas estructurales de largo plazo, construyendo marcos formales que permitan razonar con precisión sobre programas y sus propiedades, y que sirvan de base para futuras aplicaciones en lenguajes cuánticos de más alto nivel.

## Producción bibliográfica

### ARTÍCULOS PUBLICADOS

#### ARBITRADOS

##### The sup connective in IMALL: A categorical semantics (Completo, 2026)

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , O. MALHERBE  
Theoretical Computer Science, v.: 1072 p.:115845 2026  
Lugar de publicación: Netherlands  
ISSN: 03043975  
DOI: [10.1016/j.tcs.2026.115845](https://doi.org/10.1016/j.tcs.2026.115845)  
<https://doi.org/10.1016/j.tcs.2026.115845>  
WEB OF SCIENCE™ Scopus®

##### An algebraic extension of intuitionistic linear logic: the lambda\_!-calculus and its categorical model (Completo, 2025) Trabajo relevante

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , Malena Ivinsky , O. MALHERBE  
Journal of Logic and Computation, v.: 35 8 , 2025

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: United kingdom

ISSN: 0955792X

E-ISSN: 1465363X

DOI: [10.1093/logcom/exaf053](https://doi.org/10.1093/logcom/exaf053)

<https://doi.org/10.1093/logcom/exaf053>

We introduce the LS!-calculus, a linear lambda-calculus extended with scalar multiplication and term addition, that acts as a proof language for intuitionistic linear logic (ILL). These algebraic operations enable the direct expression of linearity at the syntactic level, a property not typically available in standard proof-term calculi. Building upon previous work, we develop the LS!-calculus as an extension of the LS-calculus with the ! modality. We prove key meta-theoretical properties-- subject reduction, confluence, strong normalisation, and an introduction property--as well as preserve the expressiveness of the original LS-calculus, including the encoding of vectors and matrices, and the correspondence between proof-terms and linear functions. A denotational semantics is provided in the framework of linear categories with biproducts, ensuring a sound and adequate interpretation of the calculus. This work is part of a broader programme aiming to build a measurement-free quantum programming language grounded in linear logic.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

### **A linear linear lambda-calculus (Completo, 2024)** Trabajo relevante

ALEJANDRO DÍAZ-CARO, GILLES DOWEK

Mathematical Structures in Computer Science, v.: 34 10, p.:1103 - 1137, 2024

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: United kingdom

ISSN: 09601295

E-ISSN: 14698072

DOI: [10.1017/s0960129524000197](https://doi.org/10.1017/s0960129524000197)

<https://doi.org/10.1017/s0960129524000197>

We present a linearity theorem for a proof language of intuitionistic multiplicative additive linear logic, incorporating addition and scalar multiplication. The proofs in this language are linear in the algebraic sense. This work is part of a broader research program aiming to define a logic with a proof language that forms a quantum programming language.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

### **Classically time-controlled quantum automata: definition and properties (Completo, 2024)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO, MARCOS VILLAGRA

The Computer Journal, v.: 68 1, p.:23 - 31, 2024

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Computación cuántica

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: United kingdom

ISSN: 00104620

E-ISSN: 14602067

DOI: [10.1093/comjnl/bxae089](https://doi.org/10.1093/comjnl/bxae089)

<https://doi.org/10.1093/comjnl/bxae089>

In this paper, we introduce classically time-controlled quantum automata or classically time-controlled quantum automaton (CTQA), which is a reasonable modification of Moore-Crutchfield quantum finite automata that uses time-dependent evolution and a scheduler defining how long each Hamiltonian will run. Surprisingly enough, time-dependent evolution provides a significant change in the computational power of quantum automata with respect to a discrete quantum model. Indeed, we show that if a scheduler is not computationally restricted, then a CTQA could even decide the Halting problem. In order to unearth the computational capabilities of CTQAs, we study the case of a computationally restricted scheduler. In particular, we showed that depending on the type of restriction imposed on the scheduler, a CTQA can (i) recognize non-regular languages with cut-point, even in the presence of Karp-Lipton advice, and (ii) recognize non-regular promise languages with bounded-error. Furthermore, we study the cutpoint-union of cutpoint languages by introducing a new model of Moore-Crutchfield quantum finite automata with a

rotating tape head. CTQA presents itself as a new model of computation that provides a different approach to a formal study of ?classical control, quantum data? schemes in quantum computing.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

### **A new connective in natural deduction, and its application to quantum computing (Completo, 2023)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , GILLES DOWEK

Theoretical Computer Science, v.: 957 p.:113840 2023

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: Netherlands

ISSN: 03043975

DOI: [10.1016/j.tcs.2023.113840](https://doi.org/10.1016/j.tcs.2023.113840)

<https://doi.org/10.1016/j.tcs.2023.113840>

We investigate an unsuspected connection between logical connectives with non-harmonious deduction rules, such as Prior's tonk, and quantum computing. We argue that these connectives model the information-erasure, the non-reversibility, and the non-determinism that occur, among other places, in quantum measurement. We introduce an intuitionistic propositional logic with a non-harmonious logical connective sup and two interstitial rules, and show that the proof language of this logic forms the core of a quantum programming language.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

### **Extensional proofs in a propositional logic modulo isomorphisms (Completo, 2023)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , GILLES DOWEK

Theoretical Computer Science, v.: 977 p.:114172 2023

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: Netherlands

ISSN: 03043975

DOI: [10.1016/j.tcs.2023.114172](https://doi.org/10.1016/j.tcs.2023.114172)

<https://doi.org/10.1016/j.tcs.2023.114172>

System I is a proof language for a fragment of propositional logic where isomorphic propositions, such as  $A \multimap B$  and  $B \multimap A$ , or  $A \multimap (B \multimap C)$  and  $(A \multimap B) \multimap (A \multimap C)$  are made equal. System I enjoys the strong normalization property. This is sufficient to prove the existence of empty types, but not to prove the introduction property (every closed term in normal form is an introduction). Moreover, a severe restriction had to be made on the types of the variables in order to obtain the existence of empty types. We show here that adding  $\multimap$ -expansion rules to System I permits to drop this restriction, and yields a strongly normalizing calculus which enjoys the full introduction property.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

### **A concrete model for a typed linear algebraic lambda calculus (Completo, 2023)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , O. MALHERBE

Mathematical Structures in Computer Science, v.: 34 1 , p.:1 - 44, 2023

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: United kingdom

ISSN: 09601295

E-ISSN: 14698072

DOI: [10.1017/s0960129523000361](https://doi.org/10.1017/s0960129523000361)

<https://doi.org/10.1017/s0960129523000361>

We give an adequate, concrete, categorical-based model for Lambda-S, which is a typed version of a linear-algebraic lambda calculus, extended with measurements. Lambda-S is an extension to first-order lambda calculus unifying two approaches of non-cloning in quantum lambda-calculi: to forbid duplication of variables, and to consider all lambda-terms as algebraic linear functions. The type system of Lambda-S have a superposition constructor S such that a type A is considered as the base of a vector space while SA is its span. Our model considers S as the composition of two functors in an adjunction relation between the category of sets and the category of vector spaces over C. The right adjoint is a forgetful functor U, which is hidden in the language, and plays a central role in the computational reasoning.

**Quantum Control in the Unitary Sphere: Lambda-S1 and its Categorical Model (Completo, 2022)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , O. MALHERBE

Logical Methods in Computer Science, v.: 18 3 , 2022

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: Germany

E-ISSN: 18605974

DOI: [10.46298/lmcs-18\(3:32\)2022](https://doi.org/10.46298/lmcs-18(3:32)2022)

[https://doi.org/10.46298/lmcs-18\(3:32\)2022](https://doi.org/10.46298/lmcs-18(3:32)2022)

In a recent paper, a realizability technique has been used to give a semantics of a quantum lambda calculus. Such a technique gives rise to an infinite number of valid typing rules, without giving preference to any subset of those. In this paper, we introduce a valid subset of typing rules, defining an expressive enough quantum calculus. Then, we propose a categorical semantics for it. Such a semantics consists of an adjunction between the category of distributive-action spaces of value distributions (that is, linear combinations of values in the lambda calculus), and the category of sets of value distributions.

**A Categorical Construction for the Computational Definition of Vector Spaces (Completo, 2020)** Trabajo relevante

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , O. MALHERBE

Applied Categorical Structures, v.: 28 5 , p.:807 - 844, 2020

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: Netherlands

ISSN: 09272852

E-ISSN: 15729095

DOI: [10.1007/s10485-020-09598-7](https://doi.org/10.1007/s10485-020-09598-7)

<https://doi.org/10.1007/s10485-020-09598-7>

Lambda-S is an extension to first-order lambda calculus unifying two approaches of non-cloning in quantum lambda-calculi. One is to forbid duplication of variables, while the other is to consider all lambda-terms as algebraic linear functions. The type system of Lambda-S has a constructor S such that a type A is considered as the base of a vector space while S(A) is its span. Lambda-S can also be seen as a language for the computational manipulation of vector spaces: The vector spaces axioms are given as a rewrite system, describing the computational steps to be performed. In this paper we give an abstract categorical semantics of Lambda-S\* (a fragment of Lambda-S), showing that S can be interpreted as the composition of two functors in an adjunction relation between a Cartesian category and an additive symmetric monoidal category. The right adjoint is a forgetful functor U, which is hidden in the language, and plays a central role in the computational reasoning.

**Two linearities for quantum computing in the lambda calculus (Completo, 2019)** Trabajo relevante

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , GILLES DOWEK , JUAN PABLO RINALDI

Biosystems, v.: 186 p.:104012 2019

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: Netherlands

ISSN: 03032647

DOI: [10.1016/j.biosystems.2019.104012](https://doi.org/10.1016/j.biosystems.2019.104012)

<https://doi.org/10.1016/j.biosystems.2019.104012>

We propose a way to unify two approaches of non-cloning in quantum lambda-calculi: logical and algebraic linearities. The first approach is to forbid duplicating variables, while the second is to consider all lambda-terms as algebraic-linear functions. We illustrate this idea by defining a quantum extension of first-order simply-typed lambda-calculus, where the type is linear on superposition, while allows cloning base vectors. In addition, we provide an interpretation of the

calculus where superposed types are interpreted as vector spaces and non-superposed types as their basis.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

### **The vectorial $\lambda$ -calculus (Completo, 2017)**

PABLO ARRIGHI , ALEJANDRO DÍAZ-CARO , BENOÎT VALIRON

Information and Computation, v.: 254 1 , p.:105 - 139, 2017

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: United states

ISSN: 08905401

E-ISSN: 10902651

DOI: [10.1016/j.ic.2017.04.001](https://doi.org/10.1016/j.ic.2017.04.001)

<https://doi.org/10.1016/j.ic.2017.04.001>

We describe a type system for the linear-algebraic  $\lambda$ -calculus. The type system accounts for the linear-algebraic aspects of this extension of  $\lambda$ -calculus: it is able to statically describe the linear combinations of terms that will be obtained when reducing the programs. This gives rise to an original type theory where types, in the same way as terms, can be superposed into linear combinations. We prove that the resulting typed  $\lambda$ -calculus is strongly normalising and features weak subject reduction. Finally, we show how to naturally encode matrices and vectors in this typed calculus.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

### **Call-by-value, call-by-name and the vectorial behaviour of the algebraic $\lambda$ -calculus (Completo, 2014)**

ALI ASSAF , ALEJANDRO DÍAZ-CARO , SIMON PERDRIX , CHRISTINE TASSON , BENOÎT VALIRON

Logical Methods in Computer Science, v.: 10 4 , 2014

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: Germany

E-ISSN: 18605974

DOI: [10.2168/lmcs-10\(4:8\)2014](https://doi.org/10.2168/lmcs-10(4:8)2014)

[https://doi.org/10.2168/lmcs-10\(4:8\)2014](https://doi.org/10.2168/lmcs-10(4:8)2014)

We examine the relationship between the algebraic  $\lambda$ -calculus, a fragment of the differential  $\lambda$ -calculus and the linear-algebraic  $\lambda$ -calculus, a candidate  $\lambda$ -calculus for quantum computation. Both calculi are algebraic: each one is equipped with an additive and a scalar-multiplicative structure, and their set of terms is closed under linear combinations. However, the two languages were built using different approaches: the former is a call-by-name language whereas the latter is call-by-value; the former considers algebraic equalities whereas the latter approaches them through rewrite rules. In this paper, we analyse how these different approaches relate to one another. To this end, we propose four canonical languages based on each of the possible choices: call-by-name versus call-by-value, algebraic equality versus algebraic rewriting. We show that the various languages simulate one another. Due to subtle interaction between beta-reduction and algebraic rewriting, to make the languages consistent some additional hypotheses such as confluence or normalisation might be required. We carefully devise the required properties for each proof, making them general enough to be valid for any sub-language satisfying the corresponding properties.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

### **A System F accounting for scalars (Completo, 2012)**

PABLO ARRIGHI , ALEJANDRO DIAZ-CARO

Logical Methods in Computer Science, v.: 8 1 , 2012

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Fundamentos de lenguajes de programación y computación cuántica

Medio de divulgación: Internet

Lugar de publicación: Germany

E-ISSN: 18605974

DOI: [10.2168/lmcs-8\(1:11\)2012](https://doi.org/10.2168/lmcs-8(1:11)2012)

[https://doi.org/10.2168/lmcs-8\(1:11\)2012](https://doi.org/10.2168/lmcs-8(1:11)2012)

The Algebraic lambda-calculus and the Linear-Algebraic lambda-calculus extend the lambda-calculus with the possibility of making arbitrary linear combinations of terms. In this paper we provide a fine-grained, System F-like type system for the linear-algebraic lambda-calculus. We show that this "scalar" type system enjoys both the subject-reduction property and the strong-normalisation property, our main technical results. The latter yields a significant simplification of the linear-algebraic lambda-calculus itself, by removing the need for some restrictions in its reduction rules. But the more important, original feature of this scalar type system is that it keeps track of 'the amount of a type' that is present in each term. As an example of its use, we show that it can serve as a guarantee that the normal form of a term is barycentric, i.e that its scalars are summing to one.

WEB OF SCIENCE™ Scopus®

## LIBROS

### **Proceedings of the 22th International Conference on Quantum Physics and Logic (QPL 2025) (Compilación , 2025)** Publicado

Alejandro Díaz-Caro , Ognyan Oreshkov , Ana Belén Sainz

Número de volúmenes: 426

Número de páginas: 316 , Electronic Proceedings in Theoretical Computer Sci

Editorial: Open Publishing Association

Tipo de publicación: Investigación

Referado

Medio de divulgación: Internet

ISSN/ISBN: 2075-2180

<https://cgi.cse.unsw.edu.au/~eptcs/content.cgi?QPL2025>

ISSN: 2075-2180 <https://doi.org/10.4204/EPTCS.426>

### **Proceedings of the 21st International Conference on Quantum Physics and Logic (QPL 2024) (Compilación , 2024)** Publicado

Alejandro Díaz-Caro , Vladimir Zamdzhiev

Número de volúmenes: 406

Número de páginas: 221 , EPTCS

Editorial: Open Publishing Association

Tipo de publicación: Investigación

Referado

Medio de divulgación: Internet

ISSN/ISBN: 2075-2180

<https://cgi.cse.unsw.edu.au/~eptcs/content.cgi?QPL2024>

ISSN: 2075-2180 <https://doi.org/10.4204/EPTCS.406>

## DOCUMENTOS DE TRABAJO

### **Proving Termination With CPOs (2025)**

Completo

Alejandro Díaz-Caro , Gilles Dowek , Jean-Pierre Jouannaud

12th International Workshop on Higher-Order Rewriting (HOR 2025)

Medio de divulgación: Internet

<https://inria.hal.science/hal-05146299>

In this paper, we show how to use the computability path ordering for proving termination of complex cut-elimination calculi aiming at providing a basis for quantum computations. A new CPO rule for CPO is introduced which allows to overcome the lack of transitivity of CPO whose transitive closure is an order while CPO is not.

### **Runtime Analysis of Quantum Programs: A Formal Approach (2020)**

Completo

Federico Olmedo , Alejandro Díaz-Caro

1st International Workshop on Programming Languages for Quantum Computing (PLanQC 2020)

Medio de divulgación: Internet

<https://arxiv.org/abs/1911.11247>

In this abstract we study the resource consumption of quantum programs. Specifically, we focus on

the expected runtime of programs and, inspired by recent methods for probabilistic programs, we develop a calculus à la weakest precondition to formally and systematically derive the (exact) expected runtime of quantum programs. Notably, the calculus admits a notion of loop runtime invariant that can be readily used to derive upper bounds of their runtime. Finally, we show the applicability of our calculus analyzing the runtime of (a simplified version of) the BB84 quantum key distribution protocol.

### **Equivalence of algebraic lambda-calculi (2010)**

Completo

Alejandro Díaz-Caro , Simon Perdrix , Cristine Tasson , Benoît Valiron

5th International Workshop on Higher-Order Rewriting (HOR 2010)

Medio de divulgación: Internet

<https://arxiv.org/abs/1005.2897v1>

We examine the relationship between the algebraic lambda-calculus Lalg, a fragment of the differential lambda-calculus, and the linear-algebraic lambda-calculus Llin, a candidate lambda-calculus for quantum computation. Both calculi are algebraic: each one is equipped with an additive and a scalar-multiplicative structure, and the set of terms is closed under linear combinations. We answer the conjectured question of the simulation of Lalg by Llin and the reverse simulation of Llin by Lalg. Our proof relies on the observation that Llin is essentially call-by-value, while Lalg is call-by-name. The former simulation uses the standard notion of thunks, while the latter is based on an algebraic extension of the continuation passing style. This result is a step towards an extension of call-by-value / call-by-name duality to algebraic lambda-calculi.

## **PUBLICACIÓN DE TRABAJOS PRESENTADOS EN EVENTOS**

### **Towards a Computational Quantum Logic (2025)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 21st Conference on Computability in Europe (CiE 2025)

Ciudad: Lisboa, Portugal

Año del evento: 2025

Anales/Proceedings: Lecture Notes in Computer Science

Volumen: 15764

Página inicial: 34

Página final: 46

ISSN/ISBN: 9783031959073

Publicación arbitrada

Escrita por invitación

Editorial: Springer Nature Switzerland

Ciudad: Cham

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1007/978-3-031-95908-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-95908-0_3)

[https://doi.org/10.1007/978-3-031-95908-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-95908-0_3)

This invited paper presents an overview of an ongoing research program aimed at extending the Curry-Howard-Lambek correspondence to quantum computation. We explore two key frameworks that provide both logical and computational foundations for quantum programming languages. The first framework, the Lambda-S calculus, extends the lambda calculus by incorporating quantum superposition, enforcing linearity, and ensuring unitarity, to model quantum control. Its categorical semantics establishes a structured connection between classical and quantum computation through an adjunction between Cartesian closed categories and additive symmetric monoidal closed categories. The second framework, the L? calculus, introduces a proof language for intuitionistic linear logic augmented with sum and scalar operations. This enables the formal encoding of quantum superpositions and measurements, leading to a computational model grounded in categorical structures with biproducts. These approaches suggest a fundamental duality between quantum computation and linear logic, highlighting structural correspondences between logical proofs and quantum programs. We discuss ongoing developments, including extensions to polymorphism, categorical and realizability models, as well as the integration of the modality !, which further solidify the connection between logic and quantum programming languages.

**Scopus**

### **IMALL with a Mixed-State Modality: A Logical Approach to Quantum Computation (2025)**

KINNARI DAVE , ALEJANDRO DÍAZ-CARO , VLADIMIR ZAMDZHEV

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 23rd Asian Symposium on Programming Languages and Systems (APLAS 2025)

Ciudad: Bangalore, India

Año del evento: 2025

Anales/Proceedings: Lecture Notes in Computer Science

Volumen: 16201

Página inicial: 131

Página final: 150

ISSN/ISBN: 9789819535842

Publicación arbitrada

Editorial: Springer Nature Singapore

Ciudad: Singapore

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1007/978-981-95-3585-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-95-3585-9_7)

[https://doi.org/10.1007/978-981-95-3585-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-95-3585-9_7)

We introduce a proof language for Intuitionistic Multiplicative Additive Linear Logic (IMALL), extended with a modality B to capture mixed-state quantum computation. The language supports algebraic constructs such as linear combinations, and embeds pure quantum computations within a mixed-state framework via B, interpreted categorically as a functor from a category of Hilbert Spaces to a category of finite-dimensional C\*-algebras. Measurement arises as a definable term, not as a constant, and the system avoids the use of quantum configurations, which are part of the theory of the quantum lambda calculus. Cut-elimination is defined via a composite reduction relation, and shown to be sound with respect to the denotational interpretation. We prove that any linear map on  $\mathbb{C}^2$  can be represented within the system, and illustrate this expressiveness with examples such as quantum teleportation and the quantum switch.

#### **A Quantum-Control Lambda-Calculus with Multiple Measurement Bases (2025)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , Nicolas A. Monzon

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 23rd Asian Symposium on Programming Languages and Systems (APLAS 2025)

Ciudad: Bangalore, India

Año del evento: 2025

Anales/Proceedings: Lecture Notes in Computer Science

Volumen: 16201

Página inicial: 151

Página final: 170

ISSN/ISBN: 9789819535842

Publicación arbitrada

Editorial: Springer Nature Singapore

Ciudad: Singapore

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1007/978-981-95-3585-9\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-95-3585-9_8)

[https://doi.org/10.1007/978-981-95-3585-9\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-95-3585-9_8)

We introduce Lambda-SX, a typed quantum lambda-calculus that supports multiple measurement bases. By tracking duplicability relative to arbitrary bases within the type system, Lambda-SX enables more flexible control and compositional reasoning about measurements. We formalise its syntax, typing rules, subtyping, and operational semantics, and establish its key meta-theoretical properties. This proof-of-concept shows that support for multiple bases can be coherently integrated into the type discipline of quantum programming languages.

#### **Beyond Monads and Biproducts: A Uniform Interpretation of Parallelism in Intuitionistic Logic (2025)**

Alejandro Díaz-Caro , O. MALHERBE

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 45st Foundations of Software Technology and Theoretical Computer Science (FSTTCS 2025)

Ciudad: Goa, India

Año del evento: 2025

Anales/Proceedings: Leibniz International Proceedings in Informatics (LIPIcs)

Volumen: 360

Fascículo: 28

Página inicial: 1

Página final: 17

Publicación arbitrada

Editorial: Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum für Informatik

Medio de divulgación: Internet

Traditional approaches to modelling parallelism and algebraic structure in lambda calculi often rely on monads?as in Moggi's framework?or on rich categorical structures such as biproducts?as used in certain models of linear logic. In this work, we propose a minimal alternative that captures both parallelism and weighted parallelism (linear combinations) within the setting of intuitionistic propositional logic, without resorting to monads or assuming the existence of biproducts. We introduce two lambda calculi: a parallel lambda calculus and an algebraic lambda calculus, both extending full propositional intuitionistic logic. Their semantics are given in two categories:  $\text{MagSet}$ , whose objects are magmas and arrows are functions in  $\text{Set}$ ; and  $\text{AMagSet}$ , whose objects are action magmas. The key technical challenge addressed is the interpretation of disjunction in the presence of parallel and algebraic operators. Since the usual coproduct structure is unavailable in our minimal setting, we propose a novel set-theoretic interpretation based on the union of the disjoint union and the Cartesian product. This allows for the construction of sound and adequate models for both calculi. Our results offer a unified and structurally lightweight framework for modelling parallelism and algebraic effects in intuitionistic logic, opening the way to alternatives beyond the traditional monadic or linear logic approaches.

### **A Linear Proof Language for Second-Order Intuitionistic Linear Logic (2024)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , GILLES DOWEK , MALENA IVNISKY , OCTAVIO MALHERBE

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 30th International Workshop on Logic, Language, Information, and Computation

Ciudad: Berna, Suiza

Año del evento: 2024

Anales/Proceedings: Lecture Notes in Computer Science

Volumen: 14672

Página inicial: 18

Página final: 35

ISSN/ISBN: 9783031626869

Publicación arbitrada

Editorial: Springer Nature Switzerland

Ciudad: Cham

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1007/978-3-031-62687-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-031-62687-6_2)

[https://doi.org/10.1007/978-3-031-62687-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-031-62687-6_2)

We present a polymorphic linear lambda-calculus as a proof language for second-order intuitionistic linear logic. The calculus includes addition and scalar multiplication, enabling the proof of a linearity result at the syntactic level.

**Scopus**

### **Linear Lambda-Calculus is Linear (2022)**

Alejandro Díaz-Caro , Gilles Dowek

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 7th International Conference on Formal Structures for Computation and Deduction (FSCD 2022)

Ciudad: Haifa, Israel

Año del evento: 2022

Anales/Proceedings: Leibniz International Proceedings in Informatics (LIPIcs)

Volumen: 228

Fascículo: 21

Página inicial: 1

Página final: 17

Publicación arbitrada

Editorial: Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum für Informatik

Medio de divulgación: Internet

<https://doi.org/10.4230/LIPIcs.FSCD.2022.21>

We prove a linearity theorem for an extension of linear logic with addition and multiplication by a scalar: the proofs of some propositions in this logic are linear in the algebraic sense. This work is part of a wider research program that aims at defining a logic whose proof language is a quantum programming language.

Scopus

#### **A Note on Confluence in Typed Probabilistic Lambda Calculi (2022)**

RAFAEL ROMERO , ALEJANDRO DÍAZ-CARO

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 16th Workshop on Logical and Semantic Frameworks with Applications (LSFA 2021)

Ciudad: Virtual event, Buenos Aires, Argentina

Año del evento: 2022

Anales/Proceedings: Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science

Volumen: 357

Página inicial: 18

Página final: 24

Publicación arbitrada

Editorial: Open Publishing Association

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.4204/eptcs.357.2](https://doi.org/10.4204/eptcs.357.2)

<https://doi.org/10.4204/eptcs.357.2>

On the topic of probabilistic rewriting, there are several works studying both termination and confluence of different systems. While working with a lambda calculus modelling quantum computation, we found a system with probabilistic rewriting rules and strongly normalizing terms. We examine the effect of small modifications in probabilistic rewriting, affine variables, and strategies on the overall confluence in this strongly normalizing probabilistic calculus.

Scopus

#### **A Quick Overview on the Quantum Control Approach to the Lambda Calculus (2022)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 16th Workshop on Logical and Semantic Frameworks with Applications (LSFA 2021)

Ciudad: Virtual event, Buenos Aires, Argentina

Año del evento: 2022

Anales/Proceedings: Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science

Volumen: 357

Página inicial: 1

Página final: 17

Publicación arbitrada

Escrita por invitación

Editorial: Open Publishing Association

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.4204/eptcs.357.1](https://doi.org/10.4204/eptcs.357.1)

<https://doi.org/10.4204/eptcs.357.1>

In this short overview, we start with the basics of quantum computing, explaining the difference between the quantum and the classical control paradigms. We give an overview of the quantum control line of research within the lambda calculus, ranging from untyped calculi up to categorical and realisability models. This is a summary of the last 10+ years of research in this area, starting from Arrighi and Dowek's seminal work until today.

Scopus

#### **A New Connective in Natural Deduction, and Its Application to Quantum Computing (2021)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , GILLES DOWEK

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 8th International Colloquium on Theoretical Aspects of Computing (ICTAC 2021)

Ciudad: Virtual Event, Nur-Sultan, Kazakhstan

Año del evento: 2021

Anales/Proceedings: Lecture Notes in Computer Science

Volumen:12819  
Pagina inicial: 175  
Pagina final: 193  
ISSN/ISBN: 9783030853143  
Publicación arbitrada  
Editorial: Springer International Publishing  
Ciudad: Cham  
Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1007/978-3-030-85315-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85315-0_11)  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-85315-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85315-0_11)

We investigate an unsuspected connection between non-harmonious logical connectives, such as Prior's tonk, and quantum computing. We argue that non-harmonious connectives model the information erasure, the non-reversibility, and the non-determinism that occur, among other places, in quantum measurement. We introduce a propositional logic with a non-harmonious connective sup and show that its proof language forms the core of a quantum programming language.

Scopus

### **Polymorphic System I (2020)**

CRISTIAN F. SOTTILE , ALEJANDRO DÍAZ-CARO , PABLO E. MARTÍNEZ LÓPEZ

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: IFL 2020: 32nd Symposium on Implementation and Application of Functional Languages

Ciudad: Canterbury, Reino Unido

Año del evento: 2020

Anales/Proceedings: Proceedings of the 32nd Symposium on Implementation and Application of Functional Languages

Publicación arbitrada

Editorial: ACM

Ciudad: New York, NY, USA

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1145/3462172.3462198](https://doi.org/10.1145/3462172.3462198)  
<https://doi.org/10.1145/3462172.3462198>

System I is a simply-typed lambda calculus with pairs, extended with an equational theory obtained from considering the type isomorphisms as equalities. In this work we propose an extension of System I to polymorphic types, adding the corresponding isomorphisms. We provide non-standard proofs of subject reduction and strong normalisation, extending those of System I.

Scopus

### **Functional Pearl: The Distributive $\lambda$ -Calculus (2020)**

BENIAMINO ACCATTOLI , ALEJANDRO DÍAZ-CARO

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 15th International Symposium on Functional and Logic Programming (FLOPS 2020)

Ciudad: Akita, Japón

Año del evento: 2020

Anales/Proceedings: Lecture Notes in Computer Science

Volumen:12073

Pagina inicial: 34

Pagina final: 49

ISSN/ISBN: 9783030590246

Publicación arbitrada

Editorial: Springer International Publishing

Ciudad: Cham

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1007/978-3-030-59025-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-59025-3_3)  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-59025-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-59025-3_3)

We introduce a simple extension of the  $\lambda$ -calculus with pairs---called the distributive  $\lambda$ -calculus---obtained by adding a computational interpretation of the valid distributivity isomorphism  $A?(B?C) ? (A?B)?(A?C)$  of simple types. We study the calculus both as an untyped and as a simply typed setting. Key features of the untyped calculus are confluence, the absence of clashes of constructs, that is, evaluation never gets stuck, and a leftmost-outermost normalization theorem, obtained with straightforward proofs. With respect to simple types, we show that the new rules satisfy subject

reduction if types are considered up to the distributivity isomorphism. The main result is strong normalization for simple types up to distributivity. The proof is a smooth variation over the one for the  $\lambda$ -calculus with pairs and simple types.

Scopus

### Functional Pearl: The Distributive $\lambda$ -Calculus (2020)

BENIAMINO ACCATTOLI , ALEJANDRO DÍAZ-CARO

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Año del evento: 2020

Anales/Proceedings:Lecture Notes in Computer Science

Volumen:131

Fascículo: 14

Página inicial: 1

Página final: 23

ISSN/ISBN: 9783030590246

Publicación arbitrada

Editorial: Springer International Publishing

Ciudad: Cham

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1007/978-3-030-59025-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-59025-3_3)

[https://doi.org/10.1007/978-3-030-59025-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-59025-3_3)

We define a fragment of propositional logic where isomorphic propositions, such as  $A \wedge B$  and  $B \wedge A$ , or  $A \implies (B \wedge C)$  and  $(A \implies B) \wedge (A \implies C)$  are identified. We define System I, a proof language for this logic, and prove its normalisation and consistency.

Scopus

### Realizability in the Unitary Sphere (2019) Trabajo relevante

ALEJANDRO DIAZ-CARO , Guillermo , Miquel , BENOIT VALIRON

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 34th Annual ACM/IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS 2019)

Ciudad: Vancouver, BC, Canada

Año del evento: 2019

Anales/Proceedings:2019 34th Annual ACM/IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS)

Página inicial: 1

Página final: 13

Publicación arbitrada

Editorial: IEEE

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1109/lics.2019.8785834](https://doi.org/10.1109/lics.2019.8785834)

<https://doi.org/10.1109/lics.2019.8785834>

In this paper we present a semantics for a linear algebraic lambda-calculus based on realizability. This semantics characterizes a notion of unitarity in the system, answering a long standing issue. We derive from the semantics a set of typing rules for a simply-typed linear algebraic lambda-calculus, and show how it extends both to classical and quantum lambda-calculi.

Scopus

### A Concrete Categorical Semantics of Lambda-S (2019)

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , OCTAVIO MALHERBE

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 13th Workshop on Logical and Semantic Frameworks with Applications (LSFA 2018)

Ciudad: Fortaleza, Brasil

Año del evento: 2019

Anales/Proceedings:Electronic Notes in Theoretical Computer Science

Volumen:344

Página inicial: 83

Página final: 100

Publicación arbitrada

Editorial: Elsevier BV

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1016/j.entcs.2019.07.006](https://doi.org/10.1016/j.entcs.2019.07.006)

<https://doi.org/10.1016/j.entcs.2019.07.006>

Lambda-S is an extension to first-order lambda calculus unifying two approaches of non-cloning in quantum lambda-calculi. One is to forbid duplication of variables, while the other is to consider all lambda-terms as algebraic linear functions. The type system of Lambda-S have a constructor S such that a type A is considered as the base of a vector space while  $S(A)$  is its span. A first semantics of this calculus have been given when first presented, with such an interpretation: superposed types are interpreted as vectors spaces while non-superposed types as their basis. In this paper we give a concrete categorical semantics of Lambda-S, showing that S is interpreted as the composition of two functors in an adjunction relation between the category of sets and the category of vector spaces over  $\mathbb{C}$ . The right adjoint is a forgetful functor U, which is hidden in the language, and plays a central role in the computational reasoning.

Scopus

### **Classically Time-Controlled Quantum Automata (2018)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , MARCOS VILLAGRA

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 7th International Conference on Theory and Practice of Natural Computing

Ciudad: Dublin, Irlanda

Año del evento: 2018

Anales/Proceedings:Lecture Notes in Computer Science

Volumen:11324

Página inicial: 266

Página final: 278

ISSN/ISBN: 9783030040697

Publicación arbitrada

Editorial: Springer International Publishing

Ciudad: Cham

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1007/978-3-030-04070-3\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-04070-3_21)

[https://doi.org/10.1007/978-3-030-04070-3\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-04070-3_21)

In this paper, we introduce classically time-controlled quantum automata or CTQA, which is a reasonable modification of Moore-Crutchfield quantum finite automata that uses time-dependent evolution and a "scheduler" defining how long each Hamiltonian will run. Surprisingly enough, time-dependent evolution provides a significant change in the computational power of quantum automata with respect to a discrete quantum model. Indeed, we show that if a scheduler is not computationally restricted, then a CTQA could even decide the Halting problem. In order to unearth the computational capabilities of CTQAs we study the case of a computationally restricted scheduler. In particular, we showed that depending on the type of restriction imposed on the scheduler, a CTQA can (i) recognize non-regular languages with cut-point, even in the presence of Karp-Lipton advice, and (ii) recognize non-regular promise languages with bounded-error. Furthermore, we study the cutpoint-union of cutpoint languages by introducing a new model of Moore-Crutchfield quantum finite automata with a rotating tape head. CTQA presents itself as a new model of computation that provides a different approach to a formal study of "classical control, quantum data" schemes in quantum computing.

Scopus

### **Confluence in Probabilistic Rewriting (2018)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , GUIDO MARTÍNEZ

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 12th International Workshop on Logical and Semantic Frameworks with Applications (LSFA 2017)

Ciudad: Brasilia, Brasil

Año del evento: 2018

Anales/Proceedings:Electronic Notes in Theoretical Computer Science

Volumen:338

Página inicial: 115

Página final: 131

Publicación arbitrada

Editorial: Elsevier BV

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1016/j.entcs.2018.10.008](https://doi.org/10.1016/j.entcs.2018.10.008)

<https://doi.org/10.1016/j.entcs.2018.10.008>

Driven by the interest of reasoning about probabilistic programming languages, we set out to study a notion of unicity of normal forms for them. To provide a tractable proof method for it, we define a property of distribution confluence which is shown to imply the desired uniqueness (even for infinite sequences of reduction) and further properties. We then carry over several criteria from the classical case, such as Newman's lemma, to simplify proving confluence in concrete languages. Using these criteria, we obtain simple proofs of confluence for  $\lambda 1$ , an affine probabilistic  $\lambda$ -calculus, and for  $Q\lambda$ , a quantum programming language for which a related property has already been proven in the literature.

Scopus

### Typing Quantum Superpositions and Measurement (2017)

ALEJANDRO DÍAZ-CARO, GILLES DOWEK

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 6th International Conference on Theory and Practice of Natural Computing (TPNC 2017)

Ciudad: Praga, República Checa

Año del evento: 2017

Anales/Proceedings: Lecture Notes in Computer Science

Volumen: 10687

Página inicial: 281

Página final: 293

ISSN/ISBN: 9783319710686

Publicación arbitrada

Editorial: Springer International Publishing

Ciudad: Cham

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1007/978-3-319-71069-3\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71069-3_22)

[https://doi.org/10.1007/978-3-319-71069-3\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71069-3_22)

We propose a way to unify two approaches of non-cloning in quantum lambda-calculi. The first approach is to forbid duplicating variables, while the second is to consider all lambda-terms as algebraic-linear functions. We illustrate this idea by defining a quantum extension of first-order simply-typed lambda-calculus, where the type is linear on superposition, while allows cloning base vectors. In addition, we provide an interpretation of the calculus where superposed types are interpreted as vector spaces and non-superposed types as their basis.

Scopus

### A Lambda Calculus for Density Matrices with Classical and Probabilistic Controls (2017)

ALEJANDRO DÍAZ-CARO

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 5th Asian Symposium on Programming Languages and Systems (APLAS 2017)

Ciudad: Suzhou, China

Año del evento: 2017

Anales/Proceedings: Lecture Notes in Computer Science

Volumen: 10695

Página inicial: 448

Página final: 467

ISSN/ISBN: 9783319712369

Publicación arbitrada

Editorial: Springer International Publishing

Ciudad: Cham

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1007/978-3-319-71237-6\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71237-6_22)

[https://doi.org/10.1007/978-3-319-71237-6\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71237-6_22)

In this paper we present two flavors of a quantum extension to the lambda calculus. The first one,  $\lambda 1$ , follows the approach of classical control/quantum data, where the quantum data is represented by density matrices. We provide an interpretation for programs as density matrices and functions upon them. The second one,  $\lambda 2$ , take advantage of the density matrices presentation in order to follow the mixed trace of programs in a kind of generalised density matrix. Such a control can be

seen as a weaker form of the quantum control and data approach.

Scopus

#### **Retractions in Intersection Types (2017)**

MARIO COPPO , MARIANGIOLA DEZANI-CIANCAGLINI , ALEJANDRO DÍAZ-CARO , INES MARGARIA , MADDALENA ZACCHI

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 8th International Workshop on Intersection Types and Related Systems (ITRS 2016)

Ciudad: Polto, Portugal

Año del evento: 2017

Anales/Proceedings: Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science

Volumen: 242

Página inicial: 31

Página final: 47

Publicación arbitrada

Editorial: Open Publishing Association

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.4204/eptcs.242.5](https://doi.org/10.4204/eptcs.242.5)

<https://doi.org/10.4204/eptcs.242.5>

This paper deals with retraction - intended as isomorphic embedding - in intersection types building left and right inverses as terms of a lambda calculus with a bottom constant. The main result is a necessary and sufficient condition two strict intersection types must satisfy in order to assure the existence of two terms showing the first type to be a retract of the second one. Moreover, the characterisation of retraction in the standard intersection types is discussed.

Scopus

#### **Affine Computation and Affine Automaton (2016)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , ABUZER YAKARYILMAZ

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 11th International Computer Science Symposium in Russia (CSR 2016)

Ciudad: San Perersburgo, Rusia

Año del evento: 2016

Anales/Proceedings: Lecture Notes in Computer Science

Volumen: 9691

Página inicial: 146

Página final: 160

ISSN/ISBN: 9783319341705

Publicación arbitrada

Editorial: Springer International Publishing

Ciudad: Cham

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1007/978-3-319-34171-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-34171-2_11)

[https://doi.org/10.1007/978-3-319-34171-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-34171-2_11)

We introduce a quantum-like classical computational model, called affine computation, as a generalization of probabilistic computation. After giving the basics of affine computation, we define affine finite automata (AfA) and compare it with quantum and probabilistic finite automata (QFA and PFA, respectively) with respect to three basic language recognition modes. We show that, in the cases of bounded and unbounded error, AfAs are more powerful than QFAs and PFAs, and, in the case of nondeterministic computation, AfAs are more powerful than PFAs but equivalent to QFAs.

Scopus

#### **Isomorphisms considered as equalities: Projecting functions and enhancing partial application through an implementation of ?? (2015)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , PABLO E. MARTÍNEZ LÓPEZ

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: IFL '15: Symposium on the implementation and application of functional programming languages

Ciudad: Koblenz, Alemania

Año del evento: 2015

Anales/Proceedings: Proceedings of the 27th Symposium on the Implementation and Application of Functional Programming Languages

Fascículo: 9

Publicación arbitrada

Editorial: ACM

Ciudad: New York, NY, USA

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1145/2897336.2897346](https://doi.org/10.1145/2897336.2897346)

<https://doi.org/10.1145/2897336.2897346>

We propose an implementation of lambda+, a recently introduced simply typed lambda-calculus with pairs where isomorphic types are made equal. The rewrite system of lambda+ is a rewrite system modulo an equivalence relation, which makes its implementation non-trivial. We also extend lambda+ with natural numbers and general recursion and use Beki's theorem to split mutual recursions. This splitting, together with the features of lambda+, allows for a novel way of program transformation by reduction, by projecting a function before it is applied in order to simplify it. Also, carrying together with the associativity and commutativity of pairs gives an enhanced form of partial application.

Scopus

### **The probability of non-confluent systems (2014)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , GILLES DOWEK

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 9th International Workshop on Developments in Computational Models (DCM 2013)

Ciudad: Buenos Aires, Argentina

Año del evento: 2014

Anales/Proceedings: Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science

Volumen: 144

Página inicial: 1

Página final: 15

Publicación arbitrada

Editorial: Open Publishing Association

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.4204/eptcs.144.1](https://doi.org/10.4204/eptcs.144.1)

<https://doi.org/10.4204/eptcs.144.1>

We show how to provide a structure of probability space to the set of execution traces on a non-confluent abstract rewrite system, by defining a variant of a Lebesgue measure on the space of traces. Then, we show how to use this probability space to transform a non-deterministic calculus into a probabilistic one. We use as example Lambda+, a recently introduced calculus defined through type isomorphisms.

Scopus

### **Non determinism through type isomorphism (2013)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , GILLES DOWEK

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 7th Workshop on Logical and Semantic Frameworks, with Applications (LSFA 2012)

Ciudad: Rio de Janeiro, Brasil

Año del evento: 2013

Anales/Proceedings: Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science

Volumen: 113

Página inicial: 137

Página final: 144

Publicación arbitrada

Editorial: Open Publishing Association

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.4204/eptcs.113.13](https://doi.org/10.4204/eptcs.113.13)

<https://doi.org/10.4204/eptcs.113.13>

We define an equivalence relation on propositions and a proof system where equivalent propositions have the same proofs. The system obtained this way resembles several known non-deterministic and algebraic lambda-calculi.

### **Call by Value Non-determinism in a Linear Logic Type Discipline (2012)**

#### **Call-by-value non-determinism in a Linear Logic Type Discipline (2013)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , GIULIO MANZONETTO , MICHELE PAGANI

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: International Symposium on Logical Foundations of Computer Science (LFCS 2013)

Ciudad: San Diego, CA, Estados Unidos

Año del evento: 2013

Anales/Proceedings: Lecture Notes in Computer Science

Volumen: 7734

Página inicial: 164

Página final: 178

ISSN/ISBN: 9783642357213

Publicación arbitrada

Editorial: Springer Berlin Heidelberg

Ciudad: Berlin, Heidelberg

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1007/978-3-642-35722-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-642-35722-0_12)

[https://doi.org/10.1007/978-3-642-35722-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-642-35722-0_12)

We consider the call-by-value lambda-calculus extended with a may-convergent non-deterministic choice and a must-convergent parallel composition. Inspired by recent works on the relational semantics of linear logic and non-idempotent intersection types, we endow this calculus with a type system based on the so-called Girard's second translation of intuitionistic logic into linear logic. We prove that a term is typable if and only if it is converging, and that its typing tree carries enough information to give a bound on the length of its lazy call-by-value reduction. Moreover, when the typing tree is minimal, such a bound becomes the exact length of the reduction.

Scopus

#### **Linearity in the Non-deterministic Call-by-Value Setting (2012)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , BARBARA PETIT

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 19th International Workshop on Logic, Language, Information and Communication (WoLLIC 2012)

Ciudad: Buenos Aires, Argentina

Año del evento: 2012

Anales/Proceedings: Lecture Notes in Computer Science

Volumen: 7456

Página inicial: 216

Página final: 231

ISSN/ISBN: 9783642326202

Publicación arbitrada

Editorial: Springer Berlin Heidelberg

Ciudad: Berlin, Heidelberg

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1007/978-3-642-32621-9\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-642-32621-9_16)

[https://doi.org/10.1007/978-3-642-32621-9\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-642-32621-9_16)

We consider the non-deterministic extension of the call-by-value lambda calculus, which corresponds to the additive fragment of the linear-algebraic lambda-calculus. We define a fine-grained type system, capturing the right linearity present in such formalisms. After proving the subject reduction and the strong normalisation properties, we propose a translation of this calculus into the System F with pairs, which corresponds to a non linear fragment of linear logic. The translation provides a deeper understanding of the linearity in our setting.

Scopus

#### **Confluence via strong normalisation in an algebraic $\lambda$ -calculus with rewriting (2012)**

PABLO BUIRAS , ALEJANDRO DÍAZ-CARO , MAURO JASKELIOFF

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: 6th Workshop on Logical and Semantic Frameworks with Applications (LSFA 2011)

Ciudad: Belo Horizonte, Brasil

Año del evento: 2012

Anales/Proceedings: Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science

Volumen:81  
Pagina inicial: 16  
Pagina final: 29  
Publicación arbitrada  
Editorial: Open Publishing Association  
Medio de divulgación: Internet  
DOI: [10.4204/eptcs.81.2](https://doi.org/10.4204/eptcs.81.2)  
<https://doi.org/10.4204/eptcs.81.2>

The linear-algebraic lambda-calculus and the algebraic lambda-calculus are untyped lambda-calculi extended with arbitrary linear combinations of terms. The former presents the axioms of linear algebra in the form of a rewrite system, while the latter uses equalities. When given by rewrites, algebraic lambda-calculi are not confluent unless further restrictions are added. We provide a type system for the linear-algebraic lambda-calculus enforcing strong normalisation, which gives back confluence. The type system allows an abstract interpretation in System F.

### **A Type System for the Vectorial Aspect of the Linear-Algebraic Lambda-Calculus (2012)**

PABLO ARRIGHI , ALEJANDRO DÍAZ-CARO , BENOÎT VALIRON

Publicado  
Completo  
Evento: Internacional  
Descripción: 7th International Workshop on Developments of Computational Methods (DCM 2011)  
Ciudad: Zurich, Suiza  
Año del evento: 2012  
Anales/Proceedings:Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science  
Volumen:88  
Pagina inicial: 1  
Pagina final: 15  
Publicación arbitrada  
Editorial: Open Publishing Association  
Medio de divulgación: Internet  
DOI: [10.4204/eptcs.88.1](https://doi.org/10.4204/eptcs.88.1)  
<https://doi.org/10.4204/eptcs.88.1>

We describe a type system for the linear-algebraic lambda-calculus. The type system accounts for the part of the language emulating linear operators and vectors, i.e. it is able to statically describe the linear combinations of terms resulting from the reduction of programs. This gives rise to an original type theory where types, in the same way as terms, can be superposed into linear combinations. We show that the resulting typed lambda-calculus is strongly normalizing and features a weak subject-reduction.

### **Scalar System F for Linear-Algebraic Lambda-Calculus: Towards a Quantum Physical Logic (2011)**

PABLO ARRIGHI , ALEJANDRO DÍAZ-CARO

Publicado  
Completo  
Evento: Internacional  
Descripción: 6th International Workshop on Quantum Physics and Logic (QPL 2009)  
Ciudad: Oxford, Reino Unido  
Año del evento: 2011  
Anales/Proceedings:Electronic Notes in Theoretical Computer Science  
Volumen:270  
Fascículo: 2  
Pagina inicial: 219  
Pagina final: 229  
ISSN/ISBN: 1571-0661  
Publicación arbitrada  
Editorial: Elsevier BV  
Medio de divulgación: Internet  
DOI: [10.1016/j.entcs.2011.01.033](https://doi.org/10.1016/j.entcs.2011.01.033)  
<https://doi.org/10.1016/j.entcs.2011.01.033>

The Linear-Algebraic Lambda-Calculus extends the lambda-calculus with the possibility of making arbitrary linear combinations of terms  $a.t+b.u$ . Since one can express fixed points over sums in this calculus, one has a notion of infinities arising, and hence indefinite forms. As a consequence, in order to guarantee the confluence,  $t-t$  does not always reduce to 0 -- only if  $t$  is closed normal. In this paper we provide a System F like type system for the Linear-Algebraic Lambda-Calculus, which

guarantees normalisation and hence no need for such restrictions, t-t always reduces to 0. Moreover this type system keeps track of 'the amount of a type'. As such it can be seen as probabilistic type system, guaranteeing that terms define correct probabilistic functions. It can also be seen as a step along the quest toward a quantum physical logic through the Curry-Howard isomorphism.

Scopus

#### **Measurements and Confluence in Quantum Lambda Calculi With Explicit Qubits (2011)**

ALEJANDRO DÍAZ-CARO , PABLO ARRIGHI , MANUEL GADELLA , JONATHAN GRATTA

Publicado

Completo

Evento: Internacional

Descripción: Joint 5th International Workshop on Quantum Physics and Logic and 4th Workshop on Developments in Computational Models (QPL/DCM 2008)

Ciudad: Reykjavik, Islandia

Año del evento: 2011

Anales/Proceedings: Electronic Notes in Theoretical Computer Science

Volumen: 270

Fascículo: 1

Página inicial: 59

Página final: 74

ISSN/ISBN: 1571-0661

Publicación arbitrada

Editorial: Elsevier BV

Palabras clave: Quantum lambda calculus Measurement Confluence Probabilistic rewrite system

Medio de divulgación: Internet

DOI: [10.1016/j.entcs.2011.01.006](https://doi.org/10.1016/j.entcs.2011.01.006)

<https://doi.org/10.1016/j.entcs.2011.01.006>

Scopus

#### **TEXTOS EN PERIÓDICOS O REVISTAS**

#### **Lógica y computación cuántica: Un camino a través de los vaivenes políticos de la Argentina (2024)**

Bits de Ciencia v: 26, 20, 25

Revista

Alejandro Díaz-Caro

ISSN/ISBN: 0718-8005 (impresa)

Medio de divulgación: Papel

Lugar de publicación: Chile

<https://www.dcc.uchile.cl/descarga/media/bits/pdfs/bits26.20-logica-y-computacion-cuantica.pdf>

RESUMEN. En este artículo, comparto mi trayectoria como investigador en computación cuántica, entrelazándola con la historia de la ciencia en Argentina. Desde mis inicios como estudiante en Rosario, pasando por mi formación doctoral en Francia y mi posterior repatriación, describo los desafíos y logros de investigar en un contexto de inestabilidad política y económica. A pesar de las dificultades, destaco avances significativos en el campo, como el desarrollo de lenguajes de programación cuántica y el estudio de la relación entre lógica y computación cuántica. Espero que este relato contribuya a comprender la importancia de la cooperación internacional y la necesidad de políticas científicas sostenibles para fomentar la investigación en países como Argentina.

#### **¿Qué es la computación cuántica? (2016)**

Ciencia Hoy v: 150,

Revista

Alejandro Díaz-Caro

ISSN/ISBN: 1666-5171

Palabras clave: Computación cuántica

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación /

Medio de divulgación: Papel

Fecha de publicación: 30/08/2016

<https://cienciahoy.org.ar/2016/08/que-es-la-computacion-cuantica/>

Es un artículo de divulgación general

### Tras las huellas de la computación cuántica (2012)

Ensemble v: 9,  
Revista  
Alejandro Díaz-Caro

ISSN/ISBN:1852-5911

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación /

Medio de divulgación: Internet

Fecha de publicación: 15/11/2012

Lugar de publicación: Paris

[https://staff.dc.uba.ar/adiazcaro/d\\_5\\_diaz\\_caro.pdf](https://staff.dc.uba.ar/adiazcaro/d_5_diaz_caro.pdf)

Publicación en el Dossier Temático "Vidas y proyectos de jóvenes científicos argentinos" del número 9 de la revista Ensemble.

### PREPRINT

### Expectation-based Analysis of Higher-Order Quantum Programs (2025)

Martin Avanzini, Alejandro Díaz-Caro, Emmanuel Hainry, Romain Péchoux

<https://arxiv.org/abs/2504.18441>

The paper extends the expectation transformer based analysis of higher-order probabilistic programs to the quantum higher-order setting. The quantum language we are considering can be seen as an extension of PCF, featuring unbounded recursion. The language admits classical and quantum data, as well as a tick operator to account for costs. Our quantum expectation transformer translates such programs into a functional, non-quantum language, enriched with a type and operations over so called cost-structures. By specializing the cost-structure, this methodology makes it possible to study several expectation based properties of quantum programs, such as average case cost, probabilities of events or expected values, in terms of the translated non-quantum programs, this way enabling classical reasoning techniques. As a show-case, we adapt a refinement type system, capable of reasoning on upper-bounds.

### A new introduction rule for disjunction (2025)

Alejandro Díaz-Caro, Gilles Dowek

<https://arxiv.org/abs/2502.19172>

We extend Natural Deduction with a third introduction rule for the disjunction,  $\text{?-i3}$ , with a conclusion  $??A?B$ , but both premises  $??A$  and  $??B$ . This rule is admissible in Natural Deduction. This extension is interesting in several respects. First, it permits to solve a well-known problem in logics with interstitial rules that have a weak introduction property: closed cut-free proofs end with an introduction rule, except in the case of disjunctions. With this new introduction rule, we recover the strong introduction property: closed cut-free proofs always end with an introduction. Second, the termination proof of this proof system is simpler than that of the usual propositional Natural Deduction with interstitial rules, as it does not require the use of the so-called ultra-reduction rules. Third, this proof system, in its linear version, has applications to quantum computing: the  $\text{?-i3}$  rule enables the expression of quantum measurement, without the cost of introducing a new connective. Finally, even in logics without interstitial rules, the rule  $\text{?-i3}$  is useful to reduce commuting cuts, although, in this paper, we leave the termination of such reduction as an open problem.

### Basis-Sensitive Quantum Typing via Realisability (2025)

Alejandro Díaz-Caro, O. MALHERBE, Rafael Romero

DOI: [10.48550/arXiv.2510.18542](https://doi.org/10.48550/arXiv.2510.18542)

Medio de divulgación: Internet

<https://arxiv.org/abs/2510.18542>

We present  $?B$ , a quantum-control  $?B$ -calculus that refines previous basis-sensitive systems by allowing abstractions to be expressed with respect to arbitrary -- possibly entangled -- bases. Each abstraction and let construct is annotated with a basis, and a new basis-dependent substitution governs the decomposition of value distributions. These extensions preserve the expressive power of earlier calculi while enabling finer reasoning about programs under basis changes. A realisability semantics connects the reduction system with the type system, yielding a direct characterisation of unitary operators and ensuring safety by construction. From this semantics we derive a validated

family of typing rules, forming the foundation of a type-safe quantum programming language. We illustrate the expressive benefits of  $\lambda B$  through examples such as Deutsch's algorithm and quantum teleportation, where basis-aware typing captures classical determinism and deferred-measurement behaviour within a uniform framework.

#### **A feasible and unitary quantum programming language (2024)**

Alejandro Díaz-Caro , Emmanuel Hainry , Romain Péchoux , Mário Silva

<https://arxiv.org/abs/2311.01054>

We introduce a novel quantum programming language featuring higher-order programs and quantum controlflow which ensures that all qubit transformations are unitary. Our language boasts a type system guaranteeing both unitarity and polynomial-time normalization. Unitarity is achieved by using a special modality for superpositions while requiring orthogonality among superposed terms. Polynomial-time normalization is achieved using a linear-logic-based type discipline employing Barber and Plotkin duality along with a specific modality to account for potential duplications. This type discipline also guarantees that derived values have polynomial size. Our language seamlessly combines the two modalities: quantum circuit programs uphold unitarity, and all programs are evaluated in polynomial time, ensuring their feasibility.

## **Producción técnica**

### **OTRAS PRODUCCIONES**

#### **CURSOS DE CORTA DURACIÓN DICTADOS**

#### **Quantum programming languages with quantum control (2025)**

Alejandro Díaz-Caro

Extensión extracurricular

País: Francia

Idioma: Inglés

Web: <https://hebergement.universite-paris-saclay.fr/maqi/>

Tipo de participación: Docente

Duración: 1 semanas

Lugar: Saclay, Francia

Institución Promotora/Financiadora: Université Paris-Saclay

Información adicional: Curso de 1h de duración.

#### **Introducción a la computación cuántica (2020)**

Alejandro Díaz-Caro

Extensión extracurricular

País: Argentina

Idioma: Español

Tipo de participación: Docente

Duración: 1 semanas

Lugar: Virtual

Institución Promotora/Financiadora: Universidad Nacional de La Pampa

Información adicional: Curso de 9hs

#### **Foundations of quantum programming languages (2019)**

Alejandro Díaz-Caro

Extensión extracurricular

País: Brasil

Idioma: Inglés

Medio divulgación: Otros

Web: [http://www.mat.unb.br/verao2019/workshop\\_en.html](http://www.mat.unb.br/verao2019/workshop_en.html)

Tipo de participación: Docente

Unidad: día

Duración: 1 semanas

Ciudad: Brasilia, Brasil

Institución Promotora/Financiadora: Universidade de Brasilia

Areas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación /

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Pura /  
Información adicional: Curso de 3hs en el XI Summer Workshop in Mathematics.

#### **Introducción a la Computación Cuántica y Fundamentos de Lenguajes de Programación (2018)**

Alejandro Díaz-Caro  
Otro  
País: Argentina  
Idioma: Español  
Medio divulgación: Otros  
Web: <http://computacion-cuantica.web.unq.edu.ar/>  
Tipo de participación: Docente  
Unidad: semestre  
Duración: 1 semanas  
Ciudad: Rosario, Santa Fe, Argentina  
Institución Promotora/Financiadora: Universidad Nacional de Rosario  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación /  
Información adicional: Materia optativa con créditos para el doctorado dictada como profesor invitado.

#### **Fundamentos de Lenguajes para Computación Cuántica (2017)**

Alejandro Díaz-Caro  
Extensión extracurricular  
País: Argentina  
Idioma: Español  
Medio divulgación: Otros  
Web: <https://eci2017.dc.uba.ar/>  
Tipo de participación: Docente  
Unidad: semana  
Duración: 1 semanas  
Ciudad: Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
Institución Promotora/Financiadora: Universidad de Buenos Aires  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación /  
Información adicional: Curso de 15hs en la Escuela de Ciencias Informáticas.

#### **Fundamentos de Lenguajes de Programación para Computación Cuántica (2016)**

Alejandro Díaz-Caro  
Extensión extracurricular  
País: Argentina  
Idioma: Español  
Medio divulgación: Otros  
Web: <http://www.cacic2016.unsl.edu.ar/>  
Tipo de participación: Docente  
Unidad: semana  
Duración: 1 semanas  
Ciudad: San Luis, Argentina  
Institución Promotora/Financiadora: Universidad Nacional de San Luis  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación /  
Información adicional: Curso de 25hs en la Escuela de Informática del CACIC

#### **Fundamentos de Lenguajes de Programación Cuántica (2015)**

Alejandro Díaz-Caro  
Extensión extracurricular  
País: Argentina  
Idioma: Español  
Medio divulgación: Otros  
Web: [https://www.unrc.edu.ar/unrc/n\\_comp.cdc?nota=28890](https://www.unrc.edu.ar/unrc/n_comp.cdc?nota=28890)  
Tipo de participación: Docente  
Unidad: semana

Duración: 1 semanas  
Ciudad: Río Cuarto, Córdoba, Argentina  
Institución Promotora/Financiadora: Universidad Nacional de Río Cuarto  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación /  
Información adicional: Curso de 13hs en la Escuela de Verano de Ciencias Informáticas.

## EDICIÓN O REVISIÓN

### **Proceedings of the 22nd International Conference on Quantum Physics and Logic (2025)**

Alejandro Díaz-Caro , Ognyan Oreshkov , Ana Belén Sainz  
Anales  
País: Bulgaria  
Idioma: Inglés  
Web: <https://qpl2025.github.io>  
Editorial: Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science  
Información adicional: Proceedings de QPL 2025, por aparecer.

### **Proceedings of the 21st International Conference on Quantum Physics and Logic (2024)**

Alejandro Díaz-Caro , Vladimir Zamdzhiev  
Anales  
País: Argentina  
Idioma: Inglés  
Web: <https://cgi.cse.unsw.edu.au/~eptcs/content.cgi?QPL2024>  
Editorial: Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science  
Institución Promotora/Financiadora: Universidad de Buenos Aires  
Información adicional: This volume contains the proceedings of the 21st International Conference on Quantum Physics and Logic (QPL 2024). The conference was held from 15 to 19 July 2024, at Instituto de Ciencias de la Computación in Buenos Aires, Argentina, co-organized by Universidad Nacional de Quilmes and Universidad de Buenos Aires.

## PROGRAMAS EN RADIO O TV

### **Entrevista sobre computación cuántica (2024)**

Alejandro Díaz-Caro  
Entrevista  
País: Argentina  
Idioma: Español  
Web: <https://www.youtube.com/watch?v=IGv-ZUvOUME>  
Emisora: Canal de Youtube de David Yaps  
Fecha de la presentación: 27/06/2024  
Tema: Computación cuántica

### **Entrevista sobre el proyecto QCOMICAL (2024)**

Alejandro Díaz-Caro  
Entrevista  
País: Argentina  
Idioma: Español  
Web: <https://www.youtube.com/watch?v=2SHdWBps2xo>  
Emisora: C5N  
Fecha de la presentación: 08/07/2024  
Tema: Programa "Desde el Conocimiento"  
Información adicional: Descripción: Alejandro Díaz Caro , docente de la Universidad Nacional de Quilmes e investigador del CONICET coordina un proyecto internacional sobre computación cuántica y desarrollan lenguajes de programación sin errores.

### **Entrevista sobre computación cuántica (2020)**

Alejandro Díaz-Caro  
Entrevista  
País: Argentina  
Idioma: Español  
Web: <https://ar.radiocut.fm/audiocut/faro-un-programa-ciencia-entrevista-a-alejandro-diaz-caro->

[sobre-comp](#)

Emisora: FM Radio Noticias

Fecha de la presentación: 15/10/2020

Tema: Programa "El Faro - Un programa de ciencia"

Información adicional: Entrevista en la radio FM Radio Noticias de Santa Rosa, La Pampa, Argentina

## ORGANIZACIÓN DE EVENTOS

### **1st International Workshop on Logic in Quantum Computer Science (LIQCS 2026) (2026)**

Alejandro Díaz-Caro , Romain Péchoux , Benoît Valiron , Vladimir Zamdzhiev

Congreso

Sub Tipo: Organización

Lugar: Francia ,Paris

Idioma: Inglés

Web: <https://liqcs2026.github.io/>

Duración: 1 semanas

Evento itinerante: SI

Institución Promotora/Financiadora: Inria

### **1st QCOMICAL School on Quantum and Classical Programming Languages and Semantics (2025)**

Kostia Chardonnet , Alejandro Díaz-Caro , Simon Perdrix , Benoît Valiron

Otro

Sub Tipo: Organización

Lugar: Francia ,Nancy

Idioma: Inglés

Web: <https://qcomical2025.github.io/>

Duración: 1 semanas

Evento itinerante: SI

Institución Promotora/Financiadora: Inria

Información adicional: Es una escuela de otoño, en el marco del proyecto QCOMICAL. Hubo más de 60 inscriptos de diversos lugares del mundo.

### **21th International Conference on Quantum Physics and Logic (QPL 2024) (2024)**

Alejandro Díaz-Caro

Congreso

Sub Tipo: Organización

Lugar: Argentina ,Buenos Aires, Argentina

Idioma: Inglés

Web: <https://qpl2024.dc.uba.ar>

Duración: 1 semanas

Evento itinerante: SI

Institución Promotora/Financiadora: Universidad de Buenos Aires

### **6th International Conference on Formal Structures for Computation and Deduction (FSCD 2021) (2021)**

Alejandro Díaz-Caro

Congreso

Sub Tipo: Organización

Lugar: Argentina ,Buenos Aires

Idioma: Inglés

Web: <https://fscd2021.dc.uba.ar>

Duración: 1 semanas

Evento itinerante: SI

Institución Promotora/Financiadora: Universidad de Buenos Aires

## Evaluaciones

### EVALUACIÓN DE PROYECTOS

#### COMITÉ EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Comité evaluador del llamado a proyectos para el Personal de Apoyo a la Investigación y Desarrollo (2021)

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Instituto de Ciencias de la Computación (CONICET / Universidad de Buenos Aires) , Argentina  
Cantidad: Menos de 5

**Comité de revisión de proyectos de la ANR ( 2019 )**

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Agence National de la Recherche , Francia  
Cantidad: Mas de 20

Reviewer para un proyecto ANR.

**Comité de revisión de proyectos KLEIN ( 2019 )**

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Netherlands Organization for Scientific Research , Holanda  
Cantidad: Mas de 20

Reviewer para un proyecto KLEIN.

**Comisión de Evaluación de Matemática, Astronomía, Física y Computación ( 2018 )**

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de Cordoba / Secretaría de Ciencia y Tecnología , Argentina  
Cantidad: Mas de 20

**Comité de revisión de los proyectos de investigación fundamental Clemente Estable ( 2018 )**

Sector Gobierno/Público / Agencia Nacional de Investigación e Innovación / Agencia Nacional de Investigación e Innovación , Uruguay  
Cantidad: Mas de 20

Reviewer de un proyecto de investigación fundamental del Fondo Clemente Estable

**Comité de revisión de los proyectos de investigación fundamental Clemente Estable ( 2017 )**

Sector Gobierno/Público / Agencia Nacional de Investigación e Innovación / Agencia Nacional de Investigación e Innovación , Uruguay  
Cantidad: Mas de 20

Reviewer

**Comité de revisión de los proyectos de investigación ( 2015 )**

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación / Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT) , Argentina  
Cantidad: Mas de 20

Evaluador experto de proyecto PICT

**Comité de revisión de los proyectos de investigación fundamental Clemente Estable ( 2015 )**

Sector Gobierno/Público / Agencia Nacional de Investigación e Innovación / Agencia Nacional de Investigación e Innovación , Uruguay  
Cantidad: Mas de 20

Reviewer

**EVALUACIÓN DE PUBLICACIONES**

**COMITÉ EDITORIAL**

**Journal of Logical and Algebraic Methods in Programming ( 2025 )**

Tipo de publicación: Revista

Editorial: Elsevier

Cantidad: De 5 a 20

Guest Editor de un Special Issue centrado en Quantum Physics and Logic. El llamado a trabajos inicia en 2025 y el deadline es en 2026, esperando completar la publicación entre fines de 2026 e inicios de 2027.

**IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing (TETC) ( 2025 )**

Tipo de publicación: Revista  
Editorial: IEEE  
Cantidad: De 5 a 20  
Associated Editor permanente desde 2025

**EVALUACIÓN DE EVENTOS Y CONGRESOS**

**23rd International Conference on Quantum Physics and Logic (QPL 2026) ( 2026 )**

Comité programa congreso  
Holanda  
Arbitrado

<https://qpl2026.github.io/>

**11th International Conference on Formal Structures for Computation and Deduction (FSCD 2026) ( 2026 )**

Comité programa congreso  
Portugal  
Arbitrado

<https://fscd-conference.org/editions/upcoming/>

**21st International Symposium on Logical and Semantic Frameworks, with Applications (LSFA 2026) ( 2026 )**

Comité programa congreso  
Portugal  
Arbitrado

<https://lsfa-workshop.github.io/2026/>

**1st International Workshop on Logic in Quantum Computer Science (LIQCS 2026) ( 2026 )**

Comité programa congreso  
Francia  
Arbitrado

<https://liqcs2026.github.io/>

**29th Brazilian Symposium on Programming Languages (SBLP 2025) ( 2025 )**

Comité programa congreso  
Brasil  
Arbitrado

**20th International Workshop on Logical and Semantics Frameworks, with Applications (LSFA 2025) ( 2025 )**

Comité programa congreso  
Brasil  
Arbitrado

**11th International Conference on Formal Structures for Computation and Deduction (FSCD 2026) ( 2025 )**

Comité programa congreso  
Portugal

Arbitrado

**22nd International Conference on Quantum Physics and Logic (QPL 2025) ( 2025 )**

Comité programa congreso  
Bulgaria  
Arbitrado

PC Chair junto a dos investigadores más

**5th International Workshop on Programming Languages for Quantum Computing (PLanQC 2025) ( 2025 )**

Comité programa congreso  
Estados Unidos  
Arbitrado

ACM

Workshop asociado a POPL, sin publicación. <https://popl25.sigplan.org/home/planqc-2025>

**9th International Conference on Formal Structures for Computation and Deduction (FSCD 2024) ( 2024 )**

Comité programa congreso  
Estonia  
Arbitrado

**21st International Conference on Quantum Physics and Logic (QPL 2024) ( 2024 )**

Comité programa congreso  
Argentina  
Arbitrado

Universidad de Buenos Aires y Universidad Nacional de Quilmes  
Conference Chair y PC Chair de QPL 2024 en Buenos Aires <https://qpl2024.dc.uba.ar>

**31st EACSL Annual Conference on Computer Science Logic (CSL 2023) ( 2023 )**

Comité programa congreso  
Polonia  
Arbitrado

**20th International Conference on Quantum Physics and Logic (QPL 2023) ( 2023 )**

Comité programa congreso  
Francia  
Arbitrado

**27th Brazilian Symposium on Programming Languages (SBLP 2023) ( 2023 )**

Comité programa congreso  
Brasil  
Arbitrado

**18th International Workshop on Logical and Semantics Frameworks, with Applications (LSFA 2023) ( 2023 )**

Comité programa congreso  
Italia

Arbitrado

**19th International Conference on Quantum Physics and Logic (QPL 2022) ( 2022 )**

Comité programa congreso  
Reino Unido  
Arbitrado

**26th Brazilian Symposium on Programming Languages (SBLP 2022) ( 2022 )**

Comité programa congreso  
Brasil  
Arbitrado

**11th International Workshop on Confluence (IWC 2022) ( 2022 )**

Comité programa congreso  
Israel  
Arbitrado

**17th International Workshop on Logical and Semantics Frameworks, with Applications (LSFA 2022) ( 2022 )**

Comité programa congreso  
Brasil  
Arbitrado

**International Conference on Formal Structures for Computation and Deduction (FSCD Steering Committee) ( 2021 / 2024 )**

Comité programa congreso  
Arbitrado

Miembro del Steering Committee por el período 2021-2024, elegido por votación.

**25th Brazilian Symposium on Programming Languages (SBLP 2021) ( 2021 )**

Comité programa congreso  
Brasil  
Arbitrado

**18th International Conference on Quantum Physics and Logic (QPL 2021) ( 2021 )**

Comité programa congreso  
Polonia  
Arbitrado

**10th International Workshop on Confluence (IWC 2021) ( 2021 )**

Comité programa congreso  
Argentina  
Arbitrado

**17th International Conference on Quantum Physics and Logic (QPL 2020) ( 2020 )**

Comité programa congreso  
Francia  
Arbitrado

**9th International Workshop on Confluence (IWC 2020) ( 2020 )**

Comité programa congreso  
Francia  
Arbitrado

**8th International Workshop on Confluence (IWC 2019) ( 2019 )**

Comité programa congreso  
Alemania  
Arbitrado

**V Concurso Latinoamericano de Tesis de Doctorado de CLEI 2019 ( 2019 )**

Comité programa congreso  
Panamá  
Arbitrado

**EVALUACIÓN DE PREMIOS**

**Premio de tesis doctorales del CLEI ( 2018 )**

Evaluación de premios y concursos  
Brasil

Cantidad: De 5 a 20

Revisor de una tesis para el premio de tesis doctorales de la XLIV Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI 2018)

**EVALUACIÓN DE CONVOCATORIAS CONCURSABLES**

**Concurso docente para dos cargos de Profesor Adjunto regulares ( 2022 )**

Comité evaluador  
Argentina  
Cantidad: Menos de 5  
Facultad de Cs. Exactas, Físicoquímicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto.  
Jurado suplente para concurso docente para dos cargos de Profesor Adjunto Efectivo con Dedicación Exclusiva en el Departamento de Computación.

**Concurso docente para dos cargos de Jefe de Trabajos Prácticos regulares ( 2022 )**

Comité evaluador  
Argentina  
Cantidad: Menos de 5  
Universidad de Buenos Aires  
Jurado titular para concurso docente para dos cargos de Jefe de Trabajos Prácticos regulares (uno con dedicación exclusiva y otro parcial) en el Departamento de Computación.

**Propuestas de proyectos para los CPA del ICC ( 2021 )**

Comité evaluador  
Argentina  
Cantidad: Menos de 5  
Instituto de Ciencias de la Computación  
Jurado para la definición del orden de mérito de los proyectos propuestos por investigadores para

los CPA (personal de apoyo científico) del instituto.

**Promoción CIC de Asistente a Adjunto. ( 2021 )**

Evaluación independiente

Argentina

Cantidad: Menos de 5

CONICET

"Especialista externo" en la evaluación de una Promoción CIC de Asistente a Adjunto.

**Convocatoria Solicitud de Ingreso a la Carrera del Investigador 2020 ( 2020 )**

Evaluación independiente

Argentina

Cantidad: Menos de 5

CONICET

"Especialista externo" en la evaluación de la "Convocatoria Solicitud de Ingreso a la Carrera del Investigador 2020", en dos candidaturas a investigador Asistente.

**Programa de ayudas para viajes académicos y de investigación para doctorandos del ICC / DC 2019 ( 2019 )**

Comité evaluador

Argentina

Cantidad: Menos de 5

Instituto de Ciencias de la Computación

**JURADO DE TESIS**

**Doctorado en Ciencias de la Computación ( 2026 )**

Jurado de mesa de evaluación de tesis

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de Córdoba / Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación , Argentina

Nivel de formación: Doctorado

**Doctorado en Ciencias de la Computación ( 2023 )**

Jurado de mesa de evaluación de tesis

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de Rosario / Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura , Argentina

Nivel de formación: Doctorado

**Licenciatura en Informática ( 2021 )**

Jurado de mesa de evaluación de tesis

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de Quilmes / Departamento de Ciencia y Tecnología , Argentina

Nivel de formación: Grado

**Licenciatura en Ciencias de la Computación ( 2020 )**

Jurado de mesa de evaluación de tesis

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de Rosario / Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura , Argentina

Nivel de formación: Grado

**Licenciatura en Física ( 2020 )**

Jurado de mesa de evaluación de tesis

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad de Buenos Aires / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales , Argentina

Nivel de formación: Grado

**Doctorado en Ciencias de la Computación ( 2020 )**

Jurado de mesa de evaluación de tesis

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad de Buenos Aires / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales , Argentina

Nivel de formación: Doctorado

### **Doctorado en Informática ( 2019 )**

Jurado de mesa de evaluación de tesis

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidade de Brasilia / Instituto de Ciencias Exactas ,  
Brasil

Nivel de formación: Doctorado

### **Licenciatura en Ciencias de la Computación ( 2018 )**

Jurado de mesa de evaluación de tesis

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad de Buenos Aires / Facultad de Ciencias  
Exactas y Naturales , Argentina

Nivel de formación: Grado

### **Licenciatura en Ciencias de la Computación ( 2015 )**

Jurado de mesa de evaluación de tesis

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad de Buenos Aires / Facultad de Ciencias  
Exactas y Naturales , Argentina

Nivel de formación: Grado

## **Formación de RRHH**

### **TUTORÍAS CONCLUIDAS**

#### **GRADO**

#### **A Compositional Extension of $\lambda p^\circ$ via Pauli Decomposition (2024 - 2026)**

Tesis/Monografía de grado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de  
Buenos Aires / Departamento de Computación , Argentina

Programa: Licenciatura en Ciencias de la Computación

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Tomás Miguez

País: Argentina

#### **On the Completeness of a Syntactically Linear Logic (2024 - 2025)**

Tesis/Monografía de grado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de  
Buenos Aires / Departamento de Computación , Argentina

Programa: Licenciatura en Ciencias de la Computación

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Carlos Miguel Soto

País: Argentina

#### **Implementación, formalización y extensión de un lenguaje imperativo de control cuántico (2024 - 2025)**

Tesis/Monografía de grado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias  
Exactas, Ingeniería y Agrimensura / Departamento de Ciencias de la Computación , Argentina

Programa: Licenciatura en Ciencias de la Computación

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Luciano Barletta

País: Argentina

Tesis de Licenciatura en Ciencias de la Computación, defendida el 17 de noviembre de 2025. Título:  
Lenguaje cuántico de control clásico basado en circuitos, con lógica de Hoare.

#### **Extensión de Lambda-S para diferentes bases de medición (2020 - 2025)**

Tesis/Monografía de grado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Argentina de la Empresa / Facultad de  
Ingeniería y Ciencias Exactas , Argentina

Programa: Ingeniería en Informática

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Nicolás Monzón

País: Argentina

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación

**Extensión con iteradores de un cálculo lambda a control cuántico (2023 - 2024)**

Tesis/Monografía de grado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de Quilmes / Departamento de Ciencia y Tecnología, Argentina

Programa: Licenciatura en Informática

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Álvaro Piorno

País: Argentina

**Operador de medición en un cálculo lambda con control cuántico (2021 - 2023)**

Tesis/Monografía de grado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad de Buenos Aires / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de computacion, Argentina

Programa: Licenciado en Ciencias de la Computación

Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad (Alejandro Díaz-Caro, Pablo E. Martínez López)

Nombre del orientado: Nicolás San Martín

País: Argentina

**Compilación del lambda cálculo con matrices densidad en la máquina cuántica IBM-Q (2021 - 2023)**

Tesis/Monografía de grado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de Rosario / Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Departamento de Ciencias de la Computación, Argentina

Programa: Licenciatura en Ciencias de la Computación

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Martín Villagra

País: Argentina

**Recursión en un lambda cálculo con control cuántico (2019 - 2020)**

Tesis/Monografía de grado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires / Departamento de Computación, Argentina

Programa: Licenciatura en Ciencias de la Computación

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Malena Ivinsky

País: Argentina

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación

Co-director: Hernán Melgratti

**Agregando polimorfismo a una lógica que identifica proposiciones isomorfas**

Tesis/Monografía de grado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de La Plata / Facultad de Informática, Argentina

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Cristian F. Sottile

País: Argentina

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación

Co-director: Pablo E. Martínez López

**Una extensión polimórfica para los  $\lambda$ -cálculos cuánticos lambda-rho y lambda-rho-circ**

Tesis/Monografía de grado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires / Departamento de Computación, Argentina

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Rafael Romero

País: Argentina

Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación

#### **The Vectorial Lambda Calculus Revisited**

Tesis/Monografía de grado  
Sector Extranjero/Internacional/Otros / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires / Departamento de Computación , Argentina  
Tipo de orientación: Tutor único o principal  
Nombre del orientado: Francisco Noriega  
País: Argentina  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación

#### **Simulación del lambda cálculo de matrices de densidad en el lambda cálculo cuántico de Selinger y Valiron**

Tesis/Monografía de grado  
Sector Extranjero/Internacional/Otros / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires / Departamento de Computación , Argentina  
Tipo de orientación: Tutor único o principal  
Nombre del orientado: Agustín Borgna  
País: Argentina  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación

#### **Demostrando normalización fuerte sobre una extensión cuántica del lambda cálculo**

Tesis/Monografía de grado  
Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de Rosario / Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura , Argentina  
Tipo de orientación: Tutor único o principal  
Nombre del orientado: Juan Pablo Rinaldi  
País: Argentina  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación

#### **Confluencia en sistemas de reescritura probabilista**

Tesis/Monografía de grado  
Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de Rosario / Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura , Argentina  
Tipo de orientación: Tutor único o principal  
Nombre del orientado: Guido Martínez  
País: Argentina  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación

#### **Aproximando los escalares de un lambda-cálculo algebraico mediante cotas inferiores**

Tesis/Monografía de grado  
Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de Rosario / Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura , Argentina  
Tipo de orientación: Tutor único o principal  
Nombre del orientado: Pablo Buiras  
País: Argentina  
Areas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación  
Tesis para obtener el título de Licenciado en Ciencias de la Computación Co-director: Mauro Jaskelioff

#### **OTRAS**

### **Lambda cálculo cuántico con medición y control cuántico (2019 - 2019)**

Otras tutorías/orientaciones

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Autónoma del Estado de México , México

Programa: Doctorado en Computación

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Nely Plata-César

País: México

Nely Plata-César era estudiante de doctorado de la UAEM y vino a hacer una pasantía de 2 meses a la Universidad de Buenos Aires bajo mi tutela.

### **Lambda cálculo, isomorfismos de tipos y tipos intersección (2019 - 2019)**

Orientación de posdoctorado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Inria , Francia

Programa: Postdoctorado

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Pierre Vial

País: Francia

Pierre Viale, postdoc en el Inria, vino a hacer una pasantía de 30 días a la Universidad de Buenos Aires, bajo mi dirección.

## **TUTORÍAS EN MARCHA**

### **POSGRADO**

#### **Resource-Aware Quantum Lambda Calculi with Coherent Control (2026)**

Tesis de doctorado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Université de Lorraine / Laboratoire LORIA , Francia

Programa: Doctorado en Computación

Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad ( Alejandro Díaz-Caro , Romain Péchoux )

Nombre del orientado: Luciano Barletta

País/Idioma: Francia,

#### **Lenguajes para computación cuántica con control cuántico (2025)**

Tesis de maestría

Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ingeniería /

PEDECIBA / Instituto de Computación , Uruguay

Programa: Maestría en Computación

Tipo de orientación: Cotutor

Nombre del orientado: Nicolas A Monzon

País/Idioma: Uruguay,

Planeamos el pasaje a doctorado próximamente.

#### **Modelos categóricos de computación cuántica con control cuántico (2020)**

Tesis de doctorado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires / Departamento de Computación , Argentina

Programa: Doctorado en Ciencias de la Computación

Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad ( Alejandro Díaz-Caro , O. MALHERBE )

Nombre del orientado: Rafael Romero

Medio de divulgación: Internet

País/Idioma: Argentina, Español

Áreas de conocimiento:

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación

Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Pura

Beca CONICET comenzada en Abril 2020.

#### **Hacia una implementación práctica de lenguajes de programación igualando tipos isomorfos (2020)**

Tesis de doctorado

Sector Extranjero/Internacional/Otros / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires / Departamento de Computación , Argentina

Tipo de orientación: Tutor único o principal

Nombre del orientado: Cristian F. Sottile

Medio de divulgación: Internet  
País/Idioma: Argentina, Español  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación  
Comenzó su beca CONICET en Abril de 2020. Co-director: Pablo E. Martínez López

#### **Contenido computacional de los modelos de hiperdoctrinas en computación cuántica (2020)**

Tesis de doctorado  
Sector Educación Superior/Público / Universidad de la República / Facultad de Ingeniería / IMERL , Uruguay  
Programa: Doctorado en Matemática (PEDECIBA-UDELAR)  
Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad ( Alejandro Díaz-Caro , O. MALHERBE )  
Nombre del orientado: Malena Ivinsky  
País/Idioma: Uruguay, Español  
Áreas de conocimiento:  
Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación  
Ciencias Naturales y Exactas / Matemáticas / Matemática Pura  
Tesis doctoral en cotutela entre la UdelAR (matemáticas) y la Universidad de Buenos Aires (ciencias de la computación)

#### **GRADO**

##### **Un modelo categórico para $\lambda B$ , un lambda cálculo de control cuántico con un sistema sensible a bases (2026)**

Tesis/Monografía de grado  
Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de Rosario / Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura , Argentina  
Programa: Licenciatura en Ciencias de la Computación  
Tipo de orientación: Cotutor en pie de igualdad ( Alejandro Díaz-Caro , Kostia Chardonnet )  
Nombre del orientado: Juan Bautista Figueredo  
País/Idioma: Argentina,  
Haciendo una pasantía en la Université de Lorraine, a través de una beca "ORION".

##### **Semántica categórica para el cálculo lambda cálculo lambda\_rho (2026)**

Tesis/Monografía de grado  
Sector Extranjero/Internacional/Otros / Universidad Nacional de Rosario / Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura , Argentina  
Programa: Licenciatura en Ciencias de la Computación  
Tipo de orientación: Tutor único o principal  
Nombre del orientado: Gabriel José Eberlein  
País/Idioma: Argentina,

## **Otros datos relevantes**

### **PREMIOS, HONORES Y TÍTULOS**

#### **Best paper award (2021)**

(Internacional)  
International Conference on Theoretical Aspects of Computing  
Obtuvimos el Best Paper Award de la conferencia por el paper "A new connective in Natural Deduction, and its application to quantum computing"

### **JURADO/INTEGRANTE DE COMISIONES EVALUADORAS DE TRABAJOS ACADÉMICOS**

#### **Morfismos entre Álgebras Implicativas (2026)**

Candidato: Matilda Lior Steinberg  
Tipo Jurado: Tesis de Doctorado  
Etienne MIQUEY , Alejandro Díaz-Caro , Mariana Badano , Miquel Campercholi  
Doctorado en Ciencias de la Computación / Sector Extranjero/Internacional/Otros / Institución Extranjera / Universidad Nacional de cordoba / Argentina  
País: Argentina

Idioma: Español

**Teoría de Mejoras con Efectos (2023)**

Candidato: Martín Cereza

Tipo Jurado: Tesis de Doctorado

Alejandro Díaz-Caro

Doctorado en Ciencias de la Computación / Sector Extranjero/Internacional/Otros / Institución Extranjera / Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y

Agrimensura / Argentina

País: Argentina

Idioma: Español

**Foundations and Implementation of a Functional-Logic Programming Language (2021)**

Candidato: Federico Lochbaum

Tipo Jurado: Pregrado

Alejandro Díaz-Caro

Licenciatura en Informática / Sector Extranjero/Internacional/Otros / Institución Extranjera /

Universidad Nacional de Quilmes / Argentina

País: Argentina

Idioma: Inglés

**Teoría e Información Cuántica (2020)**

Candidato: Nicolás Atahualpa Ciancaglini

Tipo Jurado: Pregrado

Alejandro Díaz-Caro

Licenciatura en física / Sector Extranjero/Internacional/Otros / Institución Extranjera / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires / Argentina

País: Argentina

Idioma: Español

**Alef : Un calculo de efectos algebraicos con tipado bidireccional (2020)**

Candidato: Antonio Locascio

Tipo Jurado: Pregrado

Alejandro Díaz-Caro

Licenciatura en Ciencias de la Computación / Sector Extranjero/Internacional/Otros / Institución Extranjera / Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y

Agrimensura / Argentina

País: Argentina

Idioma: Español

**Un estudio semántico sobre extensiones avanzadas del lambda-cálculo: patrones y operadores de control (2020)**

Candidato: Andrés Viso

Tipo Jurado: Tesis de Doctorado

Alejandro Díaz-Caro

Doctorado en Ciencias de la Computación / Sector Extranjero/Internacional/Otros / Institución Extranjera / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires / Argentina

País: Argentina

Idioma: Inglés

**Nominal Equational Problems Modulo, Associativity, Commutativity and Associativity-Commutativity (2019)**

Candidato: Washington Luís Ribeiro de Carvalho Segundo

Tipo Jurado: Tesis de Doctorado

Alejandro Díaz-Caro

Doctorado en Ciencias de la Computación / Sector Extranjero/Internacional/Otros / Institución Extranjera / Universidad de Brasilia / Brasil

País: Brasil

Idioma: Inglés

**Factorización de derivaciones a través de tipos intersección (2018)**

Candidato: Gonzalo Ciruelos

Tipo Jurado: Pregrado

Alejandro Díaz-Caro

Licenciatura en Ciencias de la Computación / Sector Extranjero/Internacional/Otros / Institución Extranjera / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires / Argentina

País: Argentina

Idioma: Español

### Chequeo de tipos eficiente para Path Polymorphism (2015)

Candidato: Juan Ignacio Edi

Tipo Jurado: Pregrado

Alejandro Díaz-Caro

Licenciatura en Ciencias de la Computación / Sector Extranjero/Internacional/Otros / Institución Extranjera / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires / Argentina

País: Argentina

Idioma: Español

### CONSTRUCCIÓN INSTITUCIONAL

He contribuido de manera sostenida a la construcción institucional de la disciplina a nivel regional e internacional. Coordino actualmente el proyecto europeo QCOMICAL (Horizon Europe, 2024-2028), una red de investigación que integra 13 instituciones internacionales para el desarrollo de fundamentos en computación cuántica.

En la región, fui director del grupo LoReL (Lógica, Reescritura y Lenguajes) entre 2014 y 2024, espacio interinstitucional entre la UNQ y la UBA donde consolidé una línea estable en teoría de la computación y formación de recursos humanos. Asimismo, creé y coordiné la red LoCIC, orientada a vincular investigadores argentinos en lógica y lenguajes de programación.

A nivel regional, impulsé la red FunLeP (Chile, Argentina y Uruguay), la cual ha sido fundamental para institucionalizar la colaboración con la Universidad de la República (UdelaR). A través de esta red y de vínculos directos con el InCo y el IMERL, he formalizado espacios de movilidad científica, seminarios conjuntos y codirecciones de tesis de posgrado con colegas uruguayos, fortaleciendo la integración académica en el área de fundamentos de la computación en el Cono Sur.

### Información adicional

Mi CV completo y actualizado puede ser encontrado en mi página web:

<https://members.loria.fr/ADiazCaro/CV-diazcaro.pdf>

### Indicadores de producción

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>47</b>
<b>Líneas de investigación</b>	1
<b>Proyectos Investigación Desarrollo</b>	13
<b>Docencia</b>	18
<b>Extensión</b>	10
<b>Gestión Académica</b>	5
<b>PRODUCCIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>54</b>
<b>Artículos publicados en revistas científicas</b>	13
Completo	13
<b>Trabajos en eventos</b>	29
<b>Libros y Capítulos</b>	2
Libro publicado	2
<b>Textos en periódicos</b>	3
Revistas	3

<b>Documentos de trabajo</b>	3
Completo	3
<b>Preprints</b>	4
<b>Otros tipos</b>	16
<b>PRODUCCIÓN TÉCNICA</b>	<b>16</b>
<b>EVALUACIONES</b>	<b>52</b>
<b>Evaluación de proyectos</b>	8
<b>Evaluación de eventos</b>	27
<b>Evaluación de publicaciones</b>	2
<b>Evaluación de convocatorias concursables</b>	6
<b>Jurado de tesis</b>	9
<b>FORMACIÓN RRHH</b>	<b>24</b>
<b>Tutorías/Orientaciones/Supervisiones concluidas</b>	17
Tesis/Monografía de grado	15
Otras tutorías/orientaciones	1
Orientación de posdoctorado	1
<b>Tutorías/Orientaciones/Supervisiones en marcha</b>	7
Tesis de doctorado	4
Tesis de maestría	1
Tesis/Monografía de grado	2