

C. 2006  
10



**Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**

Planilla a completar para presentación de Cursos de Posgrado

1.- DEPARTAMENTO de COMPUTACION.....

2.- NOMBRE DEL CURSO: Reescritura, Calculo Lambda y Sustituciones Explícitas

3.- DOCENTES:

RESPONSABLE/S: Dr. Alejandro RIOS

COLABORADORES:.....

AUXILIARES: Lic. Ariel ARBISER

4.- CARRERA de DOCTORADO

5.- AÑO: 2006 CUATRIMESTRE/S: 1° y 2° 2006

6.- PUNTAJE PROPUESTO PARA CARRERA DE DOCTORADO: 4 (cuatro) puntos

7.- DURACIÓN (anual, cuatrimestral, bimestral u otra): un cuatrimestre

8.- CARGA HORARIA SEMANAL:

Teóricas:.....

Problemas:.....

Laboratorio:.....

Seminarios:.....

Teórico - Práctico: **6hs**.....

Salida a Campo:.....

9.- CARGA HORARIA TOTAL: **90 hs**.....

10.- FORMA DE EVALUACIÓN: Presentación de monografía

11.- PROGRAMA ANALÍTICO (adjuntarlo).

12.- BIBLIOGRAFÍA (indicar título del libro, autor, Editorial y año de publicación)(adjuntada)

## 11.- PROGRAMA ANALÍTICO (adjuntarlo).

### OBJETIVOS GENERALES

La reescritura aparece como área independiente en 1972 a partir de un resultado de Knuth y Bendix de decidibilidad de determinar si un sistema de reescritura de términos es confluente, analizando los llamados pares críticos del mismo. A partir de allí se resolvieron numerosos problemas y surgieron otros tantos. El cálculo lambda, que surgió en 1936, pasó a ser sólo un caso particular de sistema de reescritura. Las aplicaciones de la reescritura son variadas: a la programación, a la lógica, semántica de lenguajes, teoría de tipos, etc. Este curso también puede resultar de interés a quienes hayan hecho o hagan algún curso de teoría de categorías o de teoría de modelos. El fin inmediato es introducir temas del área de reescritura y particularmente el cálculo lambda con el fin de ilustrar los objetos de estudio principales: normalización débil y fuerte (como nociones de terminación), distintas formas de confluencia y tipado. Existen aplicaciones a la programación funcional y lógica y a la construcción de compiladores. En particular, las sustituciones explícitas son un formalismo que sirve como nexo entre la teoría y la implementación. Como objetivo a más largo plazo, se trata de dar algunas bases para continuar estudiando estos y otros temas conexos, y eventualmente introducirse en investigación en el área sumándose a este grupo del Departamento, habiendo temas disponibles para trabajos de Tesis de Licenciatura.

### CONTENIDO

1. Relaciones de reducción y sus clausuras. Sistemas abstractos de reescritura. Conmutación. Confluencia y confluencia fuerte. Church-Rosser débil y fuerte. Formas normales. Normalización fuerte. Teorema de Hindley-Rosen. Lema de Newman. Pruebas de normalización fuerte. Posets y multisets. Método de interpretación. Lema de los pares críticos (Knuth-Bendix). Compleción.
2. Sistemas de reescritura de términos y sistemas semi Thue. Términos de primer orden. Algebras homogéneas y heterogéneas. Contextos y ocurrencias. Sustituciones implícitas. Ordenes bien fundados, de reducción y de reescritura. Método de los RPO y LPO. Interpretaciones polinomiales. Unificación. Estrategias de reducción. Estrategias normalizantes. Solapamiento y linealidad a izquierda. Ortogonalidad.
3. El cálculo lambda. Sintaxis. Teoría axiomática. a-convertibilidad y convención de Barendregt. b-reducción. Lema de sustitución. b-equivalencia. Teoremas de punto fijo, Church-Rosser y estandarización. Extensionalidad y h-reducción. l-definibilidad. Teorema de las funciones recursivas. Consistencia del cálculo lambda. Cálculo lambda con índices de de Bruijn. Funciones de actualización y meta-sustitución. Isomorfismo con el cálculo clásico. Introducción a la lógica combinatoria. Relación con el cálculo clásico.
4. Cálculo lambda simplemente tipado. Tipificación de Curry y de Church. Lemas de base, generación y subtérmino. Subject reduction. Teorema de Turing-Gandy y normalización fuerte de términos tipables. Unicidad de tipos. Decidibilidad del chequeo e inhabitation. Tipos principales. Aplicaciones a la programación funcional.

5. Reescritura de términos de alto orden. Sistemas de tipos  $\lambda 2$ ,  $\lambda C$ ,  $\lambda Cw$ . Correctitud de  $\lambda 2$ . Relación con normalización fuerte. El cubo de los cálculos lambda tipados de Barendregt. Sistema T de Gödel. Nociones sobre CRSs y HRSs.

6. Cálculos de sustituciones explícitas. Motivaciones e historia. Los cálculos  $\lambda x$ ,  $\lambda x'$ ,  $\lambda s$ ,  $\lambda s$ . Simulación de la b-reducción. Correctitud. Confluencia. Preservación de la normalización fuerte. Confluencia de términos abiertos. Contraejemplo de Melliès. Cálculos extendidos y sus propiedades. Sistemas de tipado simple para  $\lambda x$ ,  $\lambda s$  y  $\lambda s$ .

12.- BIBLIOGRAFÍA (indicar título del libro, autor, Editorial y año de publicación)

. Baader, and T. Nipkow, *Rewriting and All That*, Cambridge University Press, 1998.

H.P. Barendregt. *The Lambda Calculus: its Syntax and Semantics*. Studies in Logic and the Foundations of Mathematics 103. North-Holland, Amsterdam, revised edition, 1984.

H. P. Barendregt, *Lambda Calculi With Types*. In S. Abramsky, D.M. Gabbay, and T.S.E. Maibaum, *Handbook of Logic in Computer Science*, Vol II, Oxford University Press, 1999.

Girard, Lafont, Taylor. *Proofs and Types*. 1990.

Hindley, Seldin. *Introduction to Combinators and Lambda calculus*. 1986.

### **Bibliografía adicional**

M. Abadi, L. Cardelli, P.-L. Curien, and J.-J. Lévy. Explicit substitutions. *Journal of Functional Programming* 4 1, 1991.

A. Arbiser, E. Bonelli, and A. Ríos. Zooming in on explicit substitutions. TR 2000-009, DC FCEyN UBA, Sep 2000. <ftp://www.dc.uba.ar/pub/tr/2000/00-009.zip>

H.P. Barendregt, J.A. Bergstra, J.W. Klop, and H. Volken. Degrees, reductions and representability in the lambda calculus. Technical Report 22, Utrecht University, 1976.

R. Bloo. Preservation of strong normalization for explicit substitutions. Technical Report TR95-08, TUE Computing Science Reports, Eindhoven University of Technology, 1995.

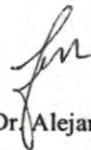
R. Bloo. Preservation of Termination for Explicit Substitutions. PhD thesis, Eindhoven University, 1997.

R. Bloo. Pure type systems with explicit substitutions. In *Proc. of the Second International Workshop on Explicit Substitutions: Theory and Applications to Programs and Proofs FLoC'99 Workshop*, Trento, Italy, 1999.

R. Bloo and Geuvers H. Explicit substitution: on the edge of strong normalization. *Theoretical Computer Science*, 1998.

- A. Church and J.B. Rosser. Some properties of conversion. Transactions of the American Mathematical Society 39, 1936.
- R. David and B. Guillaume. A lambda calculus with explicit weakening and explicit substitutions. In Proc. of the Second International Workshop on Explicit Substitutions: Theory and Applications to Programs and Proofs FLoC'99 Workshop , 1999.
- R. Di Cosmo. A brief history of rewriting with extensionality. In Proc. of the International Summer School on Type Theory and Rewriting, Glasgow, 1996. Kluwer.
- A. Geser. Relative termination. PhD thesis, Universität Passau, 1990.
- F. Kamareddine and A. Ríos. A lambda calculus a la de Bruijn with explicit substitutions. In Proc. of PLILP'95 , volume 982 of LNCS. Springer-Verlag, 1995.
- Z. Khasidashvili. The longest perpetual reductions in orthogonal expression reduction systems. In Proceedings of the 3rd. International Conference on Logical Foundations of Computer Science, volume 813 of LNCS. Springer-Verlag, 1994.
- Z. Khasidashvili, M. Ogawa, and V. van Oostrom. Uniform normalization beyond orthogonality. In In Proceedings of the 12th. International Conference on Rewriting Techniques and Applications, LNCS. Springer-Verlag, 2001.
- J.W. Klop. Combinatory Reduction Systems. PhD thesis, Mathematical Centre Tracts n.127, CWI, 1980.
- P. Lescanne and J. Rouyer-Degli. The Calculus of Explicit Substitutions lu . CNRS and INRIA-Lorraine, 1995.
- P. Lescanne and D. Dougherty. Reductions, intersection types, and explicit substitutions. In Proc. of Typed Lambda Calculi and Applications, 2001.
- L. Maranget. Optimal derivations in weak lambda-calculi and in orthogonal TRS. In Proc. of Principals of Programming Languages, 1991.
- P-A. Melliès. Typed l-calculi with explicit substitutions may not terminate. In Proc. of Typed Lambda Calculi and Applications, volume 902 of LNCS. Springer-Verlag, 1995.
- P-A. Melliès. Description Abstraite des Systèmes de Réécriture. PhD thesis, Université Paris VII, 1996.
- T. Nipkow, M. Mayr, Higher-Order Rewrite Systems and their Confluence, TCS, 1998.
- K.H. Rose. Explicit cyclic substitutions. In Proc. of CTRS, volume 656 of LNCS. Springer-Verlag, 1992.
- K.H. Rose. Operational Reduction Models for Functional Programming Languages. PhD thesis, University of Copenhagen, 1996.

F. van Raamsdonk, P. Severi, M.H. Sorensen, and H. Xi. Perpetual reductions in lambda calculus. Journal of Information and Computation 149 2, 1999.



Dr. Alejandro Ríos

Subcomisión de Doctorado