

# Proyecto PR\_FCE\_2009\_1\_3084

## Datos del proyecto

**Línea de financiamiento a la que postula:** Investigación Fundamental (FCE)

**Convocatoria:** Investigación Fundamental (FCE)

**Modalidad del proyecto:** Modalidad III: Proyectos de jóvenes investigadores, particularmente tesis de posgrado

**Tipo de proyecto:** Proyecto de Joven Investigador No-Tesista

**Título del proyecto en español:** Realizabilidad Clásica, categorías y teoría de juegos.

**Palabras clave en español:** Realizabilidad, Categorías, Juegos

**Título del proyecto en inglés:** Classical Realizability, Categories and Games Theory.

**Palabras clave en inglés:** Realizability, Categories, Games

**Área del conocimiento:** Ciencias Naturales y Exactas

**Sub área del conocimiento:** Matemáticas

**Disciplina:** Matemática Pura

**Especialidad:** Lógica y Fundamentos de la Matemática.

## Institución proponente

**Tipo:** Pública

**Institución nivel 1 y 2:** Facultad de Ciencias - UDeLaR

**Institución nivel 3:** Centro de Matemática

## Otras instituciones participantes

**Fecha de inicio prevista del proyecto:** 01/09/2010

**Duración en meses:** 24

**Costo total del proyecto \$U:** 231.300,00

**Monto del subsidio solicitado a la ANII:** 231.300,00

**Monto aportado por terceros:** 0,00

**Especificar:** no

## Responsable del proyecto

**Guillermo Gonzalez, Mauricio German**

**Nacionalidad:** Uruguay

**Documento:** C.Identidad 3659658-4

**Estado Civil:** Casado

**Sexo:** Masculino

**Fecha de Nacimiento:** 02/02/1975

**Institución**

**Tipo institución:** Pública

**Institución nivel 1 y 2:** Universidad de la República / Facultad de Ciencias - UDeLaR

**Institución nivel 3:** Centro de Matemática

**Cargo actual:** Docente grado 3, 30hs.

**Dirección laboral:** Iguá 4225, Piso 16, sala 6

**Ciudad:** Montevideo

**Código postal:** 11300

**Teléfono:** 7116903

**Celular:**

**E-mail:** mauricio@cmat.edu.uy

## Resumen publicable del proyecto

**Resumen en español:** El objetivo fundamental del proyecto es explorar la relación entre distintas versiones de la Realizabilidad. Esta teoría nacida en los años 40 a partir de los trabajos de Kleene interpreta cada fórmula matemática como un conjunto de programas. La Realizabilidad es un área interdisciplinaria en la frontera entre la informática teórica y la matemática que ha despertado cada vez mas interés como consecuencia del enorme desarrollo de la informática y de la necesidad cada vez mayor de establecer teorías de la programación que permitan escribir programas fiables (cuyo comportamiento esté matemáticamente probado).

Recientes resultados demostrados en el marco de la versión de Krivine son promisorios, por ejemplo, en lo que respecta a la especificación de programas interactivos y protocolos de comunicación en redes.

**Resumen en inglés:**

# Contenido técnico-científico

## Antecedentes

**Antecedentes y justificación:** En Realizabilidad se define una semántica (polivalente) para las fórmulas matemáticas, asociándole a cada una un valor de verdad. Estos valores de verdad pueden ser de los más diversos tipos: enteros, elementos de un Álgebra de Heyting, conjuntos de programas escritos en alguna variante de Cálculo Lambda... Es entonces la Realizabilidad una forma de construir modelos para los lenguajes matemáticos. A diferencia de la Teoría de la Demostración, que tiene un énfasis en la sintaxis, la Realizabilidad tiene su énfasis puesto en interpretar las de un punto de vista algorítmico.

Los orígenes: La Realizabilidad de Kleene.

El origen de la Realizabilidad se remonta a los años 40, a partir de los trabajos de S. Kleene, quien dedicó especial atención a la polémica entre intuicionistas y formalistas (escuelas de Brouwer y Hilbert respectivamente). Lo que Kleene observó fue un énfasis en el cálculo efectivo, común al intuicionismo y a la teoría de la recursión. Para la escuela fundada por Brouwer la noción de demostración debía ser reformulada en términos empíricos. El formalismo se aparta --siempre según Brouwer-- de la experiencia tangible al considerar objetos cuya existencia se afirma sin poderlos construir. Así, el intuicionismo pone en duda no sólo la fundación de la matemática sobre la lógica y la teoría de conjuntos sino también el análisis clásico (por usar el axioma de elección) y las demostraciones por absurdo[1][2]. Habría de ser justamente uno de los alumnos de Brouwer, A. Heyting, quien separe dentro del discurso filosófico de Brouwer dos aspectos muy distintos: el rechazo del formalismo y la nueva noción de demostración que el intuicionismo plantea. Al formalizar la Lógica Intuicionista, Heyting se concentra en el segundo aspecto, convirtiendo a la Lógica Intuicionista en una teoría formal como la Lógica Clásica pero con una noción de demostración más restrictiva.

La primera publicación sobre Realizabilidad es "On the interpretation of intuitionistic number theory" de 1945 [6]. Kleene comienza por citar a Hilbert y Bernays en [3] al decir que "una fórmula numérica de la forma  $\exists x \varphi(x)$ , de un punto de vista finitista (en el sentido de Hilbert), es un enunciado parcial de uno más preciso que consiste en exhibir un número  $n$  que satisface  $\varphi(n)$  o en dar un procedimiento que permita hallar un número que satisface  $\varphi$ ". Luego, el formula la pregunta central del artículo: ¿Es posible generalizar estas ideas a toda la Lógica Intuicionista? La primera conjetura que enuncia Kleene es la llamada "Regla de Church", la cual establece que si un teorema de la forma  $\forall x \exists y \varphi(x,y)$  es demostrable en Aritmética de Intuicionista --es decir, la Aritmética de Heyting-- de primer orden, entonces existe una función recursiva  $F$  tal que  $\forall x \varphi(x, F(x))$ . Podemos ir más allá: ¿Una prueba de  $\forall x \exists y \varphi(x,y)$  nos dice algo acerca de la función  $F$ ? Es posible interpretar una prueba intuicionista de  $\forall x \exists y \varphi(x,y)$  como un algoritmo de cálculo de  $y$  en función de  $x$ ? Estas preguntas se inscriben en la tradición intuicionista de Brouwer. En la Realizabilidad de Kleene, si la fórmula  $\forall x \exists y \varphi(x,y)$  es un teorema intuicionista, es "Realizable" y un entero que la realiza es el código de una función recursiva  $F$  que satisface  $\forall x \varphi(x, F(x))$ . Además, cada demostración de  $\forall x \exists y \varphi(x,y)$  en Aritmética Intuicionista da un mecanismo explícito de cálculo para un entero que realiza  $\forall x \exists y \varphi(x,y)$  (esto es, cada demostración da una posible función  $F$ ). Mas en general, la Realizabilidad que presenta Kleene da un primer paso hacia la idea de interpretar a las fórmulas como tipos de datos.

La Realizabilidad de Hyland: El topos efectivo.

En los años 70, se descubre que la teoría de topos desarrollada por Grothendieck, Lawvere y Tierney generaliza el forcing desarrollado en los 60 por Cohen para probar la independencia de la Hipótesis del Continuo [13]. De ese punto de vista, el forcing entra dentro de la teoría de los "topoi locales" y del punto de vista lógico dentro de los modelos a valores en un Álgebra de Heyting. Más aún, los trabajos de Higgs prueban que la categoría de los "H-

valued sets" (Set\_H) es equivalente a la de los haces sobre H, siendo H un Álgebra de Heyting completa. La completitud puede usarse para interpretar cuantificadores de segundo orden y ésto permite trabajar en aritmética de segundo orden. Dado que los números reales se pueden definir por cortaduras de Dedekind, el lenguaje de la aritmética de segundo orden tiene suficiente expresividad como para trabajar en análisis.

A partir de 1979, surge de los trabajos de Hyland, Johnstone y Pitts surge la 'Teoría de Tripos' que generaliza la construcción de SET\_H definiendo el "topos efectivo" [5]. La semántica definida en el topos efectivo generaliza para la aritmética de primer orden a la definida por la Realizabilidad de Kleene.

La Realizabilidad de Krivine: Una máquina imperativa para el análisis clásico.

Un objetivo dentro de la Realizabilidad de Krivine es explorar y profundizar la Correspondencia de Curry Howard. La correspondencia original funciona sólo a nivel de la Lógica Intuicionista. En su artículo "A Formulae-as-type notion of control"[4], T.Griffin observa que una instrucción de SCHEME realiza la ley de Peirce --la cual implica al principio del tercero excluido-- Posteriormente, en 1992 M.Parigot adapta esta idea al Cálculo Lambda usual, definiendo el  $\lambda\mu$ -Cálculo y extendiendo así Curry Howard a la Lógica Clásica. El  $\lambda\mu$ -cálculo satisface normalización y confluencia.

Ya en 1994 Krivine presenta una versión de lo que se ha dado en llamar la "Máquina de Krivine" [8]. Allí se introduce una instrucción especial de tipo  $\forall X (\neg\neg X \rightarrow X)$  fuertemente inspirada en la instrucción de SCHEME a la que hace referencia Griffin. La presentación actual de la Máquina de Krivine, distinguiendo pilas de términos, data de 2003 [10]. Hay una diferencia sustancial entre el  $\lambda\mu$  Cálculo de Parigot y la Máquina de Krivine que es que mientras el Cálculo de Parigot se basa en el paradigma usual por el cual la reducción se corresponde a la eliminación de la regla del corte en las demostraciones (tipado), el sistema de Krivine no tiene normalización [9] y en el no tiene sentido la confluencia ya que su reducción es determinista. Como contrapartida se obtiene un sistema formal tipado que modela a la programación imperativa. Puesto que las teorías usualmente desarrolladas acerca de la correspondencia entre demostraciones y programas utilizan el paradigma funcional del Cálculo Lambda, es interesante en si mismo el nuevo paradigma de Krivine ya que los procesadores y la mayor parte del software existente se escribe en lenguajes imperativos.

En la Realizabilidad de Krivine cada formula tiene asociada una interpretación dada por un conjunto de programas escritos en el Cálculo Lambda ampliado con instrucciones de control. Cada demostración de una fórmula tiene asociado un programa en la interpretación de la formula y uno de los problemas que aborda Krivine es el de determinar un comportamiento común (llamado "especificación") de todos los programas en la interpretación de la fórmula.

En 2002 Krivine presenta una instrucción que permite realizar el axioma de elección dependiente [10]. Esta instrucción actúa como el reloj interno de un procesador. La introducción de instrucciones de este tipo muestra de manera contundente la imposibilidad de compatibilizar la  $\beta$  reducción del Cálculo Lambda con la realización del axioma de elección, dado que el tiempo de ejecución depende de la estrategia elegida.

Otra perspectiva importante está relacionada con la interpretación de las fórmulas como juegos. Estos sirven para modelar la interacción y los protocolos de comunicación. Así, los realizadores de una fórmula implementan una estrategia ganadora para el juego asociado a la fórmula, lo que significa que un realizador es un programa interactivo que tiene una especificación demostrada matemáticamente. Esta visión ya aparece en el artículo de Krivine sobre el axioma de elección dependiente [10]. Su aplicación a los protocolos de comunicación está en "Valid formulas, games and network protocols" [11]. Esta idea de interpretar una formula como un juego en el que un jugador "ataca" a la fórmula tratando de construir un contraejemplo y otro la "defiende" tratando de evitarlo fué formulada por Kreisel en

[7]. No se sabe si la version de Krivine es mas general, esto es: si permite dar un contenido informático a más demostraciones que la versión de Kreisel.

Una faceta mas de la Realizabilidad de Krivine es que generaliza el forcing. El forcing permite hacer demostraciones de consistencia relativa, es decir que suponiendo a una cierta teoría consistente, permite probar que otra teoría tambien es consistente. Las pruebas de consistencia relativa son la técnica mas usual para demostrar la independencia de un determinado postulado en una teoria. No se sabe si es posible probar resultados de independencia de axiomas mediante la Realizabilidad de Krivine que no sería posible probar mediante forcing. Esto daría a la version de Krivine también un interés púramente Lógico-teórico.

El proyecto pretende, pues, investigar la potencialidad de la más nueva de estas versiones de la Realizabilidad respecto a las anteriores.

**Antecedentes del equipo de trabajo:** Walter FERRER: Es docente grado 5 del Centro de Matemática de la Facultad de Ciencias. Agebrista con marcado interes en Lógica y Fundamentos de la Matemática, ha orientado diversos seminarios del área y ha dictado cursos de posgrado de Teoría de Conjuntos y Teoría de Categorías para estudiantes de Matemática.

Ignacio LÓPEZ: Es doctor en Matemática de la Universidad de Cambridge. Hizo su tesis doctoral bajo la dirección del profesor Martin Hyland.

Antonio MONTALBAN: Doctor en Matematica de la Universidad de Cornell. Assistant professor de la Universidad de Chicago. Se especializa en la teoria de la recursión y en computabilidad. Su tesis doctoral "Beyond arithmetics" fue premiada como la mejor tesis en logica del año 2005 (Sacks Prize) a nivel mundial.

Mauricio GUILLERMO: Doctor en Matem'atica de la Universidad Paris 7. Desarrollo su tesis doctoral bajo la direccion del profesor Jean-Louis Krivine, las cual lleva como titulo "Realizability Games in Arithmetical Formulae"

## Objetivos generales y objetivos específicos

**Objetivo general:** Objetivo general: Explorar la relacion entre las distintas versiones de Realizabilidad. En particular entre la version categorica de Hyland y la de Krivine. Explorar la relacion entre la semantica de los juegos de Realizabilidad y la "no counter-example interpretation" de Kreisel.

## Objetivos Específicos

Objetivo Especifico
1) Responder a la pregunta: Es la "no counter-example interpretation" de Kreisel un caso particular de los juegos de Krivine?
2) Responder a la pregunta: Es posible demostrar resultados de independencia de axiomas mediante Realizabilidad que no serian probables mediante Forcing? Que característica tendrian los enunciados de esos axiomas en terminos de su complejidad (cantidad de bloques de cuantificadores en forma normal prenexa)?
3) Responder a la pregunta: Es posible establecer algun resultado de equivalencia entre la semantica asociada a la Realizabilidad de Krivine y la de Hyland? Son ambas casos particulares de una teoria mas general? Respuestas parciales a esta pregunta, como por ejemplo resultados que funcionen en el fragmento de primer orden del lenguaje, ya constituirian un buen avance.

## Resultados Esperados

Resultados esperados	Objetivo específico asociado	Observaciones
Sospecho que si, pero no se conoce ningun ejemplo concreto.	2) Responder a la pregunta: Es posible demostrar resultados de independencia de axiomas mediante Realizabilidad que no serian probables mediante Forcing? Que característica tendrian los enunciados de esos axiomas en terminos de su complejidad (cantidad de bloques de cuantificadores en forma normal prenexa)?	
Sospecho que existe una generalizacion de la version de Krivine y de la de Hyland que las tenga a ambas como casos particulares.	3) Responder a la pregunta: Es posible establecer algun resultado de equivalencia entre la semantica asociada a la Realizabilidad de Krivine y la de Hyland? Son ambas casos particulares de una teoria mas general? Respuestas parciales a esta pregunta, como por ejemplo resultados que funcionen en el fragmento de primer orden del lenguaje, ya constituirian un buen avance.	El forcing y la Realizabilidad de Krivine se presentan como casos particulares de las "estructuras de Realizabilidad" que el mismo Krivine definió. La teoria de topoi generaliza el forcing y es la base de la Realizabilidad de Hyland.

## **Metodología y Plan de Trabajo**

**Estrategia de investigación y metodología:** En principio, por tratarse de un problema interdisciplinario, es fundamental el trabajo conjunto mediante seminarios y grupos de estudio. Tenemos que coordinar aportando cada uno su especialidad para poder conjeturar respuestas viables a las preguntas planteadas. En ese sentido, el trabajo de coordinación estaría a mi cargo, invitando además a los colaboradores en el exterior y organizando los grupos de estudio. El profesor FERRER y yo llevaríamos adelante un seminario regular en el que yo expondría la teoría de la Realizabilidad en la versión de Krivine, los problemas que aborda y las preguntas abiertas más relacionadas con el proyecto. El profesor Ferrer expondría la teoría de los "Topoi". En una siguiente etapa trabajaríamos ambos en la Realizabilidad de Hyland.

El profesor LÓPEZ es un investigador con una sólida formación en teoría de categorías. Se especializa en teoría de topos bicategorías y tricategorías. Trabajaría con nosotros sobre la Realizabilidad de Hyland, en particular en lo que respecta al "topos efectivo", aportando su 'expertise' sobre el tema y evacuando nuestras consultas.

El profesor MONTALBAN es un reconocido investigador en Recursividad y tiene una sólida formación en Teoría de Juegos. Con él trabajaríamos en los juegos de Kreisel y los de Krivine, desarrollando un encuentro anual de unos 20 días para exponer las ideas más relevantes respecto al proyecto y delinear la estrategia de investigación.

El profesor MIQUEL es un reconocido investigador en Lógica, Semántica Denotacional y trabaja en Realizabilidad de Krivine. Con él pensamos abordar el problema de comparar la Realizabilidad de Hyland con la de Krivine. Tendríamos un encuentro en Francia para trabajar sobre ambos temas.





## Referencias Bibliográficas y/o Técnicas

- Referencias bibliográficas:** [1] L.E. Brouwer. "On the significance of the principle of excluded middle in mathematics, especially in function theory". Convencion anual de la Mathematiker-Vereiningun in Marburg an der Lahn (1923)
- [2] "From Frege to Godel. A source book in Mathematical Logic." Ed. J.V.Heijenoort.
- [3] D.Hilbert & P. Bernays. "Grundlagen der Mathematik". Springer Verlag 1934
- [4] T. Griffin. "A formulae-as-type notion of control". Conf. Record of the 17th. A.C.M. Symp. of Principles of Programming Languages, 1990.
- [5] M. Hyland. The effective topos. The Brouwer Centenary Symposium. pp165-216 (1982)
- [6] S.C.Kleene. On the interpretation of intuitionistic number theory. Journal of Symbolic Logic 10. pp109-124
- [7] G. Kreisel. "On the interpretation of non-finitist proofs I-II" J. of Symbolic Logic 16, pp248-267 (1951) 17, pp43-58(1952)
- [8] J.L.Krivine. A general storage theorem for integers in call-by-name  $\lambda$ -calculus machine. TCS 129, pp79-94 (1994)
- [9] J.L.Krivine. Typed Lambda-Calculus in classical Zermelo-Fraenkel set theory. Arch. Math. Log., 40, 3, pp189-205 (2001)
- [10] J.L.Krivine. Dependent Choice, 'quote' and the clock. TCS 308, pp259-276 (2003)
- [11] J.L.Krivine & Yves Legrandgerard. Valid formulas, games and network protocols. Publicado en HAL: <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00166880/fr/> (2007)
- [12] M.Parigot.  $\lambda\mu$ -Calculus: An algorithmic interpretation of classical natural deduction. Logic Programming and Automated Reasoning. Vol.624 (1992)
- [13] P.Cohen. "The independence of the Continuum Hypothesis. Proceedings of the Natural Academy of Sciences of the USA. vol.50, number 6, pp1143-1148 (1963)
- [13] J.V.Oosten. Realizability: An historical Essay. MSCS 12. pp239-263

# Contribuciones e impactos del proyecto

**Contribuciones del Proyecto:** a) Las diversas teorías de la Realizabilidad existentes constituyen un universo de técnicas similares pero basadas en paradigmas muy distintos. Un aspecto fundamental del desarrollo de teorías matemáticas --y de la ciencia en general-- lo constituye el esfuerzo de unificación. Tómese por ejemplo el caso de la física de la materia y la búsqueda por unificar las 4 fuerzas (gravedad, magnética, nuclear fuerte y débil ) dentro de un único marco teórico, para mencionar un ejemplo no matemático--aunque con fuerte relación con la matemática--. Normalmente el enfoque que se da al estudio de un tema constituye en sí mismo una manera de "echar luz" en los problemas. Por tal motivo, los problemas pueden parecer mas o menos simples según en el contexto teórico bajo el que se están observando. Los esfuerzos de síntesis suelen lograr quedarse con lo mejor de cada enfoque, desechando lo que accesoriamente se introdujo mientras no se tenía una mejor visión global del tema.

b) El trabajo de unificar la Realizabilidad se presenta como un conjunto de problemas abiertos cuyas técnicas de resolución es razonable que sean similares. Por este motivo, es probable que la obtención de algunos resultados parciales permitan acelerar el trabajo hacia la obtención de resultados más generales. Me atrevo a decir, sin poder demostrarlo, que si se obtienen resultados positivos, estos serian los primeros resultados hacia una unificación de la Realizabilidad. La formación de los recursos humanos que esta tarea requiere es evidente y el provecho que esta formación aportaría en términos de futuros trabajos colectivos es claro. Destaco el interés de formar en Uruguay recursos humanos en Lógica y Fundamentos de la Matemática por su relación con la Informática y la importancia que tendría un proyecto de estas características, si fuera exitoso, para atraer jóvenes estudiantes al área. Siendo un tema de estudio a la frontera de varias disciplinas, la formación adquirida por el equipo a lo largo del proyecto le permitiría tener buenas posibilidades de interactuar en un futuro tanto con matemáticos puros como con informáticos teóricos. Destaco además, en términos de recursos humanos, lo que significa el poder integrar a un proyecto en Uruguay a los profesores Montalbán y López. Es también una forma de mantener un vínculo académico con estos destacados compatriotas en el exterior y que ellos puedan volcar su experiencia y conocimiento en el medio local.

**Estrategia de difusión y transferencia de resultados:** 1) Participación de seminarios o congresos del area donde se exponga el proyecto y sus resultados.

2) Publicación de los resultados obtenidos en revistas arbitradas, conferencias, etc.

## Propiedad y uso de los resultados

Resultados	Factibilidad de protección	Forma de apropiación
Las demostraciones matematicas y sus enunciados no son patentables.	No	Dominio Publico

# Recursos para la ejecución del proyecto

**FERRER SANTOS, Walter Ricardo**

**Rol:** Investigador

**Documento:** C.Identidad 1532310-4

**Sexo:** Masculino

**País de residencia:** Uruguay

**Institución o empresa:** Institución

**Tipo institución:** Pública

**Institución nivel 1 y 2:** Facultad de Ciencias - UDeLaR

**Institución nivel 3:** Centro de Matematica

**Cargo actual:** Docente grado 5

**Carga horaria:** 40

**Dirección laboral:** Iguá 4225 piso 16 sala 6

**Departamento/Estado/Provincia:** Montevideo

**Ciudad:** Montevideo

**Código postal:** 11400

**Teléfono:** 5252522

**Fax:**

**E-mail:** wrferrer@cmat.edu.uy

**Dedicación al proyecto (Hs. semanales):** 3

**Descripción de las tareas a desarrollar en el Proyecto:** 1) Desarrollo de un seminario de estudio en Categorías y Realizabilidad.

2) Elaboración de los objetivos parciales de la investigación. Conjeturar sobre posibles respuestas a las preguntas fundamentales del proyecto, en función de los resultados parciales obtenidos.

3) Asistente en la redacción del documento final que reúna los resultados de la investigación a los efectos de ser publicados.

**GUILLERMO GONZALEZ, Mauricio German**

**Rol:** Responsable Científico

**Documento:** C.Identidad 3659658-4

**Sexo:** Masculino

**País de residencia:** Uruguay

**Institución o empresa:** Institución

**Tipo institución:** Pública

**Institución nivel 1 y 2:** Facultad de Ciencias - UDeLaR

**Institución nivel 3:** Centro de Matematica

**Cargo actual:** Docente grado 3

**Carga horaria:** 30

**Dirección laboral:** Iguá 4225 piso 16, sala 6

**Departamento/Estado/Provincia:** Montevideo

**Ciudad:** MONTEVIDEO

**Código postal:** 11400

**Teléfono:** 5252522 int 109

**Fax:**

**E-mail:** mauricio@cmat.edu.uy

**Dedicación al proyecto (Hs. semanales):** 15

**Descripción de las tareas a desarrollar en el Proyecto:** 1) Coordinación del proyecto, en particular del trabajo de los diferentes grupos de estudio y seminarios.

2) Mantener una correspondencia fluida con las partes en el exterior.

3) Conjeturar posibles respuestas a las diferentes preguntas que el proyecto aborda.

4) Elaborar un documento final conteniendo los resultados de la investigación a los efectos de ser publicado en una revista especializada.

### **LOPEZ FRANCO, Ignacio Leonel**

**Rol:** Investigador

**Documento:** C. Identidad 4295169-7

**Sexo:** Masculino

**País de residencia:** Portugal

**Institución o empresa:** Institución

**Tipo institución:** Pública

**Institución nivel 1 y 2:**

**Institución nivel 3:**

**Cargo actual:** posdoctorando

**Carga horaria:** 40

**Dirección laboral:** Apartado 3008. 3001-454 COIMBRA

**Ciudad:** COIMBRA

**Código postal:** 3001454

**Teléfono:** (+351)239 791 150

**Fax:**

**E-mail:** lopez@mat.uc.pt

**Dedicación al proyecto (Hs. semanales):** 3

**Descripción de las tareas a desarrollar en el Proyecto:** Apoyo en el estudio de la teoría de topoi, en especial en lo que concierne al "topos efectivo". Mantendremos con el profesor LÓPEZ contacto epistolar a los efectos de evacuar consultas técnicas y orientar la investigación.

### **MONTALBAN LINN, Antonio**

**Rol:** Profesor Visitante

**País de residencia:** Estados Unidos

**Institución o empresa:** Institución

**Tipo institución:** Privada

**Institución nivel 1 y 2:**

**Institución nivel 3:**

**Descripción de las tareas a desarrollar en el Proyecto:** 1) Integrar un grupo de trabajo sobre Semántica de Juegos en Lógica, el cual se reunirá 2 veces durante el proyecto. Dicho grupo tiene por objetivo abordar los juegos de Kreisel y los de Krivine.

2) Conjeturar posibles respuestas a las preguntas fundamentales que aborda el proyecto.

## Otros recursos

Salones, computadoras, biblioteca, conexión a internet con acceso a bases de datos (Mathscinet, Zentralblatt).

# Presupuesto - Recursos Humanos

## Profesores visitantes

Nombre	Función	Institución	Dedicación (días/viaje)	Viáticos		Pasajes		Total
				ANII	Otros	ANII	Otros	
MONTALBAN LINN, Antonio	Participacion en un grupo de trabajo sobre semantica de juegos	Universidad de Chicago	14	15.750	0	26.000	0	41.750
MONTALBAN LINN, Antonio	Participacion en un grupo de trabajo sobre semantica de juegos	Universidad de Chicago	14	15.750	0	26.000	0	41.750
<b>Total P. Visitantes (\$U)</b>				<b>31.500</b>	<b>0</b>	<b>52.000</b>	<b>0</b>	<b>83.500</b>

## Presupuesto - Capacitación

Nombre	Actividad	Institución	País	Fec. inicio	Dur. (sem.)	Dedic. (Hs/sem.)	Matrícula	ANII	Otros	Total
<b>Total Capacitación (\$U)</b>								<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Presupuesto - Pasajes

Destino	Nombre	Tipo de documento (CI/Pasaporte)	Nº	ANII	Otros	Total
Lyon-Francia	Mauricio GUILLERMO	CI	36596584	30.000	0	30.000
<b>Total Pasajes (\$U)</b>				<b>30.000</b>	<b>0</b>	<b>30.000</b>

## Presupuesto - Viáticos y estadías

Destino	Nombre personas que viajan	Descripción actividad	Duración (días)	ANII	Otros	Total
Paris y Lyon-Francia	Mauricio GUILLERMO	Trabajo con el profesor Alexandre Miguel	14	36.400	0	36.400
<b>Total Viajes y Estadías (\$U)</b>				<b>36.400</b>	<b>0</b>	<b>36.400</b>

## Presupuesto - Servicios

Descripción del servicio a contratar y justificación	Nombre del proveedor	Fecha de inicio	Período o duración	ANII	Otros	Total
<b>Total Servicios (\$U)</b>				<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Presupuesto - Adecuación Edilicia

Detalle de obras a realizar y justificación	ANII	Otros	Total
Total Adecuación Edilicia (\$U)	0	0	0

## Presupuesto - Equipamiento laboratorio

Cantidad	Descripción detallada de los equipos y justificación	Función	Procedencia o proveedor	ANII	Otros	Total
Total Equipamiento Laboratorio (\$U)				0	0	0

## Presupuesto - Material Bibliográfico

Cantidad	Descripción del material	ANII	Otros	Total
10	Libros.	10.000	0	10.000
Total Material Bibliográfico (\$U)		10.000	0	10.000

## Presupuesto - Materiales e Insumos

Cantidad	Descripción del material	ANII	Otros	Total
Total Materiales e Insumos (\$U)		0	0	0

## Presupuesto - Software

Cantidad	Descripción detallada del software y justificación	ANII	Otros	Total
Total Software (\$U)		0	0	0

## Presupuesto - Vinculación a redes de información

Cantidad	Descripción detallada	ANII	Otros	Total
Total Redes (\$U)		0	0	0



## Presupuesto - Promoción y difusión

Cantidad	Descripción detallada de la actividad	ANII	Otros	Total
	<b>Total Prom. y Difusión (\$U)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Presupuesto - Protección propiedad intelectual

Características	ANII	Otros	Total
	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## Presupuesto - Imprevistos

Descripción	ANII	Otros	Total
Un aumento sustancial de la cotización del dolar que encarezca los pasajes	20.000	0	20.000
El desarrollo de la investigación puede hacer evidente la necesidad de invitar a otro investigador extranjero.	40.000	0	40.000
<b>Total Imprevistos (\$U)</b>	<b>60.000</b>	<b>0</b>	<b>60.000</b>

## Presupuesto - Gastos de Administración

Descripción	ANII	Otros	Total
Gastos de administracion facultad de ciencias	11.400	0	11.400
<b>Total Gastos de Administración (\$U)</b>	<b>11.400</b>	<b>0</b>	<b>11.400</b>

## Presupuestos por rubro y por fuente de financiamiento

Rubros	ANII	Otros aportes	Costo Total (\$U)
15 Profesores Visitantes	83.500	0	83.500
09 Capacitación	0	0	0
20 Pasajes	30.000	0	30.000
11 Viáticos y Estadías	36.400	0	36.400
10 Servicios	0	0	0
01 Adecuación Edilicia	0	0	0
02 Equipamiento Laboratorio	0	0	0
03 Otros Equipos	0	0	0
04 Material Bibliográfico	10.000	0	10.000
05 Materiales e Insumos	0	0	0
06 Software	0	0	0
16 Vinculación a redes de información	0	0	0
17 Promoción y Difusión	0	0	0
12 Protección de la Propiedad Intelectual	0	0	0
14 Imprevistos	60.000	0	60.000
18 Gastos de Administración	11.400	0	11.400
<b>Total (\$U)</b>	<b>231.300</b>	<b>0</b>	<b>231.300</b>

## Cronograma de ejecución financiera

Rubro	Año 1		Año 2	
	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 1	Sem. 2
Material Bibliográfico	0	5.000	5.000	0
Capacitación	0	30.000	0	0
Viáticos y estadías	0	36.400	0	0
Imprevistos	0	30.000	0	30.000
Profesores Visitantes	0	41.750	0	41.750
Gastos por Administración	0	5.700	0	5.700
<b>Costo total \$U:</b>	<b>0</b>	<b>148.850</b>	<b>5.000</b>	<b>77.450</b>

## Otros aspectos del proyecto

**Impacto ambiental:** El Proyecto NO está comprendido en la Ley 16.466 ni en el Decreto 349/005

**Aspectos éticos:** No corresponde. La investigación en Lógica y Fundamentos de la Matemática no tiene implicancias éticas.