

**CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y  
TECNOLÓGICO**  
**Informe Científico<sup>1</sup>**

**PERIODO <sup>2</sup>: 2011-2012**

Legajo N°:

**1. DATOS PERSONALES**

*APELLIDO: KOWALSKI*

*NOMBRES: ANDRES MAURICIO*

*Dirección Particular: Calle: N°:*

*Localidad: La Plata CP: 1900 Tel:*

*Dirección electrónica (donde desea recibir información): kowalski@fisica.unlp.edu.ar*

**2. TEMA DE INVESTIGACION**

*Disciplina: Física. Dinámica Cuántica y Métodos Estadísticos*

**3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA**

*INGRESO: Categoría: Adjunto con Director Fecha: 02/01/2007*

*ACTUAL: Categoría: Adjunto sin Director desde fecha: 02/01/2010*

**4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA**

*Universidad y/o Centro: Universidad Nacional de La Plata*

*Facultad: Ciencias Exactas*

*Departamento: Física*

*Cátedra: Análisis Matemático II*

*Otros: -----*

*Dirección: Calle: 49 y 115 N°: s/n*

*Localidad: La Plata CP: 1900 Tel: 4246062 int 245*

*Cargo que ocupa: Investigador Adjunto S/D - Profesor Adjunto*

**5. DIRECTOR DE TRABAJOS. (En el caso que corresponda)**

*Apellido y Nombres:*

*Dirección Particular: Calle: N°:*

*Localidad: CP: Tel:*

*Dirección electrónica:*

.....  
Firma del Director (si corresponde)

.....  
Firma del Investigador

<sup>1</sup> Art. 11; Inc. "e" ; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

<sup>2</sup> El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2008 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2006 al 31-12-2007, para las presentaciones bianuales.

## 6. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.

*Debe exponerse, en no más de una página, la orientación impuesta a los trabajos, técnicas y métodos empleados, principales resultados obtenidos y dificultades encontradas en el plano científico y material. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

Dentro de los objetivos del Plan de Trabajo con título “Dinámica Cuántica y Métodos Estadísticos” y cumplimentando tareas planteadas para este Período, se realizaron investigaciones que se pueden agrupar en los siguientes temas: A) Límite Clásico de la Dinámica Cuántica y Métodos Estadísticos. B) Juegos Cuánticos.

A) Límite Clásico de la Dinámica Cuántica y Métodos Estadísticos.

1) Se completó un trabajo iniciado en el Período anterior, en el cual se utilizó la medida de Información de Fisher (F) como cuantificador del límite clásico de la dinámica de un sistema semiclásico estudiado con anterioridad, que representa la interacción de la materia con un Campo clásico. Utilizada junto con otros cuantificadores de información, tales como la Entropía de Shannon (H) y la Complejidad Estadística (C) mediante representaciones Fisher vs. Entropía ( $F \times H$ ) y Fisher vs Complejidad ( $F \times C$ ), se obtiene una mejor caracterización de la transición que la provista por cualquiera de los cuantificadores de información por separado. Este trabajo condujo a [1] del inciso 7.1 (Trabajos publicados).

2) Se siguieron analizando distintas definiciones de la Complejidad Estadística. En primer lugar la Complejidad Estadística Shannon, es decir definida utilizando la Entropía Shannon y en segundo lugar la q-Complejidad Estadística, en base a la Entropía generalizada de Tsallis. En el primer caso, además se utilizaron distintas definiciones del "factor de desequilibrio", según distintas definiciones de métricas en el espacio de probabilidades, a saber, Euclidiana, Wooters y divergencia de Jensen. Adicionalmente se consideraron distintas metodologías para extraer las distribuciones de probabilidad de las series temporales en cuestión: la metodología simbólica de Bandt y Pompe (Phys. Rev. Lett. 88, 174102-1 (2002)), Wavelets y la correspondiente a Histogramas. Los ejemplos considerados, fueron entre otros, el Mapa Logístico y el límite clásico de la dinámica del sistema semiclásico mencionado. Como consecuencia de estos análisis resultaron los trabajos [2], [3] (concluido en este Período) y [4] del inciso 7.1.

3) Se inició el estudio de distintas entropías relativas, como la Divergencia de Kullback - Leibler y la familia de medidas de divergencia de Cressie-Read (J. R. Stat. Soc. Series B, 46 (1984)). La finalidad de este estudio es la comparación de las distintas metodologías utilizadas para extraer las distribuciones de probabilidad desde series temporales. Como un primer resultado de este estudio se obtuvo el trabajo [5] del inciso 7.1. Se compararon allí las metodologías de Bandt y Pompe, Histogramas y la Distribución Uniforme. El ejemplo considerado, fue el límite clásico de la dinámica del sistema semiclásico mencionado antes.

B) Juegos Cuánticos.

En otra de las líneas de investigación, se siguió trabajando dentro del contexto de la Teoría de Juegos, sobre el tema “Juegos Cuánticos”. La idea es reescribir aspectos de la Física, en particular de la dinámica cuántica, en el lenguaje de la Teoría de Juegos.

Dentro de este marco y en un Período anterior (2007-2008), se realizó un trabajo donde la dinámica de la interacción disipativa entre un sistema de dos niveles bosónico y un campo electromagnético clásico, es pensada como un juego entre jugadores cuánticos y clásicos, cuyas estrategias residen en la elección de las condiciones iniciales (Kowalski A M and Plastino A, Physica A 387, 5065 (2008)). En este Período se

profundizó el estudio del caso considerado, con aportes teóricos y considerando estados cuánticos con overlapping parcial y estados distinguibles (ortogonales), lo cual produce fuertes cambios sobre los Puntos de Equilibrio Nash. Esta línea condujo a los trabajos [1] (Review con aspectos teóricos) y [2] (estados con overlapping y distinguibles) del inciso 7.2 (Trabajos aceptado y enviado respectivamente en el Periodo. Publicados en 2013).

## **7. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.**

**7.1 PUBLICACIONES.** *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en las que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada porque no será tomada en consideración. A cada publicación, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden que figuran en ella, lugar donde fue publicada, volumen, página y año. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparece en la publicación. La copia en papel de cada publicación se presentará por separado. Para cada publicación, el investigador deberá, además, aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del trabajo y, para aquellas en las que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

[1] Fisher-information description of the classical-quantal transition  
A.M. Kowalski, M.T. Martin, A. Plastino and O. A. Rosso,  
Physica A 390, 2435–2441 (2011).

Resumen: We investigate the classical limit of the dynamics of a semiclassical system that represents the interaction between matter and a given field. The concept of Fisher Information measure (F) on using as a quantifier of the process, we find that it adequately describes the transition, detecting the most salient details of the changeover. Used in conjunction with other possible information quantifiers, such as the Normalized Shannon Entropy (H) and the Statistical Complexity (C) by recourse to appropriate planar representations like the Fisher Entropy ( $F \times H$ ) and Fisher Complexity ( $F \times C$ ) planes, one obtains a better visualization of the transition than that provided by just one quantifier by itself.

In the evaluation of these Information Theory quantifiers, we used the Bandt and Pompe methodology for the obtention of the corresponding probability distribution.

Grado de participación: Principal. Generación de la idea. Participación principal en la redacción y en los cálculos.

[2] Distances in probability space and the Statistical Complexity setup  
Andres M. Kowalski, Maria Teresa Martín, Angelo Plastino, Osvaldo A. Rosso and Montserrat Casas,  
Entropy , 13, 1055-1075 (2011).

Resumen: Statistical complexity measures (SCM) are the composition of two ingredients: (i) entropies and (ii) distances in probability-space. In consequence, SCMs provide a simultaneous quantification of the randomness and the correlational structures present in the system under study. We address in this review important topics underlying the SCM structure, viz., (a) a good choice of probability metric space and (b) how to assess the best distance-choice, which in this context is called a “disequilibrium” and is denoted with the letter Q. Q, indeed the crucial SCM ingredient, is cast in terms of an associated distance D.

Since our input data consists of time-series, we also discuss the best way of extracting from the time series a probability distribution P. As an illustration, we

show just how these issues affect the description of the classical limit of quantum mechanics.

Grado de participación: Compartida. Participación en la redacción y en los cálculos.

[3] Chaos and complexity in the classical-quantum transition

A.M. Kowalski, M.T. Martin, A. Plastino and O. A. Rosso,

International Journal of Applied Mathematics & Statistics, 26, 67-80 (2012).

Resumen: By recourse to the concept of Statistical Complexity we study here the classical-quantum transition in a special system that represents the matter-field interaction. Our work considers two distinct disequilibrium forms based on Euclidean norm and Jensen-Shannon divergence, on the one hand, and analyzes things, on the other one, by using two different numerical approaches for probability distribution, namely, relative wavelet energy and permutation patterns.

Grado de participación: Principal. Generación de la idea. Participación principal en la redacción y en los cálculos.

[4] The Tsallis-complexity of a semiclassical time-evolution

A.M. Kowalski and A. Plastino,

Physica A, 391, 5375–5383 (2012).

An investigation is undertaken of semiclassical time-evolutions and their classical limit with the intent of getting insights into the classical–quantum frontier. We deal with a system that represents the interaction between matter and a given field, and our main research tool is the so-called q-complexity quantifier, for which two different versions are considered. The probability distribution associated with the time-evolution process is determined by recourse to the Bandt–Pompe symbolic technique [C. Bandt, B. Pompe, Permutation entropy: a natural complexity measure for time series, Phys. Rev. Lett. 88 (2002) 174102:1–174102:4]. The most salient details of the quantum–classical transition turn out to be described not only well, but also in a better fashion than that of previous literature.

Grado de participación: Principal. Generación de la idea. Participación principal en la redacción y en los cálculos.

[5] On Extracting Probability Distribution Information from Time Series

Andres M. Kowalski, Maria Teresa Martin, Angelo Plastino and George Judge

Entropy, 14, 1829-1841 (2012).

Time-series (TS) are employed in a variety of academic disciplines. In this paper we focus on extracting probability density functions (PDFs) from TS to gain an insight into the underlying dynamic processes. On discussing this “extraction” problem, we consider two popular approaches that we identify as histograms and Bandt–Pompe. We use an information-theoretic method to objectively compare the information content of the concomitant PDFs.

Grado de participación: Compartida. Participación en la redacción y en los cálculos.

Se adjuntan copias de estos trabajos.

**7.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN.** *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellos trabajos en los que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Todo trabajo donde no figure dicha mención no debe ser adjuntado porque no será tomado en consideración. A cada trabajo, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden en que figurarán en la publicación y el lugar donde será publicado. A continuación,*

*transcribir el resumen (abstract) tal como aparecerá en la publicación. La versión completa de cada trabajo se presentará en papel, por separado, juntamente con la constancia de aceptación. En cada trabajo, el investigador deberá aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del mismo y, para aquellos en los que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

[1] Physical Realization of a Quantum Game (capítulo de libro con referato)

A.M. Kowalski, A. Plastino and M. Casas

Game Theory Relaunched, Prof. Hardy Hanappi (Ed.) (2013), Chapter 14, page 293.

ISBN: 978-953-51-1078-1, InTech, DOI: 10.5772/54216. Available from: <http://www.intechopen.com/books/game-theory-relaunched/physical-realization-of-a-quantum-game>.

Aceptado en 2012. Además de copia del artículo aceptado, se adjuntan copias de la 1er página y última página (con los datos de los autores) del artículo publicado.

Resumen: We introduce a game admitting of both classical and quantal players. Strategies are determined by the initial conditions of the associated dynamical system, whose time evolution is characterized by the existence of attractors that represent the possible results of the game. The physics associated to the interaction between matter and a single-mode of an electromagnetic Field within a cavity is casted in these game theory terms.

Grado de participación: Principal. Generación de la idea. Participación principal en la redacción y en los cálculos.

[2] Disjoint states and quantum games

A.M. Kowalski and A. Plastino,

Phys. Scr. , 87, 045007 (2013).

Enviado en 2012, aceptado en 2013. Además de copia del artículo enviado, se adjunta copia de la 1er página del artículo publicado.

Resumen: We cast in game theory terms the physics associated with the interaction between (i) matter and (ii) a single mode of an electromagnetic field within a cavity. Thereby, we introduce a game admitting both classical and quantal players. Strategies are determined by the initial conditions of the associated dynamical system, whose time evolution is characterized by the existence of attractors that represent possible results of the game. Two types of quantum states are considered: perfectly distinguishable or partially overlapping ones.

Grado de participación: Principal. Generación de la idea. Participación principal en la redacción y en los cálculos.

### **7.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION.**

*Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.*

NO CONSIGNA

### **7.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION.**

*Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.*

NO CONSIGNA

### **7.5 COMUNICACIONES.** *Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).*

Ver Inciso 13: PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS

- 7.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS.** *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda.*  
NO CONSIGNA
- 8. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.**
- 8.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS.** *Describir la naturaleza de la innovación o mejora alcanzada, si se trata de una innovación a nivel regional, nacional o internacional, con qué financiamiento se ha realizado, su utilización potencial o actual por parte de empresas u otras entidades, incidencia en el mercado y niveles de facturación del respectivo producto o servicio y toda otra información conducente a demostrar la relevancia de la tecnología desarrollada.*  
NO CONSIGNA
- 8.2 PATENTES O EQUIVALENTES.** *Indicar los datos del registro, si han sido vendidos o licenciados los derechos y todo otro dato que permita evaluar su relevancia.*  
NO CONSIGNA
- 8.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO.** *Describir objetivos perseguidos, breve reseña de la labor realizada y grado de avance. Detallar instituciones, empresas y/o organismos solicitantes.*  
NO CONSIGNA
- 8.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES** *(desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).*  
NO CONSIGNA
- 8.5 Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conocen su trabajo y que pueden opinar sobre la relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.**  
NO CONSIGNA
- 9. SERVICIOS TECNOLÓGICOS.** *Indicar qué tipo de servicios ha realizado, el grado de complejidad de los mismos, qué porcentaje aproximado de su tiempo le demandan y los montos de facturación.*  
NO CONSIGNA
- 10. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:**
- 10.1 DOCENCIA**  
NO CONSIGNA
- 10.2 DIVULGACIÓN**  
Tareas varias en el sitio web <http://descubriendo.fisica.unlp.edu.ar>. Proyecto de Extensión Universitaria "Portal de Divulgación de la Física", acreditado por la Facultad de Ciencias Exactas, UNLP y por la Universidad Nacional de La Plata:
- 11. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES.** *Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.*  
NO CONSIGNA
- 12. DIRECCION DE TESIS.** *Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.*  
NO CONSIGNA

**13. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS.** *Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.*

1) VII Workshop sobre Mecánica Estadística y Teoría de la Información  
La Plata, 4-6 de Abril de 2011.

“Información de Fisher y transición cuántico-clásica”

A.M. Kowalski, M.T. Martin, A. Plastino, O. Rosso.

Conferencista: A.M. Kowalski

Se adjunta certificado y copia del trabajo presentado.

2) Simposio Regional de Mecánica Estadística, Teoría de la Información y Biofísica  
METIBI IV

Ciudad de La Falda, Córdoba, 3-5 de Agosto de 2011.

“Medidas de información y transición clásico-cuántica, un review”

A.M. Kowalski, M.T. Martin, A. Plastino, O. A. Rosso, L. Zunino

Conferencista: A.M. Kowalski.

Se adjunta certificado y copia del trabajo presentado.

3) II Jornadas de Fundamentos de Cuántica: Aspectos epistemológicos

Facultad de Ciencias Económicas de la UNLP, 15 y 16 de Noviembre de 2012

“La frontera clásico cuántica”

A. M. Kowalski

Conferencista: A.M. Kowalski

Se adjunta certificado y copia del trabajo presentado.

**14. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC.** *Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.*  
NO CONSIGNA

**15. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO.** *Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos.*

-Subsidios para Investigadores CIC. Resolución N° 1535/10, año 2011-1012. Monto \$4300

-Subsidios para Investigadores CIC. Resolución N° 2410/12, año 2012-2013. Monto \$5600

-Subsidio para el Simposio Regional de Mecánica Estadística, Teoría de la Información y Biofísica METIBI IV, Ciudad de La Falda, Córdoba, 3-5 de Agosto de 2011.

Institución otorgante: IFLP

Monto: \$500

Fecha: Agosto/2011

-PICT 2007: "Teorías de Complejidad e Información"

Institucion otorgante: FONCyT, Agencia

Investigador Responsable: Angel L. Plastino

Período: 2009-2011

Carácter de participación: Investigador Integrante del Grupo Responsable

-Proyecto de Investigación Plurianual (PIP) - CONICET (concurso 2009-2011)

PIP 112-200801-01177:

Teoría de la Información, Física Cuántica y Dinámicas No Lineales

Titular: Angel L. Plastino

Período: 2009-2011

Carácter de participación: Investigador Integrante

- 16. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO.** *Describir la naturaleza de los contratos con empresas y/o organismos públicos.*

NO CONSIGNA

- 17. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.**

NO CONSIGNA

- 18. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA.** *Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.*

NO CONSIGNA

- 19. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO.** *Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.*

Profesor Adjunto Ordinario, Dedicación Simple. Cátedra de Análisis Matemático II, Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

Mi dedicación es simple, por lo tanto le he dedicado 9 horas semanales a las actividades docentes. Porcentaje de tiempo: 0,2.

- 20. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES.** *Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.*

1) Referee de tres trabajos para Phys. Lett. A y dos para Physica A.

2) Miembro del Comité Organizador del Simposio Regional de Mecánica Estadística, Teoría de la Información y Biofísica METIBI IV  
Ciudad de La Falda, Córdoba, 3-5 de Agosto de 2011.

- 21. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO.** *Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

TITULO: DINÁMICA CUÁNTICA Y MÉTODOS ESTADÍSTICOS.

Se propone continuar con el mismo objetivo general y los mismos objetivos particulares de los Períodos anteriores:

El objetivo general de las investigaciones es avanzar en el conocimiento formal y aplicado de la Dinámica Cuántica. Para ello se plantean los siguientes objetivos particulares:

- El estudio de la dinámica de Hamiltonianos no lineales relevantes y de formas hamiltonianas bosónicas no estables.
- El estudio del Límite Clásico de la Dinámica Cuántica.
- El estudio y aplicaciones a sistemas relevantes, de Aproximaciones Semiclásicas, especialmente la Aproximación Semicuántica.

- La adaptación y desarrollo de Técnicas Estadísticas para el estudio de series temporales y su aplicación al estudio de los sistemas dinámicos cuánticos.

Además

- La posible aplicación de Modelos Dinámicos de la Física (fundamentalmente cuánticos) y Técnicas Estadísticas derivadas, en otras ramas del conocimiento.

Como Tareas para el próximo Período, se plantea:

- Avanzar en conceptos teóricos sobre la Dinámica Cuántica.
- Analizar la dinámica correspondiente a Hamiltonianos cuánticos no lineales relevantes, por ejemplo cuárticos, en otros contextos que el dado por la aproximaciones semiclásicas.
- Continuar con el estudio del límite clásico de la dinámica cuántica de sistemas semiclásicos y de otras aproximaciones, con herramientas del análisis dinámico y con herramientas estadísticas, como se ha venido haciendo.
- Proseguir con el estudio de distintos cuantificadores de información, en particular con el estudio iniciado sobre distintas definiciones de la Complejidad Estadística, sea "Shannon" o q-Complejidad (dentro del contexto de las Entropías Generalizadas) y con distintas definiciones del "Factor de Desequilibrio". Adicionalmente se considerarán distintas metodologías para extraer las distribuciones de probabilidad desde las series temporales de sistemas físicos (Fourier, Wavelet, simbólica de Bandt and Pompe, Histogramas, etc.).
- Continuar con el análisis recientemente iniciado sobre distintas entropías relativas, como la Divergencia de Kullback - Leibler y la familia de medidas de divergencia de Cressie-Read (J. R. Stat. Soc. Series B, 46 (1984)), para comparar metodologías utilizadas en la literatura para extraer las distribuciones de probabilidad de series temporales. Una primera aplicación es extender el análisis realizado en [5] del inciso 7.1, considerando otros valores del parámetro "landa" que caracteriza a la familia de divergencias de Cressie-Read mencionadas (en [5] del inciso 7.1 se consideró el caso  $\lambda=1$ ) y considerando la Divergencia de Kullback - Leibler.
- Proseguir con el estudio de la Teoría de Juegos y con el tema de Juegos Cuánticos tanto en forma teórica, como en sus aplicaciones. Se seguirá trabajando en la idea de reescribir aspectos de la Física, en particular de la Dinámica cuántica, en el lenguaje de la Teoría de Juegos entre otras posibilidades. El objetivo es el de arrojar nueva luz conceptual, al observar el objeto de estudio desde una nueva perspectiva.
- Continuar con posibles desarrollos y aplicaciones del formalismo que permite la diagonalización de Formas cuadráticas hamiltonianas bosónicas (estables o inestables) (Informes CIC 2007-2008 y 2009-2010).
- Considerar la posibilidad de aplicar las herramientas estadísticas analizadas derivadas de la Física, al análisis de problemas surgidos de otras disciplinas como la Biología, Economía, etc.

---

**Condiciones de la presentación:**

- 
- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
- a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 21).
  - b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda "Informe Científico Período ....."
  - c. Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
- B. Envío por correo electrónico:
- a. Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: [ininvest@cic.gba.gov.ar](mailto:ininvest@cic.gba.gov.ar) (puntos 1 al 21), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
  - b. En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.

---

**Nota:** El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.