
CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Informe Científico¹

PERIODO ²: 2013-2014

Legajo N°: 286798

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: ZARRAGOICOECHEA

NOMBRES: GUILLERMO JORGE

Dirección Particular:

Localidad:

Dirección electrónica (donde desea recibir información): vasco@iflysib.unlp.edu.ar

2. TEMA DE INVESTIGACION

Sistemas confinados: nanopartículas, nanotubos y ecosistemas áridos y semiáridos.

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: Asistente *Fecha:* julio de 1984

ACTUAL: Categoría: Independiente *desde fecha:* agosto de 2004

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

Universidad y/o Centro: Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos

Facultad: Facultad de Ciencias Exactas, UNLP

Departamento: Departamento de Química

Cátedra:

Otros:

Dirección: Calle: 59 *N°:* 789

Localidad: La Plata *CP:* B1900BTE *Tel:* 0221 425-4904

Cargo que ocupa: Investigador – Miembro de la Comisión Directiva

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

Apellido y Nombres:

Dirección Particular: Calle: *N°:*

Localidad: *CP:* *Tel:*

Dirección electrónica:

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

² 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.

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

.....
Firma del Investigador

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

-En el estudio de nanopartículas se propuso un modelo formado por dipolos eléctricos confinados sobre la superficie de una esfera magnética. Este modelo se estudió usando simulación numérica de Monte Carlo. En este modelo de confinamiento esférico el comportamiento estructural del sistema es muy variado. Se observó que las nanopartículas se unen formando una corona de dipolos entre ellas. Este modelo se usó para estudiar la formación de cadenas de magnetosomas en bacterias magnetotacticas. Estas bacterias usan las cadenas de magnetosomas en su interior para orientarse con campos magnéticos. También se simuló la deposición de nanopartículas y bacterias magnéticas sobre un sustrato magnetizado, comparando con resultados experimentales. La dificultad en este caso fue en tiempo de cálculo, pero de todos modos pudieron realizarse con una PC con un procesador Quad Core.

-En el estudio de nanotubos, se utilizó un modelo de Ising sobre un nanotubo formado por sucesivas capas de red tipo panal de abeja. Se estudia el efecto de campos magnéticos superficiales y volumétricos sobre las fases y el comportamiento crítico del sistema.

-Con el modelo de interacción SALR atractivo (corto alcance)/repulsivo (largo alcance) se continuó estudiando el comportamiento de ecosistemas estresados. Maximizando la entropía de Shannon para la distribución de individuos en el ecosistema, se puede realizar una analogía con la termodinámica, con lo cual podemos utilizar la mecánica estadística y la simulación Monte Carlo. Estos ecosistemas presentan patrones de distribución (laberintos, franjas, matorrales regulares, etc.) por el agregado de individuos en su colaboración y competencia por los pocos recursos disponibles. Los resultados obtenidos con nuestro modelo son excelentes. Además se propone que, utilizando el coeficiente de variación del tamaño medio de cluster, se puede predecir el umbral de desertificación. Este coeficiente podría medirse experimentalmente. Este estudio puede ser de interés para la provincia, pues se podrían estudiar las alertas tempranas de desertificación del ecosistema y tratar de prevenirla.

-Se comenzó con el estudio, resolviendo numéricamente ecuaciones diferenciales del tipo Hagen-Poiseuille para la conductividad hidráulica. El modelo de trabajo consiste en poros conectados por gargantas, con dispersión de tamaños y distribuidos volumetricamente. El próximo paso es utilizar simulación numérica, Monte Carlo y dinámica molecular.

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

7.1 PUBLICACIONES.

- 1) Título: Critical behaviour of the Ising ferromagnet confined in quasi-cylindrical pores: A Monte Carlo study.
Autores: L. E. Guisandez, G. J. Zarragoicoechea, E. V. Albano,
Journal of Chemical Physics 139, 154706 (2013).

The critical behaviour of the Ising ferromagnet confined in pores of radius R and length L is studied by means of Monte Carlo computer simulations. Quasi-cylindrical pores are obtained by replicating n -times a triangular lattice disc of radius R , where $L = na$ and a is the spacing between consecutive replications. So, spins placed at the surface of the pores have less nearest-neighbours (NN) as compared to 8 NN for spins in the bulk. These “missing neighbour” effects undergone by surface spins cause a strong suppression of surface ordering, leading to an ordinary surface transition. Also, the effect propagates into the bulk for small tubes ($R \leq 12$) and the effective critical temperature of the pores is shifted towards lower values than in the bulk case. By applying the standard finite-size scaling theory, subsequently supported by numerical data, we concluded that data collapse of relevant observables, e.g., magnetization (m), susceptibility, specific heat, etc., can only be observed by comparing simulation results obtained by keeping the aspect ratio $C \equiv R/L$ constant. Also, by extrapolating “effective” R -dependent critical temperatures to the thermodynamic limit ($R \rightarrow \infty$, C fixed), we obtained $T_C(\infty) = 6.208(4)$. As suggested by finite-size scaling arguments, the magnetization is measured at the critical point scales according to $\langle |m| \rangle_{T_C} R^{(\beta/\nu)} \propto (R/L)^{1/2}$, where β and ν are the standard exponents for the order parameter and the correlation length, respectively. Furthermore, it is shown that close to criticality the axial correlation length decreases exponentially with the distance. That result is the signature of the formation of (randomly distributed) alternating domains of different magnetization, which can be directly observed by means of snapshot configurations, whose typical length (ξ) is given by the characteristic length of the exponential decay of correlations. Moreover, we show that at criticality $\xi = 0.43(2)R$.

Grado de participación: Discusión de la teoría y del método de cálculo .
Asesoramiento para el desarrollo de los programas de cálculo

7.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN.

2) Self-organization of plants in a dryland ecosystem: Symmetry breaking and critical cluster size.
Ariel G. Meyra, Guillermo J. Zarragoicoechea y Victor A. Kuznetsov
Aceptado en Physical Review E.

Periodical patterns of vegetation in an arid or semiarid ecosystem are described using statistical mechanics and Monte Carlo numerical simulation technique. Plants are characterized by the area that each individual occupies and a facilitation-competition pairwise interaction. Assuming that external resources (precipitation, solar radiation, nutrients, etc.) are available to the ecosystem, it is possible to obtain the persistent configurations of plants compatible with an equitable distribution of resources maximizing the Shannon entropy. Variation of vegetation patterns with density, critical cluster size, and facilitation distance are predicted. Morphological changes of clusters are shown to be a function of the external resources. As a final remark, it is proposed that an early warning of desertification could be detected from the coefficient of variation of the mean cluster size together with the distribution of cluster sizes.

Grado de participación: Discusión de la teoría y del método de cálculo . Desarrollo

de los programas de cálculo.

7.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION.

Modelling a magnetosome chain in a magnetotactic bacterium.

Ariel Meyra, Guillermo Zarragoicoechea, and Victor Kuz.

Enviado a Soft Matter.

At the light of Monte Carlo numerical simulation method, the magnetosome chain stability of magnetotactic bacteria is analysed and discussed. This discrete chain of magnetic nanoparticles encapsulated in a lipid membrane and flanked by filaments is believed to orient bacteria in the geomagnetic field as a compass needle. Each magnetosome is a magnetite or greigite nanocrystal with a soft lipid shell. This structure is modelled by one magnetic dipole enclosed in a set of electrical dipoles representing the lipid membrane. Electric dipoles are able to move and rotate over the magnetic spherical core. In the present paper, some of the many possibilities of the model by varying the control parameters of the system are explored. If lipid membrane is eliminated then magnetic particles arrange in tight clusters. Lineal but twisted chains of magnetic particles clearly emerge when there are electric dipoles in the coating shell. A unique lineal and straight chain are not observed in any three dimensional simulation; this result is in agreement with real living system of bacteria in a geomagnetic field when proteins that form the filament are absent. Finally it is discussed the stability and magnetization of a magnetosome chain of 30 beads in one dimension, set up resembling a real chain. Results suggest that a magnetosome chain not only orients bacteria but also should be considered as a potential storage of elastic energy.

Grado de participación: Discusión de la teoría y del método de cálculo .
Asesoramiento para el desarrollo de los programas de cálculo

7.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION.

7.5 COMUNICACIONES.

7.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS.

8. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

8.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS.

8.2 PATENTES O EQUIVALENTES.

8.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO.

8.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES.

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.

9. SERVICIOS TECNOLÓGICOS.

10. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

10.1 DOCENCIA

10.2 DIVULGACIÓN

11. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES.

Director del Dr. Ariel Meyra, Investigador Asistente del CONICET, desde 2009.
Tema: Fluidos confinados. Aplicaciones a sistemas biológicos.

Co-Director del Lic. Leandro Guisandez:
Beca de Postgrado Tipo I del CONICET, desde abril de 2011 a marzo de 2014.
Beca de Postgrado Tipo II del CONICET, desde abril de 2014.
Tema: Estudio de las propiedades de interfaces y la estabilidad de nanopatrones en materiales confinados.

12. DIRECCION DE TESIS.

Co-Director del Lic. Leandro Guisandez.
Tema: Estudio de las propiedades de interfaces y la estabilidad de nanopatrones en materiales confinados.
Tesis para el Doctorado en Física (en ejecución).

13. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS.

Estudio de la desertificación en ecosistemas estresados. Un modelo mecánico estadístico.

Ariel G. Meyra, Victor A. Kuz, Guillermo J. Zarragoicochea

11° Taller Regional de Física Estadística y sus Aplicaciones a la Materia Condensada
TREFEMAC'13, 05/2013, La Plata, Argentina.

Comportamiento crítico de ferromagneto de Ising confinado en poros cuasi cilíndricos:
un estudio Monte Carlo.

Leandro E. Guisandez, Guillermo J. Zarragoicoechea, y Ezequiel V. Albano.

11° Taller Regional de Física Estadística y sus Aplicaciones a la Materia Condensada
TREFEMAC'13, 05/2013, La Plata, Argentina.

Nanopartícula magnética

Ariel G. Meyra, Guillermo J. Zarragoicoechea, Victor A. Kuz

98ª Reunión Nacional de Física, Asociación Física Argentina, 09/2013, Bariloche,
Argentina.

Auto-organización en ecosistemas áridos y semiáridos

Ariel G. Meyra, Guillermo J. Zarragoicoechea, Victor A. Kuz

98ª Reunión Nacional de Física, Asociación Física Argentina, 09/2013, Bariloche,
Argentina.

Autoensamblado de Nanopartículas

Ariel G. Meyra y Guillermo J. Zarragoicoechea

12° Taller Regional de Física Estadística y sus Aplicaciones a la Materia Condensada
TREFEMAC'14, 05/2014. Bahía Blanca, Argentina.

Nanopartículas magnéticas sobre un sustrato magnetizado. Simulación Monte Carlo

Guillermo J. Zarragoicoechea y Ariel G. Meyra

12º Taller Regional de Física Estadística y sus Aplicaciones a la Materia Condensada
TREFEMAC'14, 05/2014. Bahía Blanca, Argentina.

Análisis de las relaciones entre la conductividad hidráulica y las propiedades
morfológicas/topológicas en medios porosos

C. M. Carlevaro, R.M. Irastorza, Ariel G. Meyra y Guillermo J. Zarragoicoechea

12º Taller Regional de Física Estadística y sus Aplicaciones a la Materia Condensada
TREFEMAC'14, 05/2014. Bahía Blanca.

Nanopartículas magnéticas con interacción dispersiva. Simulación sobre un sustrato
magnetizado

Guillermo J. Zarragoicoechea y Ariel G. Meyra

99ª Reunión Nacional de Física, Asociación Física Argentina, 09/2014, Tandil,
Argentina.

Teoría de grafos y redes espaciales complejas aplicadas al estudio de la conductividad
hidráulica en medios porosos

Ariel G. Meyra, C. M. Carlevaro, R.M. Irastorza, y Guillermo J. Zarragoicoechea

XIII Reunión sobre Recientes Avances en Física de Fluidos y sus Aplicaciones, 11/2014,
UNICEN, Tandil.

Auto-organización en ecosistemas áridos y semiáridos

Ariel G. Meyra, Victor A. Kuz, y Guillermo J. Zarragoicoechea

IV Congreso Boliviano de Ecología, 6/2014, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno,

Fac. Cs. Agrarias y Forestales, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

14. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC.

15. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO.

PIP CONICET, Director del subsidio: Fernando Vericat.

16. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

17. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

18. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA.

Integrante del Consejo Directivo del IFLYSIB (elegido por votación de los miembros de la institución) (0.5%).

19. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO.

Profesor Titular D/S, Cátedra de Física I de Diseño Industrial, Facultad de Bellas Artes de la Universidad Nacional de La Plata. Cargo interino por designación desde 172007 (8%).

Dictado de los temas 'Simulación de Monte Carlo' y 'Dinámica Molecular' dentro del curso de Postgrado de la UNLP 'Herramientas computacionales para científicos'. Segundo semestre de los años 2013 y 2014, IFLYSIB (0.1%).

20. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES.

21. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO.

Título: Sistemas confinados (nanopartículas, nanotubos, poros) y sistemas con interacciones competitivas.

Para el próximo periodo propongo seguir trabajando en mis dos líneas principales de investigación que son básicamente simulaciones Monte Carlo de sistemas con interacciones competitivas y sistemas confinados de nanopartículas.

1-Estudio de sistemas en 2D y 3D con partículas o individuos que interactúan vía potenciales atractivos (corto alcance)-repulsivos (largo alcance), debido a su capacidad para describir o representar sistemas coloidales o ecosistemas estresados (analogía

entropía de Shannon/termodinámica). Potenciales del tipo SALR (short attractive/long repulsive) son utilizados para describir la interacción de los componentes del sistema.

Las interacciones competitivas están presentes en una variedad de sistemas con escalas variadas. A escala microscópica la competencia entre intercambio, anisotropías dipolar y axial se manifiesta en sistemas de capas magnéticas finas. Partículas nanométricas en suspensiones coloidales se repelen electrostáticamente y se atraen con potenciales efectivos (vía solvente). La suma de estos tipos de competencia a menudo se modela con potenciales SALR (atracción de corto alcance y repulsión de largo alcance). Estas interacciones juegan un rol importante en sistemas biológicos, donde los lípidos se auto ensamblan en bicapas rodeando la célula, o en ecosistemas estresados donde los agregados se organizan formando patrones determinados por las condiciones ambientales. A pesar de los orígenes muy diferentes, se observa una sorprendente similitud en las propiedades estructurales y termodinámicas de los sistemas mencionados.

En el caso de los ecosistemas áridos o semi-áridos, la idea es poder introducir variantes. Con algunas de estas alternativas ya estamos trabajando. Una de ellas es la simulación de mezclas binarias, lo que podría describir perfectamente como sería la convivencia de dos generaciones (adultos e hijos), o de dos especies (una autóctona y otra una especie invasiva). Otra idea es explorar que ocurre si la interacción con el sustrato no es homogénea, por ej. un valle con mayor humedad o sitios elevados con menos agua y mas radiación, etc. Una alternativa muy interesante sería introducir en el tipo de interacción alguna funcionalidad con la densidad de biomasa local. Parece apropiado suponer que debido a la plasticidad de los individuos la interacción puede ser función de la densidad de biomasa local, siendo la interacción efectiva el resultado de optimizar los recursos externos recibidos y el ambiente inmediato que rodea al individuo.

Se estudiarán los procesos de crecimiento de una población de individuos, y la dinámica de formación de agregados en esos procesos. La simulación numérica se realiza con la técnica de Monte Carlo en el conjunto gran canónico (nacimiento/muerte de organismos, crear/eliminar partículas,...). El potencial químico del medio exterior (en ecología, capacidad de carga del sistema) comanda el crecimiento del sistema, partiendo de un estado inicial fuera del equilibrio, y determina el estado de equilibrio final. La eliminación de un individuo se realiza eligiéndolo al azar, como es usual. Pero la creación de una nueva entidad se logra ligándola a un individuo ya existente, marcando con un color todos los individuos de una misma familia. De esta forma podemos seguir la evolución del sistema, registrando temporalmente (pasos de Monte Carlo) las diferentes configuraciones generadas.

Relativo a los potenciales SALR, hemos aplicado a un importante proyecto de colaboración (2016-2019) presentado en la Comunidad Europea, que involucra a investigadores de Francia (París, Grenoble), Polonia (Varsovia), España (Madrid), Brasil (Porto Alegre, San Pablo, Niteroi), Hungría (Budapest), Ucrania (Lviv), Bielorusia (Minsk), Argentina (Córdoba, Bariloche, La Plata). Este proyecto involucra, en el caso de ser aprobado, mis visitas a las instituciones de Madrid (un mes en 2017 y un mes en 2019) y París (un mes en 2018), y visitas (un mes c/u) al IFLYSIB de investigadores de París, Madrid, y Varsovia.

2-Estudio de nanopartículas representadas por esferas recubiertas con dipolos eléctricos o magnéticos, o potenciales SALR. Las esferas interactúan con un potencial efectivo de tipo Hamaker, y las partículas se pueden desplazar sobre las superficies de estas esferas, interactuando todos contra todos. En el caso de las simulaciones de nanopartículas la idea es predecir de manera reducida (coarse-grained Monte Carlo) los valores del campo externo y temperatura necesarios para ensamblar o desensamblar sistemas ordenados y lograr predecir estructuras complejas que puedan aparecer, con la intención de describir o explicar, por ejemplo, experimentos recientes en transiciones de formas de micelas, termo respuestas en nanocoloides, fusión de micelas gigantes, o interacción de células y virus.

3-Estudio de las propiedades de interfaces que tienen lugar durante los procesos de adsorción-desorción, mojado, y condensación capilar de gases y fluidos en sistemas confinados como lo son los nano y microtubos. Para ello nos basaremos en el modelo de Ising en 3D en presencia de campos magnéticos superficiales actuando en las paredes de los nanotubos y campos magnéticos de bulk. La metodología de trabajo incluye simulaciones Monte Carlo y desarrollos analíticos simples. Este tema particular corresponde a la codirección del becario del CONICET, L. Guisandez.

4-Los reservorios de shale (petroleo en matriz porosa) poseen distribuciones complejas de tamaños de poros, que pueden presentarse dentro de material orgánico, en la matriz inorgánica, en fracturas naturales y en el espacio provocado por fracturas hidráulicas. Esto origina que el transporte de fluidos se realice mediante múltiples mecanismos a través de la estructura de poros. Por lo tanto, si bien la permeabilidad depende exclusivamente de la geometría del medio poroso (shale), la conductividad hidráulica del fluido depende, entre otros factores, de la presión, la temperatura, la composición del fluido y de las distribuciones de los tamaños de poros y la interacción fluido pared. En este tema proponemos centrar el estudio de estos mecanismos de transporte en modelos compuestos por redes de poros y gargantas. El modelo consiste en dos partes: en primer lugar, el que representa la estructura de poros y gargantas en la roca. Se intentará reproducir computacionalmente la morfología y topología de dicha estructura mediante el ajuste de parámetros relevantes tales como porosidad, conectividad, tortuosidad, área específica, etc., considerando al medio poroso como intrínsecamente desordenado. En segundo lugar, se intentará describir el flujo en dicha estructura a través de modelos de transporte establecidos y validados (para gas o líquido), proponiendo también correcciones obtenidas mediante el estudio molecular del flujo de gas o líquido en sistemas altamente confinados. El cálculo del flujo en el medio poroso requiere la resolución de un número muy grande de ecuaciones, lo que representa un desafío importante en la implementación de algoritmos eficientes para tal tarea. Con simulaciones numéricas a nivel molecular se proveerán algunos detalles relacionados con la termodinámica de la fase fluida y su relación con el volumen disponible en nanoporos, y con los efectos de la interacción fluido-pared sobre las propiedades termodinámicas y de transporte. La ventaja de la simulación numérica reside en la versatilidad para definir las características locales del sistema modelo, desde un nivel molecular hasta la inclusión de interacciones efectivas (dinámica Browniana o simulaciones Monte Carlo de grano grueso).

El objetivo general de la presente propuesta es el de proveer un modelo computacional de la estructura y del transporte en medios porosos, que permita la simulación de modelos semejantes a los sistemas reales de interés. Debido a la complejidad de la matriz

porosa, los estudios tendrán como límite superior volúmenes en la escala micrométrica. De este modo, se espera obtener una mejor comprensión de los fenómenos de transporte involucrados

Objetivos

El objetivo es seguir explorando la potencialidad de Monte Carlo para describir ecosistemas y sistemas coloidales. No solo porque introduce la idea de aleatoriedad en la evolución de los patrones o ecosistemas, sino porque es posible introducir explícitamente la idea de competencia, altruismo, parasitismo, fenotipo (mezclas) etc., en los términos de la interacción, ideas que permitirían aplicar las leyes de la termodinámica a la ecología, siendo esta última una ciencia en desarrollo que necesita para su formulación ideas y conceptos de ciencias tales como matemática, termodinámica, economía, entre otras.

En el caso de las simulaciones de nanopartículas la idea es continuar las simulaciones, y comenzar a interactuar con grupos de investigación que puedan realizar la parte experimental y poder así simular sistemas específicos de más interés y aplicación tecnológica.

Metodología

Simulaciones de Monte Carlo usando las técnicas de coarse-grained y/o parallel tempering. En el caso de los patrones de vegetación, por ser un sistema abierto, la técnica de simulación será sobre un ensamble gran canónico. Propuesta de un modelo de interacción para las partículas que forman el sistema. Simulación con la técnica de dinámica molecular para el caso de matrices porosas, y resolución de ecuaciones diferenciales numericamente. Desarrollo de los programas de simulación numérica de acuerdo a los modelos propuestos.

Exploración del espectro de posibilidades del espacio de configuración de los modelos propuestos.

Comparación con teorías, otras simulaciones, y el experimento.

Factibilidad

El IFLYSIB cuenta con la capacidad de cálculo para realizar estas simulaciones.

Interés para la Provincia de Buenos Aires:

El estudio de sistemas áridos y semiáridos puede ser de interés para la provincia, pues se podrían estudiar las alertas tempranas de desertificación del ecosistema en zonas de estrés hídrico en la provincia y tratar de prevenirla.

En el caso particular de las aplicaciones en nanotecnología, podemos decir que Argentina, y en particular la provincia de Buenos Aires, están en condiciones de desarrollar diversos proyectos en el campo de las micro y nanotecnologías, como nuevos materiales nanoestructurados, aplicaciones industriales de nanorecubrimientos, nanobiotecnología o propiedades físicas y químicas de nanopartículas, diagnóstico

médico e industria farmacéutica. Nuestra contribución a estos temas, desde el punto de vista teórico, servirá para comprender y eventualmente predecir los fenómenos involucrados en esos desarrollos tecnológicos.

El estudio de flujo y propiedades en medios porosos es de interés actual, sobre todo en lo relacionado a la extracción de petróleo shale (reservorios en Vaca Muerta, por ejemplo).

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 (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.
-