

# EL DESAFÍO DE HACER FÍSICA EXPERIMENTAL LIGADA A PROBLEMAS INDUSTRIALES

**Palabras clave:** inestabilidades hidrodinámicas, flujos complejos, reología.

**Key words:** hydrodynamic instabilities, complex flows, rheology .

## ■ Marta Rosen

Grupo de Medios Porosos  
Departamento de Física  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de Buenos Aires

mrosenar@yahoo.com.ar

### ■ LOS COMIENZOS

No es fácil escribir una Reseña habiendo vivido intensamente y en años tan turbulentos como los que tocaron a mi generación. Sin embargo, me tocó estudiar en el momento del país en que, habiendo nacido en una familia muy humilde logré incorporarme al sistema científico argentino.

Vengo de una familia con una comprometida participación política lo que nos llevó a vivir, de joven, con sobresaltos y a pasar permanentemente dificultades económicas. Mi madre era ama de casa y no tuvo la posibilidad de concurrir a la escuela secundaria. Su vida fue difícil pues tuvo que realizar muchos sacrificios para atender tres hijas.

Mi padre, a quien le gustaba la técnica (su sueño nunca alcanzado era ser ingeniero) realizó sus estudios secundarios en una escuela industrial militar donde siendo pupilo contaba con casa y comida. Así terminó como radiotelegrafista y radiogoneometrista que eran dos oficios

de la época. Los pudo ejercer pocos años ya que, como mi abuelo fue un dirigente político deportado por la ley 4144 y además judío, con esos antecedentes muy pronto se quedó sin trabajo.

Recuerdo vivir en la pieza de atrás de una estación de radio donde trabajaba mi padre (en el barrio de La Paternal) lo que me puso en contacto con la tecnología: válvulas, aprendiendo a soldar desde muy chica e interesándome por entender que eran los circuitos, la radio y el color. Por eso me atrevo a decir que mi vocación por la física y la ingeniería se despertó en mí desde muy temprano.

Todos mis estudios (desde primaria hasta la Universidad) se realizaron en instituciones públicas. Al terminar la escuela primaria era razonable que eligiese una secundaria que me diese una salida laboral y como las mujeres no iban a escuelas industriales, ingresé al Normal 10 donde obtuve a los 17 años el título de Maestra. Gracias a mis notas altas, conseguí trabajo inmediatamente

te. Tuve la suerte de hacer una excelente escuela secundaria con muy buenas profesoras de matemática. Durante el último año de la secundaria realicé el curso de ingreso a la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA entrando con buenas notas a la carrera de física que en ese momento se cursaba en Perú 222 (hoy Manzana de las Luces). Sin embargo, siendo la primera de mi familia que llegaba a la Universidad, necesité tiempo para adaptarme al ambiente, a la metodología de estudio, con el problema añadido de tener que trabajar durante la carrera. Debo decir que siempre tuve el apoyo y el aliento de mis padres para este emprendimiento que resultaba exótico para toda mi familia.

Simultáneamente, y por mis convicciones políticas, militaba en el centro de estudiantes de la carrera, llegando a ser secretaria y presidenta del Centro. Por esa causa, mi avance en la carrera fue lento, con algunas interrupciones debidas a viajes de organismos de jóvenes donde participaba el Centro de Estudiantes ya que yo era su representante. Por

suerte muchos amigos de esa época siguen presentes en mi vida, como los matemáticos Mauricio Milchberg y Víctor Yohai o físicos como Norberto Majlis, químicos como Guillermo Bomchil o aquellos que tomaron una vía hacia la actividad industrial como Roberto Rodríguez.

Siendo estudiante me casé con un compañero de estudios David Kurlat y tuvimos durante la carrera 2 de nuestros tres hijos.

Esa etapa fue rica en mi formación gracias a los profesores que tuve la suerte de tener, J.J.Giabiagi, Bollini, Bes, Sadoski, y por el ambiente que reinaba en la UBA que era, no solo creativo sino que había un clima de debate que abarcaba desde las novedades en cine hasta las ideas que se discutían en ámbitos académicos en el país y en el extranjero.

Pero este clima, fue destruido por el golpe del 66 donde la Facultad se des pobló de profesores y pude aprobar con el Dr. Westerkamp las últimas materias de la carrera.

Como hice el Trabajo final de la carrera con el Dr. Félix Cernuschi en la Facultad de Ingeniería de la UBA, él me llevó a esa Facultad como Ayudante y así inicié mi carrera docente y mi acercamiento al tema del estado líquido aunque en ese momento con un trabajo teórico.

Al terminar la Licenciatura obtuve una beca del Ministerio de Asuntos Exteriores de Francia, lo que me permitió hacer mi doctorado en Grenoble, también en problemas del estado líquido, con técnicas experimentales a altas temperaturas en semiconductores líquidos utilizando trazadores radioactivos. El objetivo fue la medición de coeficientes de auto difusión (1973), trabajo que se realizó en el Centro Nuclear de

Grenoble. Esos datos se empleaban para controlar el crecimiento de monocristales. Así decidí ya volcar me a la física experimental y regresar a la Argentina donde me habían conservado un cargo docente como jefe de trabajos prácticos en el Departamento de Física de la Facultad de Ingeniería de la UBA.

### ■ LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Si bien el viaje de ida a Francia se realizó llevando dos hijos, volvía al país con tres hijos lo que supone condiciones de vida difíciles en particular por los normalmente bajos salarios docentes. Sin embargo, con quien era mi marido en ese momento y otros colegas, nos empeñamos en construir un laboratorio en temas de física aplicada lo que era muy difícil, no solo por el aspecto económico sino por un ambiente profesionalista de la Facultad, que no entendía ni valoraba las actividades de investigación en las Ingenierías. Logramos poner en marcha un pequeño laboratorio donde fue posible obtener resultados no solo de difusión, sino también de poder termoelectrónico en semiconductores líquidos. En ese momento (1976) obtuve una habilitación para el manejo de radioisótopos, ya que empleaba radio trazadores en las experiencias de determinación de coeficientes de difusión.

Fueron años duros y conflictivos en el país, con la Universidad intervenida, amigos y familiares desaparecidos, y a mi marido y a mi nos habían prohibido dar clases. Con gran riesgo y cierto grado de irresponsabilidad nos quedamos en el lugar de trabajo y nos encerramos a trabajar en el laboratorio.

Si bien al volver al país, las investigaciones iniciales fueron continuación de las que había llevado a cabo

para la realización de la Tesis, para interpretar los resultados obtenidos, nos preguntamos si era posible "congelar" el estado líquido. Con ese fin, construimos con los colegas del laboratorio (H.Sirkin, G.Quintana) el primer equipo de "splat cooling" enfriamiento de muestras de metales líquidos a altas velocidades y por aplastamiento) obteniendo las primeras muestras de material amorfo, línea de trabajo que luego seguirían estos colegas con alumnos que comenzaron a acercarse al laboratorio (1979).

Recién en el año 1984, ya regularizada la situación del país, pude presentarme al CONICET aunque en pocos años y por razones económicas personales ingrese al sistema SAPIU que me mantuvo fuera del organismo hasta que terminó este proyecto, y reingresé al CONICET.

En ese momento, decidí abrir mi propia línea de trabajo con temáticas aun más aplicadas y me vinculé con investigadores que trabajaban en temas de recuperación de petróleo (Susana Bidner), particularmente reservorios. Durante un tiempo viajaba a La Plata donde tenían asentado su grupo y simultáneamente inicié el montaje experimental de un sistema fluido dinámico que permitía observar el desplazamiento de fluidos marcados radioactivamente aprovechando mi experiencia en marcación radioactiva. Se pusieron a punto técnicas (con emisores gamma) que permitían hacer dicho seguimiento desde el exterior de estructuras porales reales que se obtenían de terrenos similares a los que contienen petróleo (eran importadas desde Estados Unidos). Así, fue posible observar el comportamiento (a través de la medición de concentración de trazador) del fluido desplazado tanto en función del tiempo como de la posición y simular experimentalmente un proceso de

recuperación de petróleo fijando las variables del sistema (1987).

Con la información obtenida y aprovechando el conocimiento previo que tenía de la obtención de coeficientes de difusión en líquidos, se pudieron evaluar coeficientes de transporte llamados de dispersión (donde además de la difusión hay que agregar el flujo) y cuya definición es más general. Si bien, los primeros dan información de la estructura del sistema estudiado, estos últimos están condicionados por otras variables, tanto de la relación de propiedades entre el fluido que desplaza y el desplazado, como de la estructura poral, por ejemplo presencia de heterogeneidades o de diferentes tamaños de poro o la interacción fluido-pared, mojabilidad, fenómenos de adsorción, etc.

En esta etapa, se incorporaron al laboratorio recién creado (Grupo de Medios Porosos) los primeros dos tesisistas (Adriana Calvo y Ricardo Chertcoff). Casi inmediatamente, un colega que había tenido que irse del país y vivía en Francia (J.E. Wesfreid) nos contactó con el laboratorio en el que trabajaba, ya que la temática elegida coincidía con las líneas de trabajo de dicho laboratorio, la *Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles* de la Ville de Paris (ESPCI). Establecimos una relación de trabajo que fue evolucionando hasta el día de hoy, con muchísima producción científica común, dirección de tesisistas, estadías de investigadores en ambos países, etc. En ese momento dirigía el laboratorio el Profesor Etienne Guyon quien nos visitó al poco tiempo y apoyó la realización de actividades en común. Para los pocos investigadores que estábamos trabajando en esos proyectos, fue una experiencia formativa y duradera. Con el tiempo se realizaron las primeras tesis de doble título Francia-Argentina que se hacían en el país. Algunas de las revistas en

las que publicamos en este periodo fueron, *Chem. Eng. Sc., Latino Am. Appl. Res., Revue Phys. Appl., Europhys Letters, Journal of Coll. and Int. Sc.*, (1991, 1992) y revistas más técnicas como *Revista Petroquímica* o *Revue de l'Institut Français du Pétrole* (1007). Recientemente en la revista *Reflats de la Physique* (2014) se presenta un resumen de esta actividad.

Para ese momento, estudiamos a fondo la temática de mojado de superficies que condiciona el comportamiento del fluido que se desplaza en el proceso de recuperación de petróleo, así como la estructura poral y la eficiencia de dicho proceso. Este tema, luego lo desarrolló en profundidad A. Calvo con un colega de ESPCI (J.P.Hulin) con quien siguieron trabajando alumnos que llegaron más tarde al laboratorio y que se convirtió además de un colega, en un amigo de todos nosotros.

A mí en particular, me interesó además, el mejoramiento de la eficiencia en la recuperación, agregando soluciones poliméricas al agua de inyección. Éstas, tienen un comportamiento fuertemente condicionado por la reología ya que son, en general, fluidos no Newtonianos (1996, 1997). Al estudiar este proceso de recuperación en las denominadas celdas de *Hele Show* que permiten visualizar en 2D la mecánica del flujo, me introduje en las técnicas de adquisición y tratamiento de imágenes y así fue posible determinar las condiciones en que aparecen estructuras fractales (1995). Con estas experiencias se inició una línea de investigación en inestabilidades hidrodinámicas. Estas, son perturbaciones de carácter ondulatorio y que aparecen para determinadas condiciones físicas, en este caso fuerte contraste de viscosidad entre el fluido que desplaza y el desplazado. Esta línea, la continué luego a lo largo de los años para distintas situa-

ciones físicas y la continué hasta el día de hoy. En este tema, se formó un tesisista de doctorado (S.Obernauer) y se llevó a cabo una tesis de doble titulación (A.D Onofrio).

A partir de 1991, realicé los primeros acuerdos con YPF, y hasta 1993 se siguió estudiando el tema de recuperación de petróleo con polímeros. Este tema condujo a desarrollar una reacción química específica para marcar biopolímeros con emisores gamma a fin de poder recibir información sobre el comportamiento de los mismos cuando se detectaban desde el exterior de los medios porosos método que permitía hacerlo con gran precisión. En esta etapa dos tesisistas de doctorado, una en ingeniería y otra en física completaron su tesis: V.D'Angelo en retención de polímeros durante el proceso de recuperación y S. Boeykens, en los aspectos químicos de la marcación radioactiva, con las que seguí colaborando los años siguientes.

En 1992 fui invitada a Richfield, Connecticut, EE.UU. a visitar los laboratorios de investigación de la empresa Schlumberger y en 1994 recibí el Premio de la *Stichting Foundation* (de la Empresa Schlumberger, Ridgfield, EE.UU.) por los trabajos en física de recuperación de petróleo.

También en ese período (1997) fui invitada al *Miniworkshop on Pattern Formation and Spatio-Temporal Chaos* en el *International Centre for Theoretical Physics*, Trieste, Italia.

Desde 1988, viajé durante varios años seguidos inicialmente a ESPCI como profesor invitado y luego al laboratorio FAST en Orsay (*Fluides, Automatique et Systemes Thermiques*).

Realicé, al mismo tiempo actividades con las universidades del interior del país: dicté cursos en las Uni-

versidades de San Luis (1989), Mar del Plata (1990), Mendoza (1992) y en 1993 fui profesora en el curso de posgrado del Programa de Estudios Avanzados en el CRYCIT (Centro Regional de Investigaciones Científicas y Técnicas) de Mendoza, siempre en temas vinculados al flujo en medios porosos.

Así que debería decir que siempre tuve una fuerte impronta docente. Ésta incluirá Seminarios y cursos en la *University of East Anglia*, Inglaterra, en la Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Los viajes fueron en su mayoría para visitar y o trabajar en los Laboratorios anfitriones, discutir planes de trabajo conjuntos o complementarios. Como por ejemplo el realizado como Profesor Invitado al *Technion (Israel Institut of Technology)* en 1998 para discutir experiencias sobre el tema de mojabilidad de superficies.

### ■ ALGUNAS EXPERIENCIAS SOBRE FORMACIÓN DE ESTRUCTURAS ("PATTERN")

Volviendo a los acuerdos firmados con laboratorios franceses, en 1991 se inició una línea de trabajo complementaria centrada en otro tipo de inestabilidades hidrodinámicas, y en colaboración con Wesfreid construimos en Buenos Aires, el primer equipo de *Taylor Couette*. En este, un fluido se encuentra entre dos cilindros concéntricos, el cilindro interior gira y a una velocidad crítica, el fluido se autoorganiza en ondas a lo largo del mismo. El *gap* entre los cilindros era más ancho que de los equipos conocidos y se le agregó un flujo lateral, caracterizando luego el campo de velocidades (1997).

También en ese año, se obtuvieron los primeros resultados sobre el proceso de dispersión en medios porosos adsorbentes, siempre utilizando trazadores radioactivos. En este caso y en el marco de un Programa

de la UBA sobre Materiales Avanzados, del que participe en su comité organizador, se trabajó con carbones activados (con un importante campo de aplicación en Ingeniería Química) con resultados muy prometedores ya que se pudo identificar el peso relativo de la adsorción en el fenómeno de dispersión, y asociar los resultados a la presencia de la estructura fractal de la distribución de poros (1998, 1999, 2000). Este trabajo dio lugar a la Tesis de Doctorado de German Drazer alumno del Instituto Balseiro, quien está actualmente en la *School of Engineering* en *Rutgers University*, EE.UU.

En los años siguientes, profundicé la temática de inestabilidades hidrodinámicas, siempre con un enfoque experimental, estudiando las que aparecen en ciertos problemas industriales. Para eso se construyó un modelo a escala de un proceso de rodillos para recubrimiento de chapas. Por encima de un valor umbral en la relación de velocidades entre dos rodillos, cuando el fluido de recubrimiento debe pasar entre dos superficies una curva y otra plana, tiene lugar la aparición de esta inestabilidad. Es el caso de la denominada "inestabilidad del imprentero", que es una onda que aparece sobre uno de los rodillos que luego es reproducida sobre la superficie a cubrir. Este trabajo se encuadró en un convenio de trabajo con la empresa SIDERAR y dio lugar a una tesis de doctorado en cotutela con Francia (Fernando Varela López) que se realizó con una beca de la Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales y que resultó premiada. La continuación de estos trabajos dio lugar a que alumnos de ingeniería mecánica realizaran su tesis de grado y pudiéramos explorar la influencia de la reología de diferentes polímeros (tomados como fluido de recubrimiento), en la longitudes de onda y en la geometría de la inestabilidad producida (2002).

En el año 2001 mi laboratorio ganó el premio Laboratorio de Excelencia para el Programa de Formación de Recursos Tecnológicos, (Fundación Rocca) Techint.

En esa época, en oportunidad de un viaje al laboratorio ESPCI, realicé junto con Wesfreid un experimento de video *feedback*, donde una cámara, girando sobre su eje, enfocaba su propio monitor (2000). Las imágenes que se obtuvieron eran notables, y se logró correlacionar matemáticamente estos "pattern" entre sí, a través de un árbol de Farey. Años después con una colega matemática, la Dra. M. Piacquadio, se analizó el espectro multifractal de estos resultados (2007).

La otra inestabilidad en la que me interesé, es la de Faraday donde una capa de líquido es sometida a una vibración paralela al campo gravitatorio y donde, a una frecuencia y aceleración críticas, la superficie libre del líquido se autoestructura, dando lugar a formas geométricas características. Como la frecuencia y aceleración a las que aparece cada figura, dependen también del fluido empleado, fue interesante obtener los diagramas de fase de soluciones poliméricas que, como se dijo, son fluidos no-Newtonianos. Para este tema, hice inicialmente una estadía en Barcelona con el Dr. Jesus Salan en el Departamento de Estructura y Constituyente de la Materia, para conocer la técnica y más adelante con una colega uruguaya (Dra. C.Cabezas) obtuvimos los resultados que se publicaron en 2007.

En este sistema, si se aumenta la aceleración aplicada en el sistema vibratorio, aparecen nuevas estructuras, se forma una digitación sobre la superficie, y finalmente, aumentando aún más la aceleración, el sistema se vuelve caótico y comienza a emitir gotas desde el extremo superior de esta digitación (*spray*).

Con unos alumnos de grado, mediante un sistema electrónico, pudimos obtener la serie temporal con que aparecía la digitación. Era una temática nada explorada y pudimos identificar claramente el pasaje al caos cuando se aumentan los parámetros de control. El tema de la digitación sobre la superficie libre, fue entonces analizado matemáticamente con la colega matemática.

En este punto, quizás debería decir que tuve suerte en la elección de los temas por haber llegado a resultados satisfactorios considerando que siempre se trabajó sin grandes equipos y con sistemas construidos "ad hoc" con equipos que si eran comerciales, en general debieron ser adaptados.

La continuación de esta línea, fue el estudio de la producción de "spray" desde la superficie libre del líquido a partir de una experiencia de Faraday. Temática que seguí hasta hoy, particularmente caracterizando los mecanismos de eyección para lograr el control del tamaño de gota obtenido cuando se trata de líquidos macromoleculares.

Como muchos trabajos se continuaron en forma paralela, el tema de difusión no desapareció totalmente, y fue posible dirigir una tesis de doctorado sobre la difusión de iones en polímeros a distintas concentraciones, desde el estado diluido hasta gel. Tuvimos resultados inesperados que fueron presentados por invitación a un *Macromolecular Symposia* en EE.UU. Esta temática se continuo en colaboración con colegas químicos que crearon un grupo de trabajo en sistemas heterogéneos que luego siguió su propio camino y con el que mantuvimos una fuerte colaboración por algunos años.

La docencia fue en todos estos años, una actividad permanente y propia de la Universidad. Ya sea dic-

tando cursos de grado, de Doctorado o Maestría, o en la formación de estudiantes. En el año 2005 fui designada Profesora Titular Emérita en la UBA.

### ■ LA GESTIÓN DE LABORATORIOS

En el año 2009 dejé la dirección del laboratorio y en el año 2010, fue designado "Laboratorio Internacional Asociado" (acuerdo CONICET-CNRS) dentro de la Red Internacional Mecánica de Fluidos.

Si bien cada uno de los miembros del laboratorio siguió sus propios pasos y lógicamente se incorporaron otras líneas de investigación, en mi caso la insistencia en trabajar en física aplicada está asociada a la fuerza que considero que tiene el estudio de temas que parecen simples inicialmente, pero resultan complejos y son una herramienta para comprender, caracterizar y finalmente controlar problemas que aparecen en las actividades industriales y que, en la mayoría de los casos son tratados en forma empírica. Por otra parte, los fenómenos de inestabilidades, y particularmente las hidrodinámicas, dan lugar a estructuras de gran belleza y que llaman la atención de quienes las observan.

Toda la actividad desarrollada permitió la formación de docenas de alumnos de física y de ingeniería que realizaron una experiencia de laboratorio y que a muchos de ellos los condicionó en su actividad futura. Así que, aunque también desarrollé actividades de gestión, la docencia estuvo presente en todas las etapas de mi carrera.

Desde 2002 hasta 2006, fui miembro del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería por el Claustro de Profesores. Y, durante dos periodos: entre 2006 y 2009 y desde 2010 hasta febrero de 2014,

fui Secretaria de Investigación y Doctorado en la Facultad de Ingeniería, UBA. Mi preocupación estuvo orientada a la valorización tanto de las actividades de investigación como a apoyar el crecimiento del Doctorado en Ingeniería. En este último caso hubo un importante aumento de la realización de tesis en todas las especialidades y una consolidación del desarrollo de la investigación.

En 2003 fui elegida Jurado del Concurso Internacional "Women in Physics", organizado por la firma L'Oreal junto con la UNESCO. Luego en los premios nacionales "Por la mujer en la ciencia" organizado además por el CONICET.

A partir de 2008 tuve el honor de integrar como miembro titular la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales por la Sección de Ingeniería.

Y, en 2011 recibí el *Premio Rebecca Gershman* del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, en el Área de las Ingenierías.

Todas las etapas de mi carrera, algunas particularmente duras por que no siempre se contó con la comprensión del medio ambiente profesional o por otras razones, contaron con el respaldo de mi familia. Y, tengo claro que ellos tuvieron que pasar momentos difíciles por no poder estar siempre presente. Principalmente a ellos debo agradecerles el haber respetado mi vocación.

En la bibliografía que incluí, traté de poner algunos trabajos en cada una de las temáticas desarrolladas a lo largo de tantos años. Entre los autores hay alumnos y colegas de los grupos franceses con los que colaboré. El trabajo experimental con equipos pequeños requiere muchas veces la colaboración de varios in-

investigadores. Hoy se puede decir que, un concepto arraigado desde siempre en el mundo, también es comprendido en las facultades de ingeniería de nuestro país: la investigación necesaria en ingeniería y el trabajo interdisciplinario.

## ■ BIBLIOGRAFIA

- Cabeza C., Rosen M. (2007) "Complexity in Faraday experiment with viscoelastic fluid". International Journal of Bifurcation and Chaos, Vol. **17**, 5, pp. 1599-1607.
- Cachile M., Chertcoff R., Calvo A., Rosen M., Hulin J.P., Cazabat A.M. (1996) "Residual film dynamics in glass capillaries". Journal of Colloid and Interface Science, **182**, 483-491.
- Calvo A., Chertcoff R., Rosen M., Guyon E. (1989) "The study of displacement of immiscible fluids in porous media with constant pressure drops by means of nuclear tracers". Revue Physique Appliquée, **24**, 553.
- Calvo A., Paterson I., Chertcoff R., Rosen M. and Hulin J.P. (1991) "Dynamic capillary pressure variations in diphasic flows through glass capillaries". Journal of Colloid and Interface Science, **141**, 2.
- Chertcoff R., Calvo A., Paterson I., Rosen M., Hulin J.P. (1992) "Transient effects in liquid-liquid interface motions through glass capillaries". Journal of Colloid and Interface Science, **154**, 13,194
- D'Angelo M.V., Fontana E., Chertcoff R., Rosen M. (2003) "Retention Phenomena on non-Newtonian fluids flow". Physica A **327**, 44-48.
- D'Onofrio A., Paterson I., Allain C., Hulin J.P., Rosen M. (1997) "Flow of Shear Thinning Polymer Solutions in Heterogeneous Porous Media: Tracer Dispersion Measurements". Revue de l'Institut Français du Pétrole, **52**, 219-221.
- Drazer G., Chertcoff R., Bruno L., Rosen M. (1998) "Tracer dispersion in double porosity porous media with nonlinear adsorption". Physica A, **257**, 371-375.
- Drazer G, Chertcoff R, Bruno L, Rosen M. (1999) "Concentration dependence of diffusion-adsorption rate in activated carbon". Chemical Engineering Science, **54**, 4285-4291.
- Drazer G., Rosen M., Zanette D. (2000) "Anomalous transport in activated carbon porous samples: power law trapping time distributions". Physica A **283**, 181-186.
- Essevez Roulet B., Petitjeans P., Wesfreid J.E., Rosen M. (2000). "Farey sequences of spatiotemporal patterns in video feedback". Physical Review E, **61**,4, 3743-3749. (en la pagina "The Ultimate Video Feedback page", [www.videofeedback.dk](http://www.videofeedback.dk))
- Grattoni C., Rosen M., Chertcoff R., Bidner S. (1987) "Use of Radioisotopes to measure concentration distributions inside porous media during displacement tests". Chemical Engineering Science, **42**, 2055.
- Obernauer S., D'Onofrio A., Rosen M. (1995) "Some experimental results in viscous fingering" in "Fractals in the Natural and Applied Sciences" 6, 56-62 .
- Piacquadio M., Rosen M. (2007) "Multifractal spectrum of an experimental (video feedback) Farey tree". Journal of Statistical Physics, **127**, 783-804.
- Piva M., Calvo A., Aguirre A., Gabbanelli S., Rosen M., Wesfreid J.E. (1997). "Hydrodynamical dispersion in Taylor-Couette cells". Journal de Physique III France **7**, 895-908.
- Quintana G., Sirkin H., Rosen M., Kurlat D., Frank E. (1979), "Mossbauer spectroscopy in SnPb samples obtained by splat cooling". Philosophical Magazine B, **39**, 457 .
- Rosen M., Potard C., Desre P., Hicter P. (1973) «Mesure des coefficients d'autodiffusion  $D(Sb)$   $Sb-In$  et  $D(In)$   $Sb-In$  dans l'alliage liquide  $Sb-In$ . Etude de leurs variations avec la température a la composition equiatomique». C. Rend. Acad. Sc. Paris, t. 276, C.487.
- Rosen M., Potard C., Desre P., Hicter P.(1973). «Mesure des coefficients d'autodiffusion  $D(Sb)$   $Sb-In$  et  $D(In)$   $Sb-In$  dans l'alliage liquide  $Sb-In$ . Etude de leurs variations avec la concentration.». C. Rend. Acad. Sc. Paris, 276,127.
- Varela López F., Pauchard L., Rosen M., Rabaud M. (2002) "Non Newtonian effects on ribbing instability threshold". Journal of Non-Newtonian Fluids Mechanics, **03**, 123-139.
- Wesfreid J.E., Ippolito I., Rosen M., Hulin J.P. (2014) "La coopération scientifique franco-argentine". Reflets de la Physique, **40**, 26-30.