

# APUNTES A MI CONVIVENCIA CON LA FÍSICA

**Palabras clave:** Física Nuclear, sistemas complejos, gestión de ciencia y tecnología.  
**Key words:** Nuclear Physics, complex systems, science and technology management.

■ **Roberto P. J. Perazzo**

Instituto Tecnológico Buenos Aires.  
Avenida Madero 399, CABA  
roberto.perazzo@gmail.com

Creo que me interesó la Física antes de saber que existía. Mi primer acercamiento fue con la Astronomía. A mi casa había llegado un “Atlante Astronómico” en italiano, de la biblioteca de mi abuelo materno con fotos de la superficie lunar, los anillos de saturno y todas las curiosidades de los planetas de nuestro sistema solar.

El siguiente contacto con esos temas fue en el colegio secundario. Hasta 1957 yo fui alumno del Colegio Nacional de Buenos Aires donde teníamos un pequeño telescopio con el que se hacían prácticas de la materia Cosmografía que se dictaba en aquel momento en el sexto año de su programa de estudios. A esa altura ya había pasado por las materias de física de años anteriores. Para ese momento yo había conseguido además algunos libros de divulgación que leí con mucha más atención que provecho. Recuerdo que consulté al Ing. Galloni, autor en esos tiempos de un libro que pasó a ser algo así como el Aristóteles de la física elemental. Él me aconsejó que me inscribiera en la Licenciatura de Física. Esa decisión cambió el proyecto que mi padre tenía para mi fu-

turo que era insistir en la Ingeniería, carrera que él practicaba con grandes satisfacciones y reconocimientos y de la que estaba profundamente enamorado. Sin embargo, aquello que despertó mi vocación por la física fue sin lugar a dudas la revista mensual “Más Allá” de cuentos de fantasía y ciencia ficción. Esperaba cada mes esa revista con verdadera ansiedad y devoraba cada número con placer y emoción.

Ese era un signo de los tiempos. Aun estaban frescos en la memoria social los estallidos e Hiroshima y Nagasaki de 1945, y los ensayos de armas nucleares en el Pacífico sur<sup>1</sup> y los primeros pasos de la carrera espacial. La carrera espacial comenzó cuando se hizo público el lanzamiento del Sputnik 1 por la Unión Soviética en 1957. Ése era un momento en que el mundo creía haber encontrado una fuente ilimitada de energía, y el universo se ofrecía para ser explorado. La llave para ambos caminos estaba en la física.

Una vez que comencé la licenciatura en 1958, las fantasías cedieron su puesto al duro trabajo y al estudio rutinario.

Llegué a los últimos años de la carrera sin sobresaltos que no hayan sido el servicio militar que, en su momento, recuerdo que me afectó enormemente. La de la Facultad de Ciencias de la UBA era una atmósfera inigualable de amistad, compañerismo, estudio y entusiasmo. Los profesores eran jóvenes recién llegados de sus respectivos ciclos de perfeccionamiento en el extranjero y los pocos alumnos que éramos poníamos todo el trabajo y el entusiasmo que cuadraba a nuestra edad.

Llegó el momento en que debía elegir el tema de mi trabajo de seminario, lo que ahora se llama la tesis de licenciatura. Me había incorporado al grupo de física nuclear teórica que comandaba Daniel Bes con quien, a partir de aquellos momentos, mantuve una cálida y prolongada amistad. Trabajé en esa tesis de licenciatura bajo la dirección de Tony Evans, un profesor inglés que estaba radicándose en Argentina. Ese trabajo de seminario se continuó con lo que sería luego mi tesis doctoral. El tema se encuadraba en lo que se daba en llamar la mecánica cuántica de sistemas de muchos cuerpos.

El final de mi trabajo de tesis coincidió con el trauma de la noche de los bastones largos, en 1966. Esto me sacó del paraíso donde estaba afincado y también inauguraba un clima social de ahogo y desdén por la ciencia que perduraría en la Argentina por mucho tiempo. Los últimos días de mi trabajo de tesis se desarrollaron en medio del desasosiego: La computadora del Instituto de Cálculo de la FCEN, la famosa "Clementina", con la que yo había hecho todos los cálculos de mi trabajo de tesis, cerró abruptamente y me dejó con el programa inconcluso. Evans, por su parte, resolvió regresar intempestivamente a Inglaterra, donde tenía una oferta de trabajo en la Universidad de Sussex. En medio del desorden y la incertidumbre pude con todo terminar los cálculos del trabajo y presentarlo en mi monografía de tesis de doctorado. El departamento de física reunió un jurado integrado con profesores que poco y nada sabían de mi trabajo. Pude con todo exponerlo y con eso obtuve el título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires.

Como resultado de las renunciaciones que sobrevinieron a la noche de los bastones largos me había quedado sin trabajo y sin sueldo. La Fundación Bariloche incluyó mi nombre en un pequeño grupo que recibiría un sueldo hasta tanto pudiera conseguir un lugar de trabajo definitivo.

Ese lugar resultó ser la Universidad de Minnesota en EE.UU. Partí con toda mi familia en 1967— en esos tiempos habíamos tenido nuestra primera hija — a la Universidad, en su Escuela de Física y Astronomía, en Minneapolis, EE.UU. Mi esposa acababa de obtener un contrato en la CNEA, en el laboratorio de cristalografía. Ese grupo hizo lo posible para ofrecerle la posibilidad de viajar con una licencia sin goce de haberes con el compromiso de

atender a un programa de estudios de posgrado en su tema.

Por mi parte, en la Universidad de Minnesota pude ejercer la docencia por los siguientes dos años mientras trabajaba en física nuclear con Benjamín Bayman. Mas tarde también trabajé con Daniel Bes que se había radicado en EE.UU. y había aceptado un cargo en Minnesota. A raíz del final abrupto de mi trabajo de tesis tenía deseos de cambiar de tema. Intenté aprovechar la permanencia en EE.UU. para iniciarme en el estudio de reacciones nucleares pero con la llegada de Daniel terminé inclinándome por el estudio de fenómenos colectivos nucleares que son estados en los que participa coherentemente una importante fracción de todas las partículas que integran el núcleo.

Hacia el final del segundo año académico, o sea el fin del primer semestre de 1969 recibí una propuesta de la Dra. Emma Pérez Ferreira, de la CNEA, de unirme a esa institución. Su Departamento de Física estaba en plena efervescencia por el proyecto de modernización de las instalaciones del viejo ciclotrón y preveían un incremento del plantel de investigadores. Mi tema de trabajo que era la física nuclear teórica encajaba bien en esos planes.

Regresamos en julio de 1969 y me integré al grupo teórico de la CNEA que estaba formado por Ernesto Maqueda, Guillermo Dussel, Olga Dragún, Silvia Reich y Hugo Sofía. Debo decir que me encontré muy cómodo allí. Los dos primeros, eran viejos colegas de la Facultad e integrantes del grupo original dirigido por Bes. Pronto nos encontramos trabajando juntos muy activamente. Nunca yo había tenido una experiencia tan continuada de proyectos de investigación con ideas y motivaciones propias y de los colegas con

que colaboraba.

Durante los años de mi permanencia en la CNEA tuve oportunidad de realizar varios viajes de perfeccionamiento. Viajé reiteradamente al ICTP (Centro Internacional de Física Teórica) en Trieste, Italia del que llegué a ser miembro asociado lo que me permitía concurrir con alguna regularidad a eventos o reuniones especializadas que allí se realizaban. Por intermedio del ICTP pude encarar junto con E Maqueda, algunas colaboraciones con colegas de la Universidad Federico II (Nápoles), (Andreozzi, Covello) con quien publicamos varios trabajos.

El tema que había tomado, principalmente con Dussel y Maqueda, fueron los estudios de la fuerza de apareamiento entre protones y neutrones de la cual describimos sus propiedades colectivas en una serie de varios trabajos. Con el tiempo se habían incorporado nuevos miembros al grupo de la CNEA. Entre ellos estaba el propio Daniel Bes que había reconsiderado su permanencia en los EE.UU. Prácticamente se recreó en este nuevo ambiente el grupo de física nuclear original de la FCEN.

Al cabo de poco tiempo también abrimos (1974) una línea de colaboración con el grupo de físicos experimentales del laboratorio. Ellos intentaban trabajos que estaban al alcance del haz de deuterones del viejo Ciclotrón. Se habían propuesto reacciones ( $d, {}^6\text{Li}$ ) en los que entre proyectil y blanco, se intercambia una partícula  $\alpha$ . A nosotros esos experimentos nos interesaban mucho porque permitían observar efectos de la presencia de una fuerza de apareamiento entre protones y neutrones que era el tema que nos tenía ocupados. Además de encarar esos trabajos dirigí la tesis doctoral de Silvia Reich, colega en el grupo teórico

que se estaba formando en la CNEA.

Otro tema de gran actividad fue el desarrollo de una Teoría de Campos Nucleares cuyo principal inspirador era Daniel Bes. Esta teoría consideraba que los estados nucleares se podían describir perturbativamente como la composición de excitaciones de nucleones independientes y modos colectivos. El gran mérito de la teoría es que hace posible tener en cuenta la estructura microscópica de esos modos colectivos. Yo me sumé al proyecto participando en un trabajo (1976) que explicitó los fundamentos de la teoría de campos nucleares con las mismas herramientas de la mecánica cuántica de sistemas de muchos cuerpos con la que había trabajado, años atrás, en mi tesis doctoral.

El proyecto de re-equipamiento del Departamento de física se concretó con la compra de un nuevo acelerador que luego se instaló en un predio lindero con el Centro Atómico Constituyentes. La inspiradora de todo el entusiasmo que campeaba en el departamento y promotora del nuevo acelerador fue Emma con quien muchos colaboramos muy estrechamente. Ese proyecto motivó la reiterada celebración de talleres muchos de ellos en colaboración con colegas de Brasil. Coordiné y dirigí los talleres desde 1979 hasta 1983.

Este proyecto transformó toda la estructura de las investigaciones experimentales de CNEA, no sólo en Física, sino también Química y en Radiobiología, dado que desembocó en la construcción, a lo largo de muchos años, de lo que hoy se conoce como Edificio TANDAR del Centro Atómico Constituyentes, que alberga a todas esas disciplinas. Como parte de ese programa los miembros del grupo teórico nos encargamos de reclutar jóvenes físicos, organizar cursos de posgrado y pro-

mover talleres para definir progresivamente los futuros proyectos de investigación del nuevo laboratorio.

La consagración de nuevas autoridades nacionales en las elecciones de 1983 me afectó muy directamente. En ese año fui requerido para integrarme al plantel de la nueva Secretaría de Ciencia y Técnica, cargo que ocupó el Dr. Sadosky a quien conocía de mi carrera en la FCEN. Fui nombrado Subsecretario para la coordinación de grupos e instituciones del área de Ciencia y Técnica. Pronto me di cuenta que la función pública no era lo mío y renuncié a mi cargo al cabo de un año y medio para regresar al ambiente de investigación. En esa oportunidad me propuse apartarme de la física nuclear y abrir un nuevo campo de trabajo desarrollando una computadora capaz de procesar datos de manera concurrente. El proyecto de "arquitecturas paralelas de cómputo" no llegó a feliz término y a ello contribuyeron varios factores. El principal fue el caos económico que se abatió sobre La Argentina a partir de 1985. La otra razón fue que al cabo de muy poco tiempo Emma – que a la sazón presidía la CNEA – requirió mi colaboración en el directorio de esa institución, cargo que ocupé hasta 1989.

Durante ese período, mi vida fue un caos de negociaciones, actos públicos y gestiones que me impidieron toda dedicación a la investigación. Pude con todo continuar dirigiendo el trabajo de tesis doctoral de Edgardo Ferrán que había comenzado hacía poco y que versaba sobre la física de redes neuronales. Ese era un tema en el que se iba a utilizar la futura computadora de alta prestación. Edgardo era un físico e ingeniero electrónico talentoso que pudo encarar una parte de su trabajo de tesis sin mi tutela. Se graduó cuando yo terminé mi trabajo en el

directorio de la CNEA e inmediatamente viajó al exterior donde se integró a un grupo de bioinformática de la empresa Sanofi en Francia. Quedó así abortada de hecho la formación de un grupo de trabajo en redes neuronales en Argentina.

De mi trabajo durante ese tiempo surgió el material de un libro de divulgación "*De cerebros, mentes y máquinas*" que editó "Ciencia Hoy" y publicó el Fondo de Cultura Económica. Muy poco tiempo después de la partida de Edgardo Ferrán me ofrecieron (1991) el cargo de director del Centro de Estudios Avanzados (CEA) de la UBA que dependía directamente del rectorado de la UBA. Mis ideas sobre la constitución de ese Instituto no eran las del rector de la UBA razón por la cual al poco tiempo abandoné el cargo pero no la función de investigador. Desde mi posición en el CEA también actué, en un grupo asesor de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), durante varios años de la década del 90. Ese equipo fue el encargado de redactar el primer plan espacial argentino.

Permanecí en el CEA como director del trabajo de tesis doctoral de Andrés Schuschny un joven físico que deseaba comenzar a trabajar en investigaciones en Economía. Con esa tesis se inició un largo y fecundo período de colaboración en particular con Daniel Heymann, físico y economista, que aceptó codirigir junto conmigo, el trabajo de tesis de Andrés. En ese trabajo se proponía trasladar algunos conceptos de la física a un contexto social y económico explorando beneficios e inconvenientes de este ejercicio interdisciplinario.

Esta línea de trabajo fructificó más recientemente en un libro de reciente aparición "*Economía de fronteras abiertas*" que escribí junto a Daniel

Heymann y Martín Zimmermann. Ese libro fue la base de un curso de posgrado que dimos en una maestría en economía de la Universidad de San Andrés y más recientemente, en la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA. En este libro se explora la posibilidad de describir diversos aspectos de la actividad económica de una sociedad, como el resultado de la interacción de agentes, representados, a su vez, como autómatas finitos. Este enfoque permite encuadrar también los estudios anteriores en redes neuronales bajo el marco general de los sistemas complejos. Fue en este marco que también dirigí las investigaciones de Enrique Segura con las que terminó su tesis doctoral en matemática.

Los trabajos contenidos en ese libro fueron acompañados por diversas publicaciones sobre sistemas complejos. En ese espíritu fue que se sumó al grupo el Dr. Hernán Dopazo, que provenía de realizar investigaciones en biología evolutiva. Con él trabajamos en ese campo y me permitió aprender muchos aspectos fascinantes de la misma. Analizamos modelos computacionales para discutir el "efecto Baldwin", planteo según el cual la capacidad de aprender de los individuos de una especie permitiría "acelerar" sus cambios adaptativos.

La interacción con problemas de biología teórica se prolongó en una serie de trabajos sobre la estructura de sistemas mutualistas de plantas y

polinizadores que surgió de una colaboración con investigadores de la Cátedra de Botánica de la Facultad de Agronomía de la UBA. El objetivo de esos trabajos fue tener una comprensión de los mecanismos por los cuales los contactos entre plantas y animales siguen patrones particulares. Estos trabajos fueron realizados en el marco de una colaboración con H. Ceva y E. Burgos de la CNEA con quienes habíamos encarado previamente una extensa colaboración en el estudio de algunos sistemas estocásticos.

Para ese momento el Centro de Estudios Avanzados de la UBA fue cerrado por decisión del rectorado de la UBA. Cuando se estaba tomando esa decisión, el Rectorado del Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA) me ofreció una posición para promover actividades de investigación en el seno de esa institución. El Consejo de Regencia del ITBA había decidido tomar una política activa en ese campo en vista de acciones y recomendaciones emanadas del Ministerio de Educación. Los últimos diez años los pasé impulsando un programa de doctorado en el seno del ITBA que cambió su enfoque de actividades de investigación.

Durante los últimos años y en colaboración con el Dr. Pablo Jacovkis, concreté la publicación del libro "Azar, ciencia y sociedad" que fuera editado por Eudeba como parte de una colección de textos de referen-

cia para estudios de la Ingeniería.

## ■ BIBLIOGRAFÍA

Libros:

Perazzo R. (1992) *De Cerebros, Mentes y Máquinas*. Fondo de Cultura Económica ISBN: 9505572050

Jacovkis P.M., Perazzo R. (2013). *Azar, Ciencia y Sociedad*. Editorial EUDEBA ISBN 9789502319711.

Heymann D., Perazzo R., Zimmermann M. (2013). *Economía de fronteras abiertas. Exploraciones en sistemas sociales complejos*. Editorial Teseo y Universidad de San Andrés. ISBN 978-987-1867-72-1

## ■ NOTA

1 Después de Hiroshima y Nagasaki, EE.UU. usó como campo de prueba nuclear al desierto de Nevada y a las Islas Marshall, en la Polinesia. Inglaterra por su parte las hizo en Australia, islas adyacentes y en la isla Malden, y Francia en islas de la Polinesia. La Unión Soviética usó sus propias áreas desérticas. Las pruebas nucleares atmosféricas se extendieron hasta 1972. Para una descripción de las islas usadas como campo de prueba de explosiones nucleares, ver <http://blogdebanderas.com/2012/12/04/10-islas-convertidas-en-campos-de-pruebas-nucleares-durante-el-siglo-xx/>

## El 98 por ciento de los doctores formados por el CONICET tiene empleo

Según un informe dado a conocer por este organismo científico acerca de la inserción de doctores, sólo un 1 por ciento de estos ex-becarios no tiene trabajo o no poseen ocupación declarada y un 10 por ciento posee remuneraciones inferiores a un estipendio de una beca doctoral.

Asimismo, proyecta que el 89 por ciento de los encuestados tiene una situación favorable en su actividad profesional, pero sobre todo asegura que más del 98 por ciento de los científicos salidos del CONICET consigue trabajo.

Los datos surgidos del estudio "Análisis de la inserción laboral de los ex-becarios Doctorales financiados por CONICET", realizado por la Gerencia de Recursos Humanos del organismo, involucró 934 casos sobre una población de 6.080 ex-becarios entre los años 1998 y el 2011.

Al respecto, en el mismo se considera que del número de ex-becarios consultados, el 52 por ciento (485 casos), continúa en el CONICET en la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico.

De los que no ingresaron en el organismo pero trabajan en el país, sobre 341 casos, el 48 por ciento se encuentra empleado en universidades de gestión pública y un 5 por ciento en privadas; el 18 por ciento en empresas, un 6 por ciento en organismos de Ciencia y Técnica (CyT), un 12 por ciento en la gestión pública y el resto en instituciones y organismos del Estado.

En tanto, en el extranjero, sobre 94 casos, el 90 por ciento trabaja en universidades, el 7 por ciento en empresas y el 2 por ciento es autónomo.

El mismo informe traduce que la demanda del sector privado sobre la

incorporación de doctores no es aún la esperada, pero está creciendo. La inserción en el Estado, si se suma a las universidades nacionales y ministerios, se constituye en el mayor ámbito de actividad.

Frente a ello, a los fines de avanzar en la inserción en el ámbito publico-privado el CONICET realiza actividades políticas de articulación con otros organismos de CyT, es decir, universidades, empresas, a través de la Unión Industrial Argentina (UIA), y en particular con YPF que requiere personal altamente capacitado en diferentes áreas de investigación.

Desde el CONICET se espera que en la medida que la producción argentina requiera más innovación, crecerá la demanda de doctores. Para cuando llegue ese momento el país deberá tener los recursos humanos preparados para dar respuestas. Es por ello se piensa en doctores para el país y no solamente doctores para el CONICET.

Programa +VALOR.DOC

### Sumar doctores al desarrollo del país

*A través de esta iniciativa nacional, impulsada por el CONICET y organismos del Estado, se amplían las posibilidades de inserción laboral de profesionales con formación doctoral*

El programa +VALOR.DOC bajo el lema "Sumando Doctores al Desarrollo de la Argentina", busca vincular los recursos humanos con las necesidades y oportunidades de desarrollo del país y fomentar la incorporación de doctores a la estructura productiva, educativa, administrativa y de servicios.

A partir de una base de datos y herramientas informáticas, se aportan recursos humanos altamente calificados a la industria, los servicios y la gestión pública. Mediante una página Web, los doctores cargan sus curriculum vitae para que puedan contactarlos por perfil de formación y, de esta manera, generarse los vínculos necesarios.

Con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, este programa tiene como objetivo reforzar las capacidades científico-tecnológicas de las empresas, potenciar la gestión y complementar las acciones de vinculación entre el sector que promueve el conocimiento y el productivo.

+VALOR.DOC es una propuesta interinstitucional que promueve y facilita la inserción laboral de doctores que por sus conocimientos impactan positivamente en la sociedad.

Para conocer más sobre el programa [www.masVALORDoc.conicet.gov.ar](http://www.masVALORDoc.conicet.gov.ar).

