

Los secretos de  
la naturaleza



La complejidad  
de las sociedades  
humanas

La calidad de vida



**La investigación desde  
sus protagonistas**

**Senderos y estrategias**

**Universidad Nacional de Cuyo** (Mendoza, República Argentina)

Rectora: Dra. María Victoria Gómez de Erice

Vicerrector: Ing. Agr. Arturo Somoza

Secretaria de Extensión Universitaria: Mag. Rosa Fader de Guiñazú

Secretario de Ciencia, Técnica y Posgrado: Dr. Carlos Passera

EDIUNC Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo

Director: Prof. René Gotthelf

La publicación de esta obra ha sido recomendada  
por el Comité Editorial de la U.N.Cuyo





Universidad  
Nacional de Cuyo

# **La investigación desde sus protagonistas**

## **Senderos y estrategias**

René Gotthelf (director)

Jorge Barón

Ana Graciela Burgardt

Juan Bruno Cavagnaro

Liliana Cubo de Severino

Armando Fernández Guillermet

Roberto A. Follari

Luis Marone

Luis Mayorga

Alicia Ordoñez Yapur

Miguel Nelson Palmada

Ramón S. Piezzi

Isaac H. Rivero

María Cristina Romagnoli

María del Carmen Schilardi de Bárcena

Zulema Tomassetti de Piacentini

Manuel Tovar

Sonia Raquel Vicente

Viviana Irene Zani

EDIUNC

Mendoza, 2006

## **La investigación desde sus protagonistas. Senderos y estrategias**

René Gotthelf (director) y otros.

Diseño de cubierta e interior: Silvina Victoria, Esther Azcona, Andrés Asarchuk

Asesoría editorial: María Delia Vivante

Primera edición. Mendoza, 2006

Serie: **Manuales N° 45**

Este libro ha sido publicado con el apoyo financiero de la  
Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado de UNCuyo

La investigación desde sus protagonistas: senderos y estrategias /  
dirigido por René Gotthelf... [et.al.]. -Mendoza : 1ª. ed.- Mendoza: Editorial  
de la Universidad Nacional de Cuyo - EDIUNC, 2006.

366 p. : 22x15 cm. - (Manuales; 45)

ISBN 950-39-0201-0      ISBN 978-950-39-0201-1

1-Investigación / Investigación científica / Investigación educativa / Investigación en ciencias de la  
tierra / Investigación social / Investigación económica / Investigación médica /



Impreso en Argentina - Printed in Argentina

ISBN 950-39-0201-0

ISBN 978-950-39-0201-1

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

© EDIUNC, 2006

Centro Universitario,

M5502JMA Mendoza, República Argentina

## Contenido

Prólogo, *René Gotthelf* .....11

**Parte I: Los secretos de la naturaleza** .....19

### **1. Investigación en Bioquímica**

La Bioquímica como ciencia experimental, *Miguel Nelson Palmada* .....21

### **2. Investigación en Biomedicina**

Encendiendo luces en las penumbras de la vida humana, *Ramón S. Piezzi* .....43

### **3. Investigación en Biología Celular y Molecular**

Las células y sus moléculas, *Luis Mayorga* .....57

### **4. Investigación en Física**

Itinerarios de una búsqueda que no cesa, *Manuel Tovar, Armando Fernández Guillermet* .....69

**Parte II: La complejidad de las sociedades humanas** .....89

### **5. Investigación en Epistemología**

La pesquisa epistemológica como investigación intrateórica, *Roberto A. Follari* .....91

### **6. Investigación en Educación**

Investigando en educación en los '90 y en el 2000 también, *María Cristina Romagnoli* .....107

### **7. Investigación en Sociología**

¿Una lupa sobre la sociedad?, *Ana Graciela Burgardt* .....127

### **8. Investigación en Derecho**

¿Hacer Derecho o investigar la realidad jurídica? *María del Carmen Schilardi de Bárcena* .....147

<b>9. Investigación en Economía</b>	
La Ciencia Económica. Necesidades, escasez y bienestar, <i>Zulema Tomassetti de Piacentini</i> . . . . .	159
<b>10. Investigación en Lingüística</b>	
Exploración y descubrimiento del lenguaje humano, <i>Liliana Cubo de Severino</i> . . . . .	177
<b>11. Investigación en Arte</b>	
Arte y parte. La controvertida cuestión de la investigación artística, <i>Sonia Raquel Vicente</i> . . . . .	191
<b>12. Investigación en Diseño</b>	
Pensar el diseño... La práctica de la investigación en la disciplina del Diseño, <i>Viviana Irene Zani</i> . . . . .	207
<b>Parte III: La calidad de vida</b> . . . . .	229
<b>13. Investigación en Ecología</b>	
Los alcances y los límites de la investigación en Ecología Evolutiva, <i>Luis Marone</i> . . . . .	231
<b>14. Investigación en Clínica</b>	
Sobre enfermos y enfermedades, <i>Isaac H. Rivero</i> . . . . .	249
<b>15. Investigación en Ingeniería</b>	
Sobre ingenieros ingeniosos, <i>Jorge Barón y Alicia Ordoñez Yapur</i> .267	
<b>16. Investigación en Agronomía</b>	
Cultivando la investigación, <i>Juan Bruno Cavagnaro</i> . . . . .	279
Índice de palabras clave . . . . .	293
Índice general . . . . .	297

Agradecemos al secretario de Ciencia y Técnica y Posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo Dr. Carlos Passera, por su permanente aliento y el generoso apoyo para la realización de este libro; a las Autoridades Universitarias que apoyaron la idea; al Comité Editorial que recomendó su publicación, a los colaboradores de la EDIUNC y de Diseño que han puesto su mayor empeño; a los investigadores autores de cada capítulo que intervinieron activamente en el Seminario y contribuyeron con su conocimiento y experiencia al enriquecimiento de esta obra.



*A mi esposa Silvia Raquel Cascarini, quien, con cariño y sensatez, alentó este proyecto y lo enriqueció con sus ideas, pero que, lamentablemente, no llegó a verlo terminado.*

*René Gotthelf*



## Prólogo

Este libro representa el anhelado cierre de un ciclo que termina con la materialización de un sueño, la realización de un ambicioso desafío que hoy sometemos a la consideración de nuestros alumnos, colegas y público en general.

### Génesis de la idea

Ya hace una década que publicamos **Tiempo de investigar**<sup>1</sup> libro en el que, nos ocupamos de los procedimientos necesarios para llevar a cabo un trabajo de investigación, además de las normas más convenientes para introducir al alumno y reciente graduado en la metodología del trabajo universitario. Esta obra ha sido del interés de un amplio espectro de estudiosos, hecho demostrado por las sucesivas ediciones agotadas.

Sin embargo, y a pesar de las permanentes actualizaciones, notaba que algo faltaba. Lo mismo sentía en algunas conversaciones con colegas. Así fue creciendo la idea de que estaba en deuda porque no nos habíamos dedicado a un aspecto fundamental: la reflexión sobre la investigación misma, un tema prioritario que daría sentido al Manual, pero, su inclusión en el mismo excedía sus propósitos iniciales.

Entonces, hace algo más de dos años, mientras pensaba en las novedades que debíamos incluir en la nueva edición de **Tiempo de investigar**, por ejemplo la aplicación de las nuevas tecnologías a la investigación en la universidad, la flexibilización o globalización de algunas normas, las dificultades para los registros de fuentes no tradicionales, fue creciendo la idea de este libro distinto, con identidad propia y ya no como un sueño vago y lejano sino como una imperiosa necesidad, casi como una obligación

---

<sup>1</sup> GOTTHELF, RENÉ Y VICENTE, SONIA, **Tiempo de investigar**; metodología del trabajo universitario. Segunda ed., Mendoza, EDIUNC, 1997.

personal Ya no se trataba de explicar cómo abordar el trabajo universitario sino ir más atrás: Tampoco era una filosofía de las ciencias o un nuevo manual de procedimientos sino un libro con reflexiones de investigadores sobre la investigación misma.

El primer paso debía iniciarse con la búsqueda y recopilación de material acerca de este estudio y análisis de la “investigación”. El resultado fue negativo, tanto para la búsqueda bibliográfica como en la consulta a especialistas en el tema. Todo coincidía: no había material sobre el tema. Era “obligatorio” iniciar la tarea.

A partir de esta comprobación se fue gestando la idea de elaborar un libro sobre la investigación pero que no fuera un manual, ni un tratado, ni un ensayo sino una reflexión colectiva con aportes de distintas disciplinas. Para eso era imprescindible recurrir a la colaboración de calificados investigadores que pudieran sumar al análisis del tema el testimonio de su propia experiencia.

## **El proyecto y la convocatoria**

Para avanzar en la idea, se hacía imprescindible preparar una lista con los posibles investigadores que debían convocarse para esta tarea.

(Al mismo tiempo se me presentó la necesidad de definir y delimitar mi tarea, la que quedó concretada, fundamentalmente, en coordinar y compilar los diversos aportes, evaluar su pertinencia e intentar aunar un cierto discurso didáctico y un estilo común).

Por otra parte, mientras se preparaba este listado, se impuso la necesidad imprescindible de elaborar previamente un proyecto para presentar a cada uno de los posibles integrantes del equipo de trabajo:

*planificar, dirigir y coordinar una serie de trabajos sobre la investigación, realizados por especialistas, fundamentalmente en el ámbito de la Universidad Nacional de Cuyo, en las distintas áreas del conocimiento con la idea de publicar un libro con características muy particulares .*

En el proyecto mencionado no podía faltar la mención a la temática fundamental: la metodología de la investigación en los distintos campos disciplinares. Y especifiqué que pretenderíamos buscar una caracterización de las normas y los paradigmas vigentes en las ciencias duras, en las ciencias sociales, y en algunas otras áreas que se autodefinen como productoras de conocimiento. Especifiqué que sería conveniente que el texto se moviera en los niveles epistemológico y metodológico, preferiblemente, sin entrar en consideraciones o descripciones de técnicas.

Otra idea rectora del proyecto consistió en ofrecer, a los participantes, sendas totalmente abiertas para que cada uno expusiera con absoluta libertad su experiencia y el resultado de su trabajo.

Decidí, después, que, para ser realmente orientador, el proyecto debía exponer con precisión los propósitos de la tarea, los que formulé de la siguiente manera:

Ofrecer un panorama amplio que permitiera comprender, a los diversos lectores, cuál es la situación actual de las problemáticas metodológicas; una proyección histórica que pusiera de manifiesto el camino recorrido por las diversas áreas disciplinares a lo largo del tiempo, desde su constitución hasta la actualidad.

Una vez establecidas las metas, convenía esclarecer el público destinatario de la futura obra para orientar a cada autor acerca del carácter (que debía tener) su exposición: divulgación, diálogo entre pares... Por eso el proyecto especificaba que el texto debería ser principalmente, muy didáctico; no habría de ser concebido y escrito para especialistas en un área sino, y ante todo, para universitarios de cualquier área, de modo tal que llegara a ser útil para colegas investigadores de otras disciplinas.

En conclusión, la meta final sería ofrecer un texto ágil, dinámico, didáctico y útil que llegara tanto a los investigadores y docentes, como a los estudiantes universitarios. Se pretendería ofrecer una obra que sirviera, al mismo tiempo, como herramienta de trabajo para abrir campos en la investigación y como información general abarcadora de un amplio espectro de esa actividad.

El libro, por tanto y necesariamente, tendría que ser la compilación de una serie de escritos preparados por distintos especialistas de las diversas disciplinas o áreas disciplinares, conocedores no sólo de las técnicas de investigación propias de un campo, sino, y ante todo, de las problemáticas epistemológicas y metodológicas que se imponen en él.

Y por último, una especificación esclarecedora: el proyecto no tenía la pretensión de abarcar todas las áreas del conocimiento, pero sí prefiar las características de los artículos: tendrían que ser relativamente breves, claros y redactados con un lenguaje sencillo y accesible (sin perder seriedad y profundidad).

### **Formación del equipo**

Comencé a elaborar una lista de posibles coautores atendiendo a sus trayectorias, las recomendaciones de algunos Decanos o Secretarios de Investigaciones de las Facultades o del Secretario de Ciencia y Técnica y Posgrado de la Universidad.

Finalmente se hizo una selección a partir de una condición básica: que respondieran al perfil buscado y, en especial, que comprendieran y compartieran el objetivo del libro. A partir de allí, invité a sumarse a los investigadores seleccionados.

Todos aceptaron el desafío y comenzamos a trabajar. Luego de las presentaciones iniciales (muchos no se conocían entre sí), preparamos un cronograma de trabajo y tropezamos con la primera dificultad: ¿cómo podría ser abordado un tema tan amplio, tan escurridizo, posible de tantas interpretaciones como es la Investigación? Luego de un extenso intercambio de opiniones se convino en elaborar un “preguntario”, neologismo que acuñó el grupo para significar una serie de preguntas a las que debía responder cada investigador. Las preguntas, muy sencillas en su planteo pero, en algunos casos, muy complejas para ser respondidas, fueron:

- ¿Qué es la investigación en tal disciplina?
- ¿Cómo se hace la investigación?
- ¿Para qué y por qué se investiga?
- ¿Quién o quiénes son los que investigan?

Y, finalmente, una referencia a la experiencia personal y al camino transitado por cada uno.

Un vez determinadas estas preguntas, en las sucesivas reuniones, que organizamos al modo de “seminarios”, con reuniones periódicas en las que uno exponía y los demás preguntaban, disentían, compartían, aportaban, debatían activa y críticamente.

Una vez que avanzaba el trabajo, se hizo necesario crear un mecanismo de lectura y revisión de cada escrito. Para ello se nombró una Comisión integrada por los Dres. Liliana Cubo de Severino, Isaac Rivero, María del Carmen Schilardi de Bárcena y Luis Marone, quienes asumieron este trabajo y colaboraron conmigo en el ordenamiento de los mismos y la determinación de pautas formales que unificaran el estilo y la presentación de cada capítulo.

Se impuso, además, la necesidad de que la misma tarea de evaluación y unificación de los trabajos, asumida por mí en el proyecto inicial, la realizáramos entre todos los que integramos el equipo y que fuera colectiva la responsabilidad de la estructura interna de la obra, los títulos de cada capítulo y el título general definitivo.

En el transcurso de la tarea fuimos descubriendo que, en muchos casos, los demás integrantes del grupo no conocían el qué ni el por qué ni el cómo de una determinada investigación. Fue muy evidente el desconocimiento que tenemos muchos de las cosas que hacen los otros y, a menudo, además del desconocimiento, algunos prejuicios que pudieron irse superando a medida que avanzaba el trabajo.

Paralelamente se fueron presentando algunas conclusiones de particular relevancia que contribuyeron a concretar y afianzar un nuevo

propósito para el libro. Percibimos que, a partir de las diferencias que surgían de la confrontación entre una exposición y otra, los investigadores de un área podían fortalecer el conocimiento de cuestiones metodológicas propias de otras áreas que, a su vez, les abrían nuevas perspectivas para sus propias investigaciones. De allí, el propósito de que la obra en preparación pusiera de manifiesto esta realidad.

Otras de las conclusiones evidentes es que no hay fórmulas ni recetas para la investigación. La esencia del proceso depende no sólo de la modalidad de trabajo del investigador o de su formación y experiencia o postura ideológica sino que es parte de la esencia misma de cada disciplina.

Se podría sumar, como otra conclusión casi general que, en numerosas oportunidades, las posiciones inicialmente distintas, casi opuestas, una vez conocidas se acercaron y se pudo elaborar un cierto lenguaje común.

Esta dinámica se fue repitiendo con la nueva redacción de los trabajos en la que se habían incorporado las opiniones consensuadas de los demás y se habían realizado los ajustes requeridos por el esquema de exposición acordado en el grupo.

## **El libro**

Este libro es, entonces, el resultado de un trabajo de equipo multidisciplinar de investigadores que, durante dos años, ha estado discutiendo sobre el tema de la INVESTIGACIÓN desde sus respectivas perspectivas individuales.

La riqueza particular de la obra proviene de que cada uno aportó su criterio y su experiencia y cada uno defendió su postura y se enriqueció con la de los demás porque, como descubrirá el lector en los capítulos del libro, a pesar de las intervenciones y aportes del grupo, sigue siendo fiel a sus ideas y su esquema de investigación personal. Nadie ha debido renunciar a sus propias convicciones sino que sólo las ha sometido a la consideración y debate con los colegas. Lo que sí resultó notorio fue que varios de los autores

descubrieron nuevas perspectivas para enriquecer sus propios esquemas y fue por eso que durante su elaboración, los proyectos y esquemas originales fueron variando a medida que el grupo avanzaba en el conocimiento mutuo y en el trabajo de discusión y análisis.

Como otro fruto destacado de esta tarea y como resultado directo de la libertad de trabajo, surgió la demostración de que, en la investigación, no existe un solo camino ni una sola respuesta, ni siquiera en una misma disciplina. Por el contrario, el proceso de la investigación, en cualquiera de sus etapas, tiene siempre un sesgo personal y casi intransferible que caracteriza a los auténticos investigadores. No hay recetas.

También llegamos al convencimiento de que, en algunos casos, es posible trasponer criterios o caminos utilizados en un área disciplinar a otra, sin embargo, es imposible generalizar o dar pautas universales, ni siquiera en lo referido a técnicas habitualmente comprobadas o convenidas. Nos quedó en claro que la metodología de la investigación no es una receta infalible para obtener resultados. Tampoco puede afirmarse que una metodología sea una estrategia establecida y prefijada, que no haya sufrido modificaciones a lo largo de la historia.

Conviene dejar sentado, en síntesis, que cada capítulo es responsabilidad de su autor y, si bien los demás pueden o no compartir sus afirmaciones, respaldan y respetan ese esquema particular de trabajo.

Otro de los valores del libro consiste en la diversidad de áreas y disciplinas que abarca, ya que los autores provienen de ciencias muy dispares y, considero, ése es otro de sus méritos: haber podido aunar en un solo tomo, las opiniones y experiencias de quince investigadores de la Universidad de áreas totalmente diferentes.

Fue justamente esta diversidad y complejidad lo que complicó las decisiones al buscar un criterio para ordenar los trabajos. Descartamos el orden alfabético de autor que no tiene relevancia científica, también descartamos la división de los trabajos por disciplinas pues ello,

necesariamente, obligaba a adoptar una clasificación de las ciencias que siempre podría ser objetada o invalidada. Se propusieron diversas alternativas pero, finalmente, se resolvió crear tres núcleos temáticos que, sin dividir las disciplinas, podría permitir agrupar los escritos según su tema y los objetivos de su disciplina. Esta clasificación, como todas, puede considerarse arbitraria, pero responde a los siguientes criterios: el primer núcleo agrupa los trabajos que estudian los secretos y el funcionamiento de la naturaleza; el segundo agrupa los estudios referidos al quehacer humano y a la complejidad de las sociedades, y el tercero se refiere a las disciplinas que, como objetivo, se proponen lograr una mejor calidad de vida.

Y así es como hoy presentamos los resultados de un proceso al que ha debido ponerse un término aunque todos reconozcan que falta mucho por hacer. Sin embargo, presentamos un libro que, estoy convencido, va a llenar un vacío indudable en la bibliografía ya que no existe una obra de iguales o similares características ni en la producción local ni en la nacional. Además, el hecho de habernos atrevido a plantear estos temas va a motivar a otros para continuar el trabajo, completarlo u objetarlo con iguales o mejores argumentos.

Quizás sea oportuno recopilar algunas de las conclusiones que ya hemos anticipado, de alguna manera, en este Prólogo. Existe el convencimiento unánime de que la investigación en general y la investigación en los ámbitos universitarios en particular, tiene una importancia fundamental no solo en el crecimiento del conocimiento sino también en el desarrollo socio cultural, científico y tecnológico de un país. Asimismo, la investigación, en todos sus niveles, es una garantía de progreso en países en desarrollo que apunan al mejoramiento de la calidad de vida y de los valores humanos.

*René Gotthelf*

---

\* Profesor y licenciado en Filosofía. Profesor titular de Metodología de la Investigación, Facultad de Filosofía y Letras. Director de EDIUNC, Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo y director del C.D.H. (Centro de Documentación Histórica) de la UNCuyo.  
e-mail: alazan@lanet.com.ar



# I- Los secretos de la naturaleza





## Investigación en Bioquímica

### La Bioquímica como ciencia experimental

**Miguel Nelson Palmada\***

Mientras el fin último de la Biología es el conocimiento completo de todas las formas de vida; el objeto de la Bioquímica (del griego *bios*: vida y *chymos*: jugo en el sentido de componente) consiste en la interpretación en términos moleculares de las estructuras y procesos dinámicos inherentes a los sistemas biológicos en general; por ello proporciona sustento fundamental para el estudio de la Fisiología normal y patológica con fuerte proyección hacia las ciencias de la salud. Muestra además destacada influencia y aplicaciones en otras áreas del conocimiento y presenta muy difusas barreras con la Biología Celular y Molecular y con la Bioingeniería. Surgida a fines del siglo XIX, bajo la certeza de que los procesos vitales se rigen por las mismas leyes que afectan al mundo inanimado y de la mano del alto desarrollo alcanzado por la química y la física, se apoyó también en las matemáticas, en la lógica formal, en la evidencia de los sentidos auxiliados por instrumentos y en la validación de resultados por métodos estadísticos. Se aproximó así a las ciencias formales, predictivas, buscadoras de leyes, que tratan de cuantificar y se sirven de generalizaciones. De hecho, el método experimental y el modelo hipotético-deductivo, según paradigmas cuantitativos de raíz cartesiana e influencia neopositivista, constituyeron los esquemas más utilizados para la investigación bioquímica. Sin embargo, al presente, no es infrecuente que ante determinados sujetos de estudio, la disciplina o sus procedimientos, se vean involucrados en otras alternativas

---

\* MIGUEL NELSON PALMADA es Bioquímico y Especialista en Docencia Universitaria (UNCuyo). Profesor Titular Efectivo de Química Biológica (Facultad de Odontología). Ex Profesor Adjunto (Facultad de Ciencias Médicas). Realizó estudios de perfeccionamiento en la UBA, en la Facultad de Medicina de París (Francia) y en la UNCuyo.  
e-mail: mpalmada@aconcagua.uncu.edu.ar

metodológico-científicas que enriquecen la investigación. Se trata de diseños mixtos, cuantitativo-interpretativos, también conocidos como convergentes o multimodales. En las siguientes páginas, luego de consideraciones histórico-epistemológicas se intenta responder a cuestiones fundamentales acerca del ¿por qué?, el ¿para qué? y el ¿cómo? de la investigación en esta disciplina, lo que se acompaña con referencias a las instituciones científicas, a sus protagonistas y con algunos de los frutos de la propia experiencia.

### **Origen, alcances y proyecciones**

Hacia los siglos VI° - VII° a.C., algunos filósofos griegos –verdaderos naturalistas–, sugirieron que *los procesos que se observan en la naturaleza son explicables por causas naturales y no por el capricho de los dioses*. Dotados de inédita curiosidad y fuerte espíritu inquisitivo –cualidades que hoy como ayer destacan entre quienes se ocupan de la indagación científica–, interesados por la vida vegetal y animal, sus orígenes y la constitución de la materia, trataban de comprender y explicar la naturaleza observable. Los primeros trabajos de biología comparada fueron fruto del genio aristotélico, quien además recomendaba la observación de lo real y la experimentación. (Jarrosón, 1992, 13-14)

Enciclopedistas de comienzos del cristianismo se ocuparon de codificar el conocimiento desarrollado por los griegos; por entonces apareció también el primer tratado de alquimia. Durante la Edad Media gran parte de aquel saber desapareció del continente europeo pasando al mundo islámico. A inicios del siglo XII comenzó a regresar a Europa de la mano de eruditos cristianos. El siglo XIII fue testigo de los esfuerzos de Alberto Magno, filósofo escolástico alemán y maestro de Tomás de Aquino, por conciliar el pensamiento y el saber aristotélico con la doctrina cristiana. Contemporáneamente el clérigo inglés Roger Bacon sostenía que *la ciencia mejoraría la condición de la humanidad e iluminaría su camino al proporcionarle principios que se transformarían en aplicaciones prácticas*, convirtiéndose además en gran defensor de la experimentación. El rol de la ciencia no sería sólo el incremento del conocimiento por sí mismo, debía además contemplar un claro sentido utilitario, respondiendo precozmente a la primera inquietud

acerca del sentido de la investigación científica, es decir el ¿para qué?... La consideración básica del ¿por qué?, remite a la indagación primitiva de orden ontológico derivada de la innata curiosidad del hombre por responder a cuestiones sobre sí mismo, sus orígenes y su destino, lo que generalmente involucra consideraciones metafísicas. Al enfrentar el entorno destaca su inventiva, en aras de resolver determinados problemas o desafíos, lo que en principio conduce a los saberes y nociones comunes.

El conocimiento de procesos bioquímicos como algunas fermentaciones y el intento de conocer la composición y el funcionalismo de los organismos vivos existe desde la más remota antigüedad. No obstante, hasta el siglo XIX se pensaba que los fenómenos vitales conformaban una categoría especial en los que intervenía un llamado PRINCIPIO O FUERZA VITAL; idea a la que incluso contribuyeron los meticulosos experimentos de Pasteur, al demostrar que para que se produjera la fermentación de azúcares se requerían células vivas de levadura. Sin embargo, el desarrollo disciplinar bioquímico se produjo fundamentalmente en el siglo XX, en especial a partir de los años 40. Los antecedentes se encuentran ya en el Renacimiento, cuando Paracelso (1493-1541), médico suizo aficionado a la alquimia, propuso que los procesos vitales eran fundamentalmente químicos, promoviendo la observación y la experimentación como principales argumentos para la verdad científica (Herrera, 2001, 17-18). Casi contemporáneamente, Francis Bacon retomó las ideas de su homónimo del siglo XIII y se constituyó en promotor de una revolución científica a partir de una renovación metodológica de corte inductivista, superadora de las limitaciones del escolasticismo reinante. Fundada en la experimentación y apoyada por instrumentos surgidos del progreso técnico superaría a la pura y simple observación y recolección de datos de casos particulares. Poco después se produjo la aparición del método y la lógica deductiva cartesianos poniendo en tensión a estas dos corrientes filosófico-metodológicas. Durante los siglos XV al XVII, ocurrieron grandes aportes al conocimiento y comprensión del universo. La exitosa mecánica de Newton promovió una corriente marcadamente empirista en la ciencia y Galileo, para probar su teoría acerca de la caída de los cuerpos, sentó las bases del método experimental, al emplear mediciones de las distancias recorridas

por cuerpos esféricos sobre planos inclinados en función del tiempo (Jarroson, 1992, 25). El conocimiento de la química, se alejó aún más de las raíces alquímicas.

Cuando en 1828 Friedrich Wöhler, sintetizó la urea a partir del cianato (sin participación animal), asestó un duro golpe al vitalismo y despertó el interés por la química aplicada a los procesos vitales. En pleno siglo XIX, Justus Von Liebig –quien con justicia debe ser considerado como el padre de la química fisiológica moderna–, mediante análisis de alimentos y excretas animales, descubrió la formación de urea, ácido úrico y otros catabolitos y describió los Ciclos del Nitrógeno y del Carbono. A la gran modernización de la química y la física, se agregaron los aportes de sus más destacados discípulos y escuelas que llevarían a estas ciencias y a la biología, a los altos niveles que lograron hacia 1900, sentando las bases para el desarrollo de la Bioquímica.

El siglo XIX tuvo carácter fundacional para la bioquímica, especialmente a partir de la quinta década. El interés de los fisiólogos por conocer los componentes del organismo condujo a la etapa en que se aíslan, identifican y establecen las propiedades fundamentales de la mayor parte de los componentes celulares.

El conocimiento de las enzimas, las reacciones catalizadas, sus interconexiones y localización, facilitó establecer el concepto de vía metabólica y conseguir el esclarecimiento de las principales, en las primeras cinco décadas del siglo XX.

A partir de los trabajos de Neuberger quien esclareció la fermentación alcohólica mediante experiencias con extractos libres de células, se inició toda una secuencia de estudios y hallazgos, que permitieron aclarar el metabolismo intermedio de carbohidratos, lípidos, aminoácidos y muchas otras sustancias y metabolitos de gran significación biológica, así como los principios de la oxidación y energética celular.

En los albores del siglo XX se demostró que en la constitución de los genes intervenían proteínas y un ácido nucleico similar al descubierto en 1869 por

Miescher, aunque no se concebía que una sustancia tan estructuralmente uniforme pudiese transportar la compleja información genética. La incógnita comenzó a develarse hacia 1940 por Avery y otros, al observar que, “el principio transformador” que convertía cepas de neumococos no virulentas (acapsuladas) en patógenas (capsuladas) tenía una composición química semejante al ADN de levadura. La hipótesis “un gen-una enzima”, de Beadle, Tatum y Euphrusi, en esencia proponía que la secuencia de cada proteína era codificada por un gen específico. El esclarecimiento definitivo se inició en 1953, cuando J.D. Watson y F.H. Crick analizando los espectros de absorción de Rx describieron la estructura en doble hélice del ADN; lo que algunos científicos consideran el descubrimiento del milenio. Sucesivos estudios llevaron a la comprensión de los procesos de replicación del ADN, de transcripción en ARNm, de traducción en proteínas, al desarrollo de la biología molecular y la ingeniería genética y al progreso en la comprensión de procesos biológicos de enorme importancia, como la oncogénesis, la acción viral, la regulación génica, y tantos otros, en un camino de reciente comienzo que sin duda ha de aportar grandes avances al conocimiento y numerosas aplicaciones.

Durante el último tercio del siglo XX se sentaron las bases moleculares de los procesos de comunicación, regulación e integración fisiológicos, profundizándose la comprensión de los fundamentos de la acción hormonal, de neurotransmisores y de otros mediadores. El desarrollo de nuevas metodologías de creciente sensibilidad permitió indagar acerca de lo que sucede a nivel molecular en distintos compartimientos y ambientes celulares, en la intimidad de las terminaciones nerviosas, o bien analizar los flujos que ocurren en determinados canales iónicos y membranas y abordar un sinfín de nuevos desafíos. (Borel 1990)

### **El porqué de la investigación bioquímica básica y aplicada**

Aunque el saber y la búsqueda de la verdad científica, son deseables y válidos por derecho propio, hoy como siempre persisten numerosos desafíos disciplinares, teóricos en principio, pero que inexorablemente llegarán a

vincularse con aplicaciones prácticas. Entre otros temas de actualidad podemos citar los referidos a las bases bioquímicas de la diferenciación celular –que sólo recientemente comienza a esclarecerse– ; o a la Bioquímica cerebral, de la que se ignora mucho más de lo que se conoce; de las bases moleculares de la memoria y de las enfermedades psiquiátricas, y de numerosos aspectos relacionados con la oncogénesis. Al aportar las bases moleculares de la patología, las investigaciones bioquímicas tienen cada vez mayor impacto en las ciencias de la salud, tanto para la comprensión y la prevención, como para el diseño de fármacos u otros posibles tratamientos, o para el pronóstico, control y seguimiento de diversas patologías.

### **Desde lo básico hacia el diagnóstico, el pronóstico y la terapéutica**

Hacia 1960, merced al empleo de hormonas marcadas con trazadores radiactivos (especialmente tritio y carbono-14), al uso de métodos de fraccionamiento subcelular, de técnicas de tamizado molecular, ultracentrifugación en gradientes y otras, se comenzó a lograr la objetivación experimental de receptores específicos para la acción de algunas hormonas. Se confirmaban así las ideas de algunos farmacólogos de fines del siglo XIX quienes sostenían que, para que un medicamento u otra sustancia activa ejerciese su acción sobre un tejido blanco determinado, sus células debían contar con receptores que reconocieran y unieran específicamente a dicha sustancia, tras lo cual ella condicionaría la actividad celular provocando la respuesta esperada; lo que hoy se conoce como transducción. Entre los primeros reportes se contaban los referidos a la insulina y los relativos al  $17\beta$ -Estradiol, el estrógeno más activo en varias especies. Estos últimos habían sido detectados en el citosol y en asociación con la cromatina nuclear en tejidos efectores clásicos (útero, mama). Se postulaba, que al unir la hormona e interactuar con el ADN, se desencadenaban acciones genómicas, facilitando la transcripción de ARNm específicos para proteínas que ejercían acciones morfogénicas lentas. Luego aparecieron varias contribuciones en torno de éstas y otras hormonas, esteroides y no esteroides. En la Facultad de Medicina de París, un equipo de investigación de reconocida experiencia,

estudiaba receptores esteroideos en tejidos fetales clásicos y no clásicos. Algunos reportes previos sugerían que ciertos tipos de cáncer genital eran más frecuentes en adolescentes cuyas madres habían recibido dosis elevadas de estrógenos durante el embarazo. Ello implicaba considerar la posibilidad de que dichas hormonas dejaran alguna impronta sobre el tejido involucrado durante la vida intrauterina. Grupos experimentados en el tema sostenían que si acaso existían receptores estrogénicos durante algún período del desarrollo ontogenético, se hallarían sólo en tejidos diana clásicos en cantidades indetectables y sin un rol fisiológico definido.

En realidad la metodología entonces utilizada, si bien avanzada, no poseía suficiente sensibilidad, factor limitante que con frecuencia conduce a resultados negativos en determinadas investigaciones. El grupo de referencia (del que el autor formó parte), produjo desarrollos metodológicos originales y logró aportar evidencias de la presencia de receptores para estradiol y cortisol en cerebro e hígado fetal de roedores, así como en otros tejidos diana clásicos y no clásicos (Pasqualini, J R, 1972); lo que sería reafirmado en trabajos posteriores.

Aquellas investigaciones profundizaron el conocimiento de los principios de señalización y control de la actividad celular que hoy se emplean para explicar los fundamentos moleculares de los sistemas homeostáticos, endocrino, nervioso, inmune y psicológico. Desde hace unos 25 años, la detección de receptores para  $17\beta$ -estradiol y eventualmente para progesterona en tejido tumoral mamario por métodos inmunocitoquímicos u otros, constituye una invaluable aplicación que ayuda a definir la mayor o menor hormonodependencia, lo que confiere importancia respecto del pronóstico y para el tratamiento antiestrogénico con bloqueadores competitivos y selectivos de los receptores tales como el tamoxifeno u otras drogas. (Ciocca, D., 1997)

En otra área temática, las investigaciones que condujeron a esclarecer el metabolismo del colesterol y de los acilgliceroles (grasas) y su rol en la génesis de procesos ateroscleróticos, brindaron las bases para la producción de medicamentos especialmente diseñados para el control de pasos clave en

determinadas vías o procesos, como los inhibidores de la enzima HMGCoA-óxidoreductasa, implicada en la biogénesis del colesterol, o los bloqueantes de la lipólisis periférica que disminuyen la captación hepática de ácidos grasos y la síntesis endógena de triglicéridos (grasas). Más recientemente, recurriendo a la biotecnología para la obtención de hormona de crecimiento e insulina humanos, así como de interferones, mejora notablemente el perfil de tratamiento del déficit de crecimiento, la diabetes insulino-requiriente, algunos procesos virales y ciertas formas de cáncer. Asimismo los procedimientos de laboratorio para manipular el ADN van conduciendo a numerosos hallazgos transformando el panorama de la clínica médica. Se pueden mencionar los ensayos que se intentan para tratar precozmente de corregir errores en las secuencias de genes determinados en el embrión, con el objeto de prevenir la expresión fenotípica de ciertas patologías congénitas, así como otros apasionantes desafíos relacionados con la terapia y la manipulación de genes; temas que generan nuevos cuestionamientos bioéticos y religiosos.

La transferencia de los hallazgos de la investigación básica hacia la práctica profesional, suele ser sólo cuestión de tiempo o de necesidad en relación con la definición de prioridades particulares. En oposición a la dicotomía que suele plantearse entre ciencia básica y aplicada, el Doctor Bernardo Houssay, primer Premio Nobel hispanoamericano en Ciencias Fisiológicas, maestro de maestros y paradigma como científico, insistió hasta el final de su fecunda vida, acerca de la enorme importancia de la investigación básica para el desarrollo de la Nación y para la excelencia en la formación de los profesionales. De continuo afirmaba que no se puede concebir la investigación aplicada sin el desarrollo del conocimiento básico que le da sustento. En apoyo de este aserto se podrían citar innumerables ejemplos a partir de la experiencia propia o la de otros.

### **A propósito de las motivaciones y de la metodología. La cuestión en torno del cómo**

La indagación del ser humano por el sentido, por la comprensión, por la búsqueda de respuestas, aparece en los registros históricos y aún en elementos que permiten documentar la prehistoria. En cambio, tanto la sistematización

del conocimiento como el establecimiento de las reglas que lo llevaron a convertirse en investigación científica o desarrollo tecnológico, comenzó muy posteriormente y continúa hasta nuestros días, influidos por distintas corrientes de pensamiento, que impulsaron diferentes alternativas metodológicas según las disciplinas.

Ocasionalmente las motivaciones por la investigación, no surgen del instinto o del compromiso vocacional del investigador. Con frecuencia ocurre que desde la sociedad o desde los poderes políticos, se presiona sobre las ciencias para que generen mayores conocimientos aplicables al beneficio de todos, lo que no es poco decir, ya que el Estado suele eventualmente aportar la mayor parte de los recursos materiales indispensables, como ocurre en nuestro país. Incluso algunos gobiernos pueden eventualmente dirigir los esfuerzos hacia el logro de objetivos no siempre relacionados con el bienestar ciudadano, sino por ejemplo con aspectos vinculados con la defensa, como el desarrollo de armas químicas o biológicas, lo que debe mover a profundas reflexiones de los actores implicados en estos emprendimientos que se enfrentan a principios éticos fundamentales.

### **Calidad en la investigación**

Los esquemas de razonamiento del conocimiento común influyen sobre el espíritu del investigador y pueden inspirar el trabajo específico. Sin embargo es necesario realizar un cuidadoso discernimiento entre estas ideas y los procedimientos científicos de los que se exige su reconocimiento porque previamente han dado pruebas de su eficacia en determinados dominios (Barreau, 1990, 13-14). En una breve respuesta inicial sobre el cómo de la indagación científica, vale destacar que aunque los cánones de la ciencia pueden variar según el momento considerado, los trabajos de investigación serios reúnen determinadas características:

- Poseen rigor en el razonamiento, generalmente vinculado con construcciones teóricas previas o desarrollos hipotético-conceptuales, surgidos del planteo de alguna pregunta o problema y la identificación de los posibles factores que intervienen.

- Suelen agregar un interés práctico a los fundamentos teóricos.
- No son improvisados, se basan en hallazgos previos y en un profundo conocimiento de la información disponible en las distintas fuentes (bibliografía y bases de datos).
- Son generalizables a situaciones semejantes.
- Van de lo más simple a lo más complejo, no progresan a grandes saltos; son incrementales.
- Muestran una precisa formulación del problema por investigar y un diseño metodológico y procedimental claro y adecuado para la búsqueda de respuestas, especificando los instrumentos a emplear y definiendo una cronología.
- Cuando corresponde al diseño, ponen a prueba sus hipótesis, no tratan de demostrarlas y, los datos resultantes, debidamente registrados, son sometidos a confrontación empírica y validación por métodos estadísticos. (Barreau, 1990, 47-50)
- Son realizables. No plantean cuellos de botella infranqueables.
- En los enfoques experimentales las pruebas deben ser reproducibles.
- Generan nuevas preguntas.
- No desprecian resultados en caso de que no confirmen las hipótesis. La ciencia avanza por verdad y error. Los resultados negativos pueden simplemente significar que se eligió un camino equivocado, lo que puede ser de valor para otros, o simplemente que los instrumentos empleados o disponibles para la época no fueron suficientemente sensibles o los más adecuados.
- Asignan gran importancia a la comunicación y transferencia de resultados.
- Respetan aspectos humanísticos y éticos fundamentales; no responden a motivaciones políticas o ideológicas y son comunicables a toda inteligencia suficientemente instruida, capaz de juzgar sin prejuicios los resultados obtenidos y de intentar su replicación.

## **El método científico y los enfoques y diseños cuantitativos y cualitativos. Experimentales, no experimentales y multimodales**

Básicamente, el propósito de la investigación es el de indagar sobre la realidad empírica observable, establecer un diálogo entre ella y las ideas del investigador y tratar de aportar nuevos conocimientos teóricos o aplicados. Puesto que no existe ciencia sin método, para que los resultados de las investigaciones puedan proyectarse en beneficio del conocimiento, de la humanidad y del mundo, ellos deben ser previamente aceptados por los científicos. A tal fin, deben cumplir con un flujo sistematizado de pasos que permite el planteo de preguntas, el tratamiento de las mismas y la oferta de respuestas. Esta secuencia o método científico puede aplicarse a distintos modelos o enfoques. Pueden ser cuantitativos y deductivos, caracterizados por emplear recolección de datos para probar hipótesis, con mediciones numéricas y análisis estadísticos; o bien cualitativos (más frecuentes en las ciencias sociales), que también se basan en la empiria (los datos), para perfilar o esclarecer preguntas de investigación, y que a diferencia de los primeros no siempre deben probar hipótesis en su proceso interpretativo inductivo.

Otra tipificación depende de que se realicen con manipulación de variables o experimentales, y sin manipulación, o no experimentales.

**Enfoques experimentales:** apropiados para los diseños cuantitativos o las formas multimodales o de triangulación. En ellos se observan o cuantifican las variaciones producidas en una o más variables o atributos dependientes, por influjo de manipulaciones realizadas sobre una variable independiente. Pueden ser de tipo no ciego, cuando investigador y sujeto conocen la pertenencia a grupos de estudio o control; ciego (cuando sólo el operador conoce la pertenencia de un sujeto a uno de los grupos (estudio o control), o doble ciego en los que investigador y sujeto desconocen la pertenencia al grupo de estudio o control. Incluyen tres categorías.

- **PRE-EXPERIMENTALES**, en los que se realiza medición única en sólo un grupo o en dos grupos distintos.

- CUASI-EXPERIMENTALES, útiles cuando se desea estudiar fenómenos en situaciones naturales, donde no es posible conseguir condiciones experimentales estrictas o el control de todos los posibles agentes que intervienen. Exigen trabajar con grupos intactos.

Como ejemplos prácticos, utilizados con el grupo de trabajo de la Cátedra de Química Biológica, se pueden mencionar estudios cuantitativos acerca de la influencia del progreso de la gestación sobre determinadas variables químico-fisiológicas relacionadas con la homeostasis fosfocálcica y ósea y con la función paratiroidea (Palmada, M.N, 1994; 2002).

- EXPERIMENTALES PROPIAMENTE DICHOS O PUROS, en los que ocurre una manipulación intencional sobre los integrantes de la muestra, con medición del efecto y pruebas de control y validación de las diferencias pre y post-prueba. Aquí los experimentos son cruciales e implican el reconocimiento de autoridad para quien hace el reporte así como la calidad y pertinencia de los instrumentos utilizados. Para el acuerdo debe existir consenso respecto del diseño, de la conducción y del sentido del experimento. Debe observarse marcada rigurosidad en la selección de los grupos control y de tratamiento, supuestamente idénticos o muy semejantes y representativos, y en la descripción de materiales y métodos. La aplicación de procedimientos estadísticos descriptivos e inferenciales permite establecer o no la significación de las diferencias observadas entre los grupos con una probabilidad del 95 o del 99 %, o aún mayor.

**Enfoques no experimentales:** Son estudios observacionales, sin manipulación de variables y suelen emplearse tanto en modalidades cuantitativas como cualitativas o en abordajes mixtos. Incluyen los diseños:

- DE SECCIÓN TRANSVERSAL, con las siguientes alternativas: correlacionales (permiten detectar eventuales asociaciones entre variables, pero no establecer relaciones de causa-efecto); descriptivos y exploratorios.

- LONGITUDINALES: en los que mejora la calidad de las inferencias posibles al constituirse cada caso en testigo de sí mismo. Pueden ser de tres tipos: estudios de evolución de grupo, de panel y de tendencia.

Estas modalidades nos resultaron muy útiles al estudiar aspectos relacionados con el dimorfismo sexual en la dinámica secretora de IgAs salival (principal anticuerpo de mucosas) y su eventual correlación con la patología. (Palmada MN, 2000)

Es importante comprender que no existe un enfoque que pueda considerarse inherentemente superior a otro. De la habilidad del investigador, de la índole del problema y el tipo de investigación dependerá la selección del enfoque más adecuado, que a veces puede incluso abarcar a más de uno. (Hernández Sampieri, 2002, 182-188)

### **Condiciones especiales**

La experimentación en ciencias fisiológicas parte de premisas centrales que consideran particularidades de los seres vivos que constituyen principios unificadores de la biología. En primer lugar, todos los seres vivientes están formados por una o más células que requieren de energía para sobrevivir y cuyos procesos están sometidos a las leyes físicas y químicas que afectan también a la materia inanimada. Esta uniformidad elemental se trasunta también en los componentes celulares y en los procesos metabólicos básicos, lo que facilita el conocimiento, ya que “dentro de límites y condiciones precisos” permite realizar proliferas extrapolaciones y extender los resultados de la experimentación a otras células, tejidos y organismos. De hecho, muchos de los procesos metabólicos conocidos en los mamíferos superiores, fueron primero estudiados en simples células de levadura o en bacterias como el coli-bacilo. No obstante, se han de notar aspectos particulares de los sistemas biológicos que llevan a extremar la prudencia en la aplicación a los mismos del método experimental y sobre las conclusiones que se pueden inferir. Básicamente se refieren a la especificidad del ser vivo, que se manifiesta en todos los estadios de la diferenciación, en las variaciones entre cepas dentro de una misma especie, en las diferencias entre especies y aún entre individuos, al contraste entre el organismo entero y sus partes, a la irreversibilidad de muchos fenómenos biológicos y a los delicados problemas

éticos que plantea el trabajo con humanos y aún con animales. Estos aspectos ya fueron destacados en 1865 por Claude Bernard en su libro **Introduction à L'Étude de la Médecine Experimentale**, considerado como un nuevo Discurso del Método para las ciencias de la vida, en el que ponía el acento sobre el método hipotético deductivo y concebía a la hipótesis como una creación de la inteligencia cuyas consecuencias deducibles debían ser sometidas a la experiencia, con lo que aproximaba las ciencias fisiológicas a las ciencias físicas. (Barreau, 1990; 70-71)

La investigación bioquímica se sirve principalmente del método hipotético-deductivo y es común que intervenga como disciplina auxiliar en estudios más eminentemente fisiológicos, o bien clínicos, con los diseños adaptados en cada caso particular, o incluso que mediante sus tecnologías, aparezca asociada con enfoques más propios de las ciencias humanas; es decir, de tipo no cuantitativo comprensivista o interpretativo. Este modelo de abordaje convergente, de fusión o multimodal, con frecuencia enriquece las investigaciones al proporcionar una visión más integral u holística de los procesos bajo examen. Ejemplos de este tipo se encuentran en estudios de los fundamentos moleculares del comportamiento o de las enfermedades psiquiátricas, en los que a la cuantificación y seguimiento de neurotransmisores o de algunos metabolitos, se agrega el análisis de patrones conductuales de orden cualitativo.

### **Las secuencias metodológicas y los procedimientos preparativos y analíticos. Ejemplo a partir de la experiencia (bioquímica endocrina)**

Al interior de cada práctica técnica o científica se desarrollan secuencias metodológicas y algoritmos relativamente específicos, por lo que es virtualmente imposible describir un panorama que incluya todos los casos en particular, lo que por otra parte es del dominio de los especialistas que se ocupan de tópicos determinados. En Bioquímica, además del uso de métodos tradicionales de la Química General y Orgánica y de la Física, ha existido

desde siempre una importante dependencia hacia el desarrollo de nuevas herramientas y tecnologías; se trate de procedimientos de separación de fases, de fraccionamiento o de análisis cada vez más sofisticados, incorporados en secuencias más o menos originales. Como ejemplo, podemos recordar los procedimientos habitualmente utilizados para los estudios metabólico-funcionales de esteroides, mayormente extensibles a otros mediadores químicos, como pueden ser las prostaglandinas, otros eicosanoides y algunos derivados terpénicos. Estudios que se emprenden para tratar de esclarecer sus transformaciones metabólicas, distribución orgánica y celular, mecanismos de transducción y eventuales efectos específicos.

En general se utilizan moléculas marcadas con radionucleídos (lo que facilita su seguimiento), que pueden inyectarse al animal entero o inocularse en homogenados de tejidos, cultivos celulares o preparados de células libres o fraccionadas. Luego se recurre a técnicas extractivas y de purificación, con solventes. Los extractos finales suelen retomarse en etanol absoluto o en otro solvente adecuado, o bien en agua, cuando se sospecha la presencia de conjugados hidrosolubles, de donde pueden ser extraídos y purificados por técnicas de extracción, de partición y cromatográficas, preparativas o analíticas. Como recursos adicionales, las muestras de metabolitos conjuntamente con patrones bien identificados, pueden someterse a la acetilación, o a oxidaciones y reducciones. Si las movilidades de los productos resultan idénticas a las de los patrones seleccionados, se está a un paso de la identificación del metabolito. Para concluir, es posible aplicar un criterio irrefutable para la identificación de la sustancia supuesta, mediante su dilución con una cantidad adecuada del patrón no marcado y sucesivas micro-re cristalizaciones en distintos sistemas de solventes hasta obtener constancia de la actividad específica (cpm o dpm /mg sustancia). Las interferencias de distinta composición química van permaneciendo en las aguas madres de cristalización. Cuando la actividad específica de aquellas y de los cristales es la misma, se está frente a la sustancia pura identificada.

Si se desea conocer la distribución subcelular de la sustancia se realizan técnicas de fraccionamiento por ultracentrifugación que permiten separar

organelas y citosol, fracciones que pueden someterse a los métodos antes citados o a técnicas adecuadas para la separación e identificación de macromoléculas que además permiten detectar procesos de interacción con ligandos. En estos preparados puede ocasionalmente cuantificarse la sustancia de interés u otra por ella inducida, por métodos radioinmunológicos altamente sensibles (desarrollados a partir de los trabajos de Yalow y Berson de la década del 50) que utilizan anticuerpos policlonales y moléculas marcadas con radioisótopos o bien inmunoradiométricos que se sirven de anticuerpos monoclonales desarrollados por César Milstein (último científico argentino que recibiera el Premio Nobel trabajando en Gran Bretaña), o por quimioluminiscencia o enzimoimmunoanálisis, que en lugar de emplear un trazador radiactivo como marcador, utilizan sustancias quimioluminiscentes o enzimas (como la fosfatasa alcalina), que al actuar sobre un sustrato determinado, liberan productos que luego son revelados y valorados por métodos espectrofotométricos.

Finalmente, los datos obtenidos en tratamientos y controles, tabulados y analizados, se comparan por métodos estadísticos y los resultados se confrontan a las hipótesis de trabajo. Las conclusiones contrastadas con la información disponible, conducen a uno o más informes adecuadamente elaborados y aptos para su transferencia; momento este último de gran importancia porque concede significación y sentido a la investigación.

### **A propósito de los ámbitos físicos. ¿Dónde investigar?**

El desarrollo significativo de la investigación biomédica en Argentina, acompañó desde sus orígenes a los estudios fisiológicos por influjo del Doctor Bernardo Houssay, sus colegas y discípulos, merced a la labor desarrollada inicialmente en la Cátedra y el Instituto de Fisiología de la Facultad de Medicina de la UBA. Hasta febrero de 1958, fecha de creación del CONICET, la incipiente investigación en biociencias estuvo limitada principalmente al ámbito de las universidades y de algunos centros hospitalarios. Con la creación del CONICET, inspirado en el CNRS francés, Houssay se propuso evitar la

dispersión de esfuerzos, allegar mayores recursos, orientarlos adecuadamente y crear ámbitos de excelencia para la práctica de la investigación científica en la Capital Federal y el interior del país. La Carrera del Investigador Científico proveería a la formación de nuevos discípulos, mediante el desempeño de profesionales con dedicación exclusiva, lo que también debería ocurrir en las universidades. La permanencia de los investigadores dentro del sistema y su promoción a nuevas categorías se produciría sobre la base de evaluaciones periódicas de la calidad de su producción y de las actividades de transferencia y capacitación. Adicionalmente propendía a estimular también las actividades de investigación en universidades y otros centros, enfatizando su importancia estratégica para el desarrollo del país y para generar procesos de enseñanza aprendizaje de excelencia, basados en el desarrollo del espíritu científico de los educandos, gracias al trabajo junto a maestros experimentados plenamente dedicados a la ciencia y la enseñanza. Se fue consolidando así un sistema científico nacional integrado por institutos, laboratorios y centros de investigación, que pasaron a constituirse en ámbitos de elección para el desarrollo de actividades científicas. También en la década de 1950 surgieron otras instituciones de ciencia y/o tecnología, como el INTA; el INTI; la Comisión Nacional de Energía Atómica, y varias de carácter regional por iniciativa de autoridades de gobierno; en mucho menor grado por iniciativas no gubernamentales, como lo fue la Fundación Campomar en Buenos Aires en cuyo Instituto de Investigaciones Bioquímicas, de fecunda trayectoria, desempeñara buena parte de su labor, el recordado Doctor Luis F. Leloir, galardonado con el Premio Nobel de Química en 1971 por explicar el rol de los nucleótido-azúcares en el metabolismo del glucógeno y otros hallazgos. Entre las actuales, cabe mencionar al Instituto de Biología y Medicina Experimental (IBYME). El dominio de la bioquímica se vio enriquecido también por el aporte de grupos de investigadores y docentes en cátedras e institutos específicos de universidades nacionales, como los Doctores Sanchez; Marenzi; Stopani; Delofeu; Caputto y muchos otros de sus colegas y discípulos. En nuestro medio, la Facultad de Ciencias Médicas de la UNCuyo se vio beneficiada por el trabajo de verdaderos maestros en modelos muy semejantes a los de la escuela de Houssay, que formaron excelentes discípulos y constituyeron centros de referencia. El IHEM (Instituto de Histología y

Embriología) dependiente del CONICET de dilatada trayectoria, constituye un ejemplo que persiste con importante proyección. Hace pocos años se le agregó un Laboratorio de Biología Celular y Molecular, también en el ámbito de la misma Unidad Académica. Estos centros reúnen a numerosos investigadores formados o en formación, producen crecientes aportes al conocimiento en ciencias biológicas y mantienen fluidos vínculos con instituciones similares nacionales y extranjeras; sus fuentes de información se cuentan entre las más actualizadas del medio. En el Centro Regional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CRICYT-Me) dependiente del CONICET se encuentra el Instituto de Medicina y Biología Experimental de Cuyo (IMBECU), en el que se desarrollan importantes líneas de investigación en biociencias. Estos institutos, laboratorios y centros, relacionados con cátedras y departamentos de la UNCuyo, se han constituido en lugares de elección para jóvenes profesionales que desean transitar la experiencia de la investigación en ciencias biológicas, si bien la disponibilidad de recursos materiales parece más bien diversa y alejada de estándares ideales.

La disponibilidad de lugares de trabajo que reúnan condiciones de excelencia por la calidad de los maestros e investigadores que los integran, es quizás uno de los más importantes factores condicionantes para la formación de nuevos discípulos y el progreso de la ciencia. Ellos aseguran adecuada orientación y facilitan el diálogo analítico y crítico enriqueciendo los procesos creativos y promoviendo la producción de resultados originales.

### **De los actores. ¿Quiénes pueden investigar en ciencias biológicas?**

Con distintas competencias y niveles de complejidad y responsabilidad, todos los graduados en ciencias biológicas y de la salud (especialmente médicos, bioquímicos, biólogos moleculares y bioingenieros) reúnen teóricamente las condiciones formativas básicas para el ejercicio de la investigación en biociencias en general, y en particular en bioquímica. Por otra parte la extensión de las modernas tecnologías de la información hacia la bioquímica, la biología celular y molecular y la genética principalmente, ha

generado un muy importante dominio interdisciplinar en continua expansión, conocido como “bioinformática”. Sus objetivos principales se refieren fundamentalmente a la elucidación de secuencias y al esclarecimiento de su significación biológica, tanto como al estudio de las manipulaciones analíticas que se pueden realizar sobre dichas secuencias para lograr objetivos biológicamente útiles. Sin la aplicación de herramientas informáticas hubiera sido virtualmente imposible avanzar aceleradamente en estudios de secuenciación y estructura, de interpretación y expresión génica, en técnicas de bioingeniería y obviamente en la elucidación del patrimonio genético humano. Por otra parte los procedimientos experimentales más frecuentemente utilizados, ponen a prueba las hipótesis mediante análisis estadísticos más o menos complejos de los datos, por lo que eventualmente se requiere del aporte de expertos. En función de estas necesidades ingenieros y expertos informáticos, o en matemática-estadística, integran equipos y laboratorios de investigación en biociencias y también químicos orgánicos y físicos, que con sus métodos contribuyen, por ejemplo a los estudios estructurales, como sucedió ya en 1953 con el esclarecimiento de la estructura del ADN.

En relación con la personalidad y las características individuales de quienes desean transformarse en investigadores, es indudable que la pasión por la tarea elegida, el afán por el conocimiento, el altruismo y la capacidad para ser metódico, ordenado y perseverante favorecen el trabajo científico exitoso. Una característica que se observa frecuentemente en los buenos investigadores, además de un carácter inquisitivo y autocrítico, consiste en observar un pensamiento analítico y cuestionador –o mejor aún autocuestionador–, que los induce a ir al fondo de las cosas y no sólo a lo aparente o superficial. Estas cualidades permiten reducir la incidencia del factor suerte –que indudablemente existe–, para la definición de una carrera en la investigación; es también evidente que el azar favorece a las mentes preparadas y capaces de percibir lo singular entre las generalidades.

Más que las características de personalidad, sin duda importantes, conviene resaltar las capacidades que debiera reunir el individuo y la manera de alcanzar la formación y la madurez intelectual apropiadas para

transformarse en científico exitoso. En lo formativo, además de las competencias específicas de sus estudios de grado que le habrán proporcionado la formación teórica y conceptual en biociencias y sólidos conocimientos bioquímicos, se requiere de otras capacidades remarcables, tales como disponer de fluida interpretación y lectoescritura de idioma extranjero, en especial del inglés, acompañadas por habilidades suficientes para la utilización de medios informáticos para la búsqueda y manejo de la profusa información disponible en medios gráficos y electrónicos. Estas características deben ser completadas por conocimientos teóricos y prácticos de la metodología estadística descriptiva e inferencial, así como del diseño experimental. Una base de saberes propios de los campos ético, epistemológico y filosófico es indispensable para completar los fundamentos formativos del futuro investigador científico. Por otra parte más allá de las características individuales, la investigación científica es un quehacer y como tal se lo aprende practicándolo. Cuando dicho proceso se realiza con buenos maestros y colegas y en un ámbito científico adecuado se generan mayores posibilidades de éxito.

## **Final**

A lo largo de los tiempos, la ciencia se ha visto de más en más involucrada en la vida cotidiana, incluso existieron épocas en que se especuló con que ella brindaría una completa explicación del mundo, como ocurrió durante la ilustración bajo influencia de la física newtoniana. También durante el siglo XX, hubo algún planteo similar. En realidad, al presente, los científicos no logran acuerdos sobre aspectos muy importantes. Si bien es relativamente fácil conseguir consensos sobre deducciones matemáticas, no sucede lo mismo con las teorías que se deducen..., menos aún con sus interpretaciones... No cabe esperar explicaciones de la realidad a partir de descripciones fundadas en leyes absolutas. Tampoco imaginar al conocimiento científico como un conjunto coherente de saberes provenientes del dominio de las certezas. En realidad la ciencia avanza corrigiéndose continuamente, contradiciendo sus hipótesis según el principio de falsación y admitiendo sus propios errores, como lo propusieron

Pierce y Popper. De este modo se puede obtener una ciencia más cargada de sentido, más opinable y discutible y en definitiva, más bella.

En una de las primeras reuniones de trabajo realizadas para la gestación de esta obra, la autora del capítulo sobre Artes y Diseño se expresaba de este modo: el arte es un lenguaje capaz de decir sobre la realidad y sobre el mundo... La investigación científica pese al rigor de sus fundamentos y esquemas metodológicos, es por sus características, una de las actividades humanas que más se aproxima a la expresión artística, por su poder creativo y por el compromiso vocacional de sus actores.

Agradezco al Profesor René Gotthelf, el habernos convocado para esta original iniciativa interdisciplinar, y a los coautores por haber enriquecido mi acervo con sus conocimientos, sus diálogos y reflexiones.

## Referencias bibliográficas

- JARROSON B.: *Invitation à la Philosophie des Sciences*. Paris, Du Seuil Ed., 1992.
- HERRERA J.: *Bioquímica Humana*. Méjico D.F. Interamericana Mc Graw Hill. Eds. 2001.
- BOREL J.P. ET AL.: *Bioquímica Dinámica*. Panamericana Eds. SA., 1990
- PASQUALINI JR. ET PALMADA MN: *Etude du recepteur de l'oestradiol-17β dans le cerveau du foetus de cobaye*. **C.R. Acad. Sci. Paris**, Ser D 1298, 1972. 174-7 m.
- CIOCCA D.: *Estrogen Receptors and Cell Proliferation in Breast Cancer*. N. Y. **Trends Endocrinol Metab**; 8: 1997, 313 –321.
- BARREAU H.: *L'Épistemologie*. Paris, Presses Universitaires de France, 1990.
- PALMADA M.N. et al ¿Existe hiperparatiroidismo fisiológico gestacional?. B. Aires, **RAEM**, 31 (Suppl): 1994, 26-7.
- PALMADA M.N. et al. Longitudinal study of variables of parathyroid function, calcium metabolism and bone turnover in normal gestation. N. Y. **Bone** 26 (4): 2001, 30-30.
- PALMADA M.N. Et al. **Dinámica secretora de IgA, flujo salival y experiencia de caries en individuos jóvenes: posible influencia del sexo**. Mendoza, REFAO 1 (1), 2000; 17-25.
- HERNANDE SAMPIERI L; COLLADO CF; LUCIO TB. **Metodología de la Investigación** (3ª Ed.) Méjico DF, Mc Graw Hill Eds. 2004.





## Investigación en Biomedicina

### Encendiendo luces en las penumbras de la vida humana

**Ramón S. Piezzi\***

El dolor y las enfermedades del hombre nos han acompañado en el pasado y nos seguirán acompañando en el futuro. La Medicina intenta encender luces para aliviar con su arte y su ciencia los males que aquejan la salud de la humanidad. La Ciencia robustece con su calidad y rigurosidad la respuesta a esos interrogantes. Quienes formamos parte de la población de investigadores de la Medicina recorreremos un difícil camino de oscuridades y dudas. Nuestros escudos son el cultivo de actitudes, aptitudes y destrezas para saber preguntarnos sobre los fenómenos de la naturaleza humana y encontrar respuestas acertadas. Sabemos que estas respuestas necesitan el permanente contraste con la realidad. Sabemos también que el resultado de nuestro esfuerzo investigativo no nos pertenece, sino que forma parte del conocimiento universal. Recordemos que las múltiples tecnologías utilizadas en el descubrimiento de los fenómenos biomédicos tienen un faro, un único destino final: la persona humana.

#### Los primeros pasos de la Biomedicina

La tradición hipocrática constituyó antes de la era Cristiana la única síntesis médica. Según la misma, la terapéutica consistió en imitar la naturaleza y suscitar las defensas espontáneas del terreno orgánico. Estos conceptos biológicos enriquecidos más tarde por los aportes de Galeno

---

\* DR. RAMÓN S. PIEZZI. Profesor Emérito, UNCuyo. Doctor Honoris Causa UNSan Luis. Investigador Superior, CONICET. Director Instituto de Histología y Embriología UNCuyo-CONICET. Director Programa de Doctorado en Biología, UNCuyo (PROBIOL). Ex director fundador del Instituto de Ciencias Básicas (ICB-UNCuyo).  
e-mail: rpiezzi@fcm.uncu.edu.ar

iluminaron la Medicina de la antigüedad y del Renacimiento y siguen aún vigentes. Constituyeron y constituyen actualmente una verdadera interacción entre Biología y Medicina. Hipócrates tuvo una visión que abarcaba un doble enfoque: el clásico de la Medicina, en cuanto a la importancia del terreno –constitución corporal, estado básico y proporción de los humores– y el ecológico, al incorporar su teoría sobre los miasmas. Invito a leer el pensamiento del padre de la Medicina a este respecto en sus escritos: De los aires, aguas y lugares.

Con los avances en el conocimiento de la Biología durante el siglo XIX enriquecidos por la Teoría de la Evolución por la Embriología y por la Microbiología, los investigadores en el área de Ciencias Naturales se han acercado a un entendimiento profundo de las unidades primordiales de la vida. La Genética, acuñada por Mendel en el siglo XIX, permitió que los avances en el terreno de la Medicina centraran su atención, no sólo en las células, sino también en las moléculas. Ello permitió el descubrimiento de la base molecular del cromosoma, explicando desde este alfabeto universal numerosas funciones biológicas.

## **¿Qué es la Biomedicina?**

Resulta imposible separar las Ciencias Básicas Médicas de la Medicina propiamente dicha. La investigación clínica del hombre sano o enfermo necesita el soporte del enfoque básico para lograr un conocimiento completo y profundo. Los aportes brindados por la investigación clínica desde la propia enfermedad del hombre, no pueden aislarse del acontecer básico. El organismo humano al enfermar altera su equilibrio fisiológico y emocional, entrando en juego una serie de variaciones físico-químico-biológicas que deben ser investigadas con las nuevas herramientas que provee la Biomedicina.

Para conocer las características de la enfermedad que aqueja a un paciente el médico utiliza durante la consulta el método clínico tradicional, constituido fundamentalmente por los siguientes pasos: en primer lugar, una descripción ordenada, meticulosa y secuencial de los síntomas y signos que manifiesta el

paciente en la consulta. Esto constituye la historia clínica. En segundo lugar el establecimiento de una relación entre dichos síntomas y signos, a fin de encontrar alguna causalidad entre los mismos y lograr definir uno o más diagnósticos. Finalmente planifica una estrategia terapéutica para resolver con eficacia y en breve tiempo la curación.

En Biomedicina se utilizan métodos que están dirigidos a dilucidar interrogantes que surgen desde la misma práctica médica. En este caso las experiencias se llevan a cabo en animales enteros o en tejidos y células aisladas. El propósito es reproducir o simular enfermedades humanas y conocer las distintas condiciones fisiológicas, patológicas o farmacológicas y los mecanismos de funcionamiento orgánico normal, así como sus alteraciones fisiopatológicas. En realidad son pruebas de aproximación a un mayor entendimiento o clarificación de la enfermedad del hombre. Los investigadores en este campo tienen plena convicción de que la enfermedad humana tiene su propia identidad orgánica y funcional, así como su expresión bio-psico-social. Las pruebas experimentales que se usan en Biomedicina son sólo una aproximación a esa identidad y no una traspolación.

La experimentación básica en animales enteros y también en tejidos y células aisladas ha demostrado históricamente su eficacia para conocer fenómenos y procesos del organismo humano y estrategias de curación. Esta metodología predominante en Biomedicina se la considera hoy esencial en todo tipo de emprendimiento que intente dilucidar el origen de las enfermedades, su etiología, evolución, agentes causantes y o mecanismos de acción de elementos naturales físicos y químicos en distintas condiciones de normalidad y anormalidad.

No se discute ya la enorme importancia que la investigación biomédica tiene y los aportes y beneficios que ha proporcionado y que seguramente seguirá brindando al avance de la Medicina en todos sus frentes. La dilucidación de mecanismos fisiológicos, las variaciones que pueden producirse en ellos por la aplicación de variados diseños experimentales, la incorporación de agentes físicos, químicos o fisicoquímicos, la administración

de fármacos naturales o sintéticos, la respuesta a variaciones fisiológicas o fisiopatológicas, la simulación de patologías, los abordajes quirúrgicos experimentales, etc., nos permiten obtener resultados y conclusiones de trabajo, útiles para una concepción médica con base científica.

La Ciencia Básica Biomédica es en realidad un punto de convergencia de disciplinas biológicas aplicadas a la Medicina. Su objeto es aportar hipótesis, teorías y resultados para conocer con mayor claridad los mecanismos de salud y enfermedad, así como los probables efectos de terapéuticas físicas, farmacológicas y quirúrgicas. En ese sentido la mayoría de las Ciencias Naturales participa en esta convergencia. Disciplinas como Anatomía, Bioquímica, Biofísica, Histología, Embriología, Biología Celular y Molecular, Fisiología, Farmacología, Genética, Microbiología, Parasitología, Neuroendocrinología, Inmunología, Neurociencia, entre otras, contribuyen a dilucidar los grandes interrogantes de la Clínica y la Patología Médicas. No están ausentes en esta convergencia otras como la Matemática, a través de la estadística aplicada y de los modelos matemáticos.

Las Ciencias Biológicas han prestigiado y liderado inicialmente este acercamiento y sustento científico de la Medicina. La Biología ha alcanzado en el mundo y en nuestra región importantes grados de avance. (Allende,1990). Entre los factores que pueden explicar esta situación figuran el acercamiento a los sectores de producción y servicios y el ser puente natural entre las ciencias físico-químicas y el conocimiento de la naturaleza humana.

### **La Biomedicina en nuestro país**

El desarrollo de las Ciencias Biológicas en nuestro país reconoce dos puntos de partida fundamentales que –de algún modo– resumen las perspectivas históricas de la Biología en el contexto internacional. Por un lado debe considerarse el campo de la Biología descriptiva donde tentativamente se incluye la Sistemática, la Anatomía, la Histología y la Embriología, la Paleontología y los correspondientes contextos evolutivos y genéticos. A fines

del siglo XIX y comienzos del XX encuentra entre sus propulsores iniciales a Florentino Ameghino, Eduardo Holmberg y Ángel Gallardo, entre otros connacionales. Ellos sentaron las bases de las cuatro instituciones que consolidaron e impulsaron el estudio en estos aspectos de la Biología: Estos son los museos de La Plata, de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” de Buenos Aires y el Instituto Miguel Lillo de Tucumán. Por otra parte, debe tenerse en cuenta el campo de la Biología cuantitativa y experimental, donde se incluyen la Fisiología, la Bioquímica, la Biología Celular, la Genética y la Biología Molecular. Estas disciplinas fueron indudablemente las más cercanas y vinculadas a la Biomedicina. La Biología Experimental en Argentina encontró su origen indiscutido en la escuela de Fisiología de Bernardo Houssay, premio Nobel de Medicina 1947, otorgado en reconocimiento a los trabajos que sustentaron la Endocrinología moderna. A partir de esta escuela pionera en Argentina se creó la de Bioquímica Experimental, fortalecida por uno de los discípulos de Houssay, el Dr. Federico Leloir, también premio Nobel 1971. Esta escuela se consolidó a través del Instituto de Investigaciones Bioquímicas de la Fundación Campomar. A partir de estas escuelas madres crecieron y se desarrollaron otros centros de investigación en el resto del país.

En nuestra región el desarrollo en este campo del conocimiento ha alcanzado relieve en las Universidades Nacionales de Cuyo y San Luis. Las áreas de morfofisiología y farmacología pertenecientes a la Facultad de Medicina y de Bioquímica y Farmacia, así como los laboratorios del Instituto de Histología y Embriología (IHEM) y del Instituto de Medicina y Biología Experimental (IMBECU), ambos dependientes de Consejo de Investigación Científicas y Técnicas (CONICET), han sido y siguen siendo semillero de investigadores en Biomedicina. No podemos olvidar a los queridos maestros Juan Carlos Fasciolo y Mario Héctor Burgos propulsores entre otros de la biomedicina en Cuyo. El Instituto de Ciencias Básicas (ICB) y el Programa de postgrado en Ciencias Biológicas (PROBIOL), ambos pertenecientes a la Universidad Nacional de Cuyo, han contribuido recientemente al fortalecimiento de esta área, con aportes en la formación y capacitación de recursos humanos.

Como director de numerosas becas y tesis doctorales así como fundador y ex-director del ICB, actual director del PROBIOL y del Instituto de Histología y Embriología de la Universidad Nacional de Cuyo y CONICET, he vivenciado de cerca la tarea formativa del postgrado. He tenido muchas veces la sensación de estar esculpiendo en los jóvenes investigadores los rasgos y actitudes iniciales de futuras esperanzas para la Biomedicina. He sostenido y dado energía al arco-esto es la disciplina y formación del joven investigador –tensándolo suficientemente, a fin de que la flecha lanzada al futuro– esto es el aprendiz-discípulo, encuentre por sí mismo su derrotero y destino definitivo, según la feliz imagen de Kalil Gilbrán.

Hay características negativas en nuestra región que han impedido un desarrollo acelerado y necesario de las Ciencias, especialmente de las Naturales. Entre ellas la falta de conciencia de la sociedad y de sus líderes políticos e incluso académicos sobre el papel fundamental de la Ciencia. Por ello es que los recursos financieros para sostener el crecimiento científico son siempre escasos, el personal humano dedicado es insuficiente, hay deficiencias notables en la infraestructura física, dificultades para incorporar equipos nuevos y para mantener en buen funcionamiento los existentes, pobre información y mecanismos administrativos engorrosos.

### **¿Quiénes investigan en este campo de la Ciencia? Los pasos iniciales**

La necesidad de formar y renovar los recursos humanos en el área de la investigación biomédica y de las ciencias en general está relacionada con las posibilidades de desarrollo de un país. Para ello es indispensable contar con personal idóneo capaz de generar o introducir nuevos conocimientos en el campo de la salud humana. Estas personas son indudablemente los investigadores, cuya formación se constituye en un signo de autonomía intelectual y de liderazgo en la investigación médica. Los títulos de médico, bioquímico, biólogo, farmacéutico, biotecnólogo y licenciado en distintas ramas de las ciencias naturales, constituyen requisito básico para iniciarse como investigador en esta amplia disciplina. Debe complementarse con una

exigencia específica que consiste en una formación adicional y diferente. Esto es, un hábito intelectual y una práctica de trabajo apropiada para la identificación, planteamiento y solución de problemas mediante el método científico. Este constituye el medio más poderoso de avance cultural y técnico en el área biomédica y en las Ciencias Naturales.

La actividad científica –como toda actividad humana– combina el interés individual con el colectivo y conecta la experiencia del pasado y del presente con las visiones del futuro. Existe un fenómeno social de la ciencia (Barber y Hirsh, 1968) que acontece especialmente en el área de las Ciencias Naturales y en Biomedicina: la creciente profesionalización de la investigación. Se trata de un proceso reciente que responde a la demanda exigida por una sociedad local, nacional o internacional, que atribuye a la Medicina un papel fundamental en el logro del alargamiento de la vida, así como su mejor calidad.

La profesionalización a la que hacíamos mención más arriba se inició en América Latina a partir de la década del cuarenta del siglo anterior, acentuándose posteriormente en forma de movimiento generalizado. Se institucionalizó más tarde con la creación de consejos nacionales de investigación, con la instalación de pautas de evaluación y acreditación de las actividades científicas en Universidades e Instituciones académicas y con el incremento del número de investigadores activos en sus respectivas disciplinas. Esta profesionalización significa esencialmente adiestramiento junto a un investigador ya formado mediante el estudio de materias avanzadas; dedicación exclusiva compartida a veces con la docencia y publicación en revistas internacionales.

El desarrollo institucionalizado y profesional de la investigación científica en Argentina tuvo su origen y motor principal en Bernardo Houssay, quien logró estructurar un grupo inicial de política y promoción científica alrededor de la Asociación Argentina para el Progreso de la Ciencia, fundada a fines de 1930. La implementación del régimen de dedicación exclusiva en las universidades nacionales, iniciado en 1920 también con Houssay e implementado definitivamente a partir de 1958, constituyó un elemento

decisivo. También lo fueron la creación del CONICET a fines de la década del cincuenta, contemporánea a la del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), de la Comisión Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. CONICET organizó sus sistemas de becas para la investigación científica y la carrera del Investigador y del personal de apoyo, logrando en muy pocos años la consolidación de la investigación, particularmente a nivel de las universidades nacionales y en algunas otras instituciones privadas.

### **Perfil del joven investigador en Biomedicina**

Se define al investigador científico formado como un individuo que conduce en su país una línea de investigación propia y de la cual se han originado trabajos publicados en revistas de circulación internacional. Tienen además la capacidad de dirigir tesis de postgrado, becas, pasantías y en general asesoramiento y seguimiento de nuevos candidatos para la tarea investigativa.

Para lograr ese nivel de investigador aceptado internacionalmente hay que recorrer un largo camino signado por: esfuerzo, tenacidad, autocrítica, modestia, dedicación exclusiva, capacidad de abstracción, concentración y síntesis; así como ordenamiento de las observaciones, conciencia abierta a nuevos caminos aun cuando contradigan las hipótesis iniciales y, sobre todo, esa virtud tan poco frecuente que es el espíritu de curiosidad. Si a todo esto se agrega la imaginación creadora en la planificación de la investigación y la elegancia en su análisis y publicación, tendremos entonces ciencia de alta calidad. Todo en oposición a la mala ciencia que es una postura estéril, tanto desde el punto de vista teórico como práctico.

### **¿Cómo se investiga en Biomedicina?**

La investigación científica en Biomedicina, así como en el resto de las ciencias, es una actitud mental. Incluye un método científico experimental, el

hábito de aplicarlo sistemáticamente para poner a prueba toda hipótesis o conjetura y la aptitud para plantear problemas, generar hipótesis y diseñar los experimentos capaces de comprobarlos. (Bunge,1981).

Dicho método consiste en:

1) Un examen previo de la “literatura” sobre el problema y/o una lectura de la realidad médico-sanitaria obtenida del entorno regional o nacional. La elección de la temática puede surgir de fuentes teóricas a través de la bibliografía internacional o de la propia realidad médica percibida o registrada en el diario contacto con el enfermo. En ambos casos la búsqueda bibliográfica se dirigirá a la actualización de investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional, sobre todo referidas a los últimos años. La misma debe mostrar claramente que la investigación elegida es original, legitimando de esta manera el esfuerzo a realizar. Pretende incursionar en aspectos creativos, nunca repetir resultados llevados a cabo por otros investigadores. Esta creatividad permite abrir nuevos panoramas, renovados enfoques, hipótesis fascinantes; donde la imaginación constructiva y la chispa genial no están reñidas con el sentido de realidad y de la factibilidad de la propuesta.

2) El establecimiento de hipótesis de trabajo que podrá incluir hipótesis principales y secundarias. Su formulación clara está apoyada en un vasto y profundo conocimiento de los hallazgos y antecedentes de temas desarrollados en otros laboratorios del país o del extranjero. Hipótesis que deben ir acompañadas de objetivos claros y coherentes con la propuesta inicial.

3) El diseño y planificación de los experimentos debe incluir tareas o actividades ejecutables, acompañadas de un cronograma gradual y factible en el tiempo.

4) La organización disciplinada y ordenada de las observaciones y resultados, con el mayor rigor de la descripción fiel y compilación objetiva.

Esta debe ser una tarea fiel a los datos de la realidad, anotadas y tabuladas sin inclusiones interpretativas que falseen la honestidad de la investigación.

5) Los resultados, hallazgos y observaciones deben someterse a pruebas de falsación con la aplicación de técnicas estadísticas adecuadas a fin de establecer cuantitativamente la objetividad de los mismos.

6) La interpretación de resultados y observaciones debe ser contrastada con las publicadas por otros autores, con los cuales se puede acordar o disentir. La investigación debe resaltar los hallazgos creativos que signifiquen nuevos aportes en el conocimiento de la disciplina. A partir de ellos surgen hipótesis que permitirán vislumbrar rutas alternativas para el futuro desarrollo de la disciplina.

7) Las conclusiones deben demostrar una total coherencia entre hipótesis propuestas, resultados y demostración, así como los aportes creativos de la investigación al progreso del conocimiento disciplinario. En todo este proceso hay una ejercitación permanente de la duda metódica, del ensayo-error, de la repetición gradualmente perfeccionada de los experimentos, de la reflexión y discernimiento de los resultados, de la clarificación de las preguntas, de la aparición de nuevas hipótesis, de la búsqueda permanente e inacabada de interrogantes abarcativos, de los nuevos diseños experimentales, y de las contradicciones. El largo camino de la búsqueda creativa de los fenómenos naturales y de mecanismos funcionales que lo rigen está plagado de dificultades, detenimientos, desvíos, distracciones, huellas alternativas, fracasos temporarios, éxitos inmediatos. Sólo una exigente disciplina mental, acompañada de una tenaz voluntad al servicio de la rigurosidad científica permitirá que los jóvenes investigadores puedan gozar, como los esforzados andinistas, la conquista de la cumbre soñada. A sabiendas de que una vez alcanzada la misma, se podrá divisar otras cumbres que aparecen en el horizonte, tan fascinantes como la que se acaba de conquistar. Por ello el joven investigador se verá invadido por la conciencia modesta que surge de la relatividad de nuestros hallazgos. (Piezzi,2000)

Esta disciplina mental cultivada desde mi temprana juventud en las salas universitarias y ejercitada más tarde en las numerosas horas de trabajo manual e intelectual en el laboratorio, me permitieron protagonizar el largo camino desde la investigación básica biomédica a la aplicación de dicho conocimiento.<sup>1</sup>

8) Los frutos de todo avance obtenido por la investigación pertenecen a la humanidad; están por encima de toda propiedad individual y se transforman en patrimonio universal. Es por ello que la comunicación científica es el paso necesario de todo este largo y laborioso método que se inició con una pregunta original y termina con la compilación de una serie de resultados que requieren interpretación coherente y objetiva. La comunicación científica forma parte de la difusión de la actividad que se realiza en el laboratorio. Permite que las propuestas y formulaciones del equipo de investigadores puedan ser expuestas públicamente ante la opinión, comentarios y críticas de los colegas locales y de los miembros de la comunidad científica regional e internacional. La exposición y discusión de los trabajos puede hacerse en forma oral o escrita en reuniones, jornadas y Congresos Científicos, incluyendo la publicación en revistas y libros. De esta manera el trabajo científico se enriquece, consolida, rectifica y se perfecciona en esta etapa de socialización del conocimiento. Para que los hallazgos de valor científico tengan la garantía de una excelente difusión internacional, deben publicarse en revistas de la disciplina con factor internacional de impacto ,esto es, con un control de calidad de su seriedad científica. Este factor se determina por el número de citas realizadas en el mundo por otros investigadores de la especialidad. Los artículos son evaluados sobre las bases de originalidad y validez por árbitros seleccionados a nivel internacional.

---

<sup>1</sup> Como investigador asociado y becario postdoctoral internacional del Massachussets Institute of Technology,USA, participé-allá por el año 1969- con el Dr. Richard Wurtman, mi director de tesis en USA, en investigaciones novedosas e iniciales de los mecanismos de acción de una hormona de la glándula pineal –la melatonina-que interviene en la regulación de los ritmos biológicos y del sueño. Sobre la base de los descubrimientos de la secuencia enzimática de esta hormona (Wurtman, Axelrod y Kelly,1968) descrita por Julius Axelrod, premio Nobel en Medicina y maestro de Wurtman, diseñamos numerosos experimentos que permitieron un conocimiento más profundo de mecanismo de acción (Piezzi y Wurtman,1970). Actualmente se vende como fármaco libre en distintas formas comerciales, habiéndose popularizado su uso para los transtornos del sueño provocados por los viajes interhemisféricos (jet-lag).

He vivido muy de cerca toda esta exigencia cada vez más creciente de la difusión internacionalizada y de los controles de calidad de las publicaciones científicas. Esta vivencia me empujó a fundar, junto con el Dr. Mario Burgos, la revista BIOCELL, publicación científica de reconocimiento internacional y referente iberoamericana en Biomedicina. Como director principal de la misma estoy convencido de este importante paso de la publicación, la etapa donde el conocimiento científico comprobado y evaluado rigurosamente alcanza el nivel de la universalización a través de la publicación indexada.

### **Formación actual en la investigación biomédica**

Lo expuesto anteriormente lleva la dedicación de toda una vida. Se aprende en la práctica y en el quehacer diario. Los cursos facilitan y asesoran indudablemente este aprendizaje, pero no son suficientes. Es en el ámbito del laboratorio, en el entrenamiento permanente, en el diálogo del experimento con la realidad biológica, donde se adquieren las habilidades, aptitudes y destrezas para la investigación en las Ciencias Biomédicas. Los seminarios, coloquios, cursos, pasantías y cualquier otro instrumento didáctico ayudan. Pero la tarea en el laboratorio asesorada y monitoreada personalmente por un director de investigación, beca, o tesis es indispensable. Es, repito, requisito fundamental que el investigador joven realice este entrenamiento al lado de quien ya está familiarizado con el método y haya internalizado el hábito y la idónea aptitud de investigador maduro. Es una revalorización de la relación maestro-discípulo que constituyó la forma de transmisión de conocimientos y destrezas en la antigüedad, desde la Medicina Griega con el maestro Hipócrates.

Esta experiencia valiosa e importante para la formación del investigador joven se lleva a cabo con adecuada eficiencia en el ámbito de una maestría o doctorado. Son programas planificados para impartir una enseñanza gradual y entrenamiento continuo de la Ciencia, fundamental para la iniciación en la investigación. Resulta entonces evidente que la actividad de formación de postgrado tiene una relación estrecha con la investigación que realiza el grupo que la imparte y a su vez, la investigación se relaciona y se evalúa

consecuentemente con la formación de los jóvenes. La actividad de postgrado no es ni puede ser una actividad masiva. Los alumnos deben ser seleccionados en forma estricta y cuidadosa; sólo los más dedicados podrán tener acceso a esta formación superior.

En suma, la forma más eficiente para lograr la capacitación de un investigador apto para las actuales y competitivas exigencias de la Ciencia es inicialmente el fortalecimiento de las actividades de postgrado, con seguimiento permanente de sus alumnos. La formación de los investigadores en la región podrá asegurar la permanencia de los científicos en su propio país, lo que ayudará a identificar problemas y proponer soluciones. Esta actividad no excluye –por el contrario debe alentarse–la realización de entrenamiento posdoctoral en los países en los que el área de interés tenga un desarrollo más avanzado.

### Referencias bibliográficas

- ALLENDE, J.E.: **La Biología como instrumento de desarrollo para América Latina**. Red Latinoamericana de Ciencias Biológicas. RELAB-UNESCO-PDNUD, 1990.
- BARBER, B. Y HIRSCH, W. **The Sociology of Science**. Canadá-Toronto, Ontario-Editorial Collier, MacMillan, 1968.
- BUNGE, M. **La investigación científica. Su estrategia y su filosofía**. Barcelona-Caracas-México, Editorial Ariel, 1981.
- PIEZZI, R.S. Cap.1:*Los desafíos éticos y educativos frente al desarrollo científico-tecnológico*, (pags. 13-27). **Tecnologías y Ciencia en los albores del tercer milenio**. H. Martínez y R.S Piezzi compiladores. Mendoza, Argentina - EDIUNC, 2000.
- WURTMAN, R.J. Axelrod, J., Kelly, D.E.: *The pineal*. New York, Academic Press, 1968.
- PIEZZI, R.S., Wurtman .R.J. *Pituitary serotonin content: Effects of melatonin or deprivation of water*. **Science** 169,285-286,1970.





## Investigación en Biología Celular y Molecular

### Las células y sus moléculas

**Luis Mayorga\***

Es difícil imaginar que tras la inmensa diversidad del mundo biológico subyace una unidad funcional que les es común a todos los seres vivos: la célula; y es todavía más sorprendente descubrir las tremendas similitudes en organización que existe entre todas las células de todos los organismos, desde las bacterias a los humanos. Los descubrimientos que en los últimos años nos han permitido tener una visión –aunque sea rudimentaria– de cómo funcionan las células han tenido un tremendo impacto en los más diversos ámbitos de nuestra sociedad; desde la salud a la producción de alimentos pasando por la criminología y fabricación de armas biológicas. En ciencia, estos conocimientos han venido a consolidar conceptos fundamentales como el de la teoría de la evolución, y han abierto un nuevo mundo de interrogantes al descubrir la increíble complejidad estructural y funcional de una pizca de materia más pequeña que el puntito de una letra i en este libro.

**¿Qué se estudia en Biología Celular y Molecular?** Se trata de entender las bases celulares y moleculares involucradas en el funcionamiento de los seres vivos

Una de las características más generales de los seres vivos es que están formados por células. Muchos de ellos, como bacterias y protistas, están constituidos por una sola célula. No es de extrañar entonces que las funciones celulares estén en la base de muchos fenómenos que son fundamentales para la

---

\* LUIS MAYORGA, doctor en Bioquímica, Profesor Asociado de Biología Celular y Molecular, Facultad de Ciencias Médicas, Investigador Principal de CONICET.  
e-mail: lmayorga@fcm.uncu.edu.ar

vida. Este argumento ha sido el motor principal para el extraordinario avance que ha tenido la Biología Celular: para entender los seres vivos –desde el ser humano a las bacterias– necesitamos entender cómo funciona una célula.

Una dificultad inicial con que se tropieza en esta ciencia es que las células son muy pequeñas y no las podemos ver a simple vista, por lo que se requieren equipos sofisticados como los microscopios, que nos permiten acceder a ese mundo muy pequeño y complejo. El hecho de requerir determinados equipos para poder hacer Biología Celular marca una característica importante para esta ciencia: su avance está íntimamente ligado al desarrollo de nuevas tecnologías que permitan abordar aspectos de la célula que antes estaban ocultos.

Así como todos los organismos vivos están formados por células, todas las células están constituidas por un conjunto de moléculas características. Estas moléculas son principalmente proteínas (como las presentes en la carne), lípidos (como las grasas), carbohidratos (como los azúcares) y ácidos nucleicos (ADN y ARN). Es por esto que la Biología Celular se estudia en conjunto con la Biología Molecular y con la Bioquímica, dos disciplinas que estudian las moléculas de los seres vivos. En realidad la diferenciación entre Biología Molecular (estudios de los ácidos nucleicos) y Bioquímica (estudio de las demás moléculas) es bastante arbitraria y es debida a que los métodos para estudiar los ácidos nucleicos son muy particulares y se desarrollaron hace relativamente pocos años (a partir de mediados del siglo XX), mientras que la Bioquímica tiene una historia más antigua que arranca a mediados del siglo XIX. Hoy en día prácticamente no se habla de procesos celulares sin hacer referencia a los mecanismos moleculares involucrados, por lo que estas disciplinas se han integrado en la Biología Celular y Molecular (BCyM).

Como toda disciplina científica, la BCyM abarca diferentes campos entre los que podemos mencionar la comunicación entre las células o entre la célula y su medio ambiente. Esta parte de la BCyM es fundamental para entender la relación amistosa y cooperativa entre las células, como por ejemplo entre las que forman un tejido, así como la guerra entre las células, como el ataque de

los linfocitos de nuestra sangre a las células cancerosas o de los macrófagos a las bacterias que nos invaden. Los estudios sobre división celular, supervivencia y muerte celular nos ayudan a comprender fenómenos como el cáncer y el envejecimiento. Diferentes líneas de trabajo en BCyM se desarrollan en el Instituto de Histología y Embriología de Mendoza (IHEM) en la Facultad de Ciencias Médicas, tales como biología de las gametas (espermatozoides y ovocitos), relación entre células y parásitos intracelulares, crecimiento celular, contracción muscular y efecto de productos naturales sobre la biología de la célula. En particular mi grupo está interesado en los mecanismos de fusión de membranas celulares. Para dar una idea simple del problema estudiado, recordemos que la célula está rodeada por una membrana y que membranas semejantes rodean a diferentes organelas intracelulares que cumplen funciones específicas como los lisosomas (que es donde se digiere lo que la célula come) y las mitocondrias (que es donde se genera la mayor parte de la energía que necesita la célula). Para que la célula pueda vivir, necesita que exista comunicación entre estos compartimientos, lo que se logra en gran medida mediante procesos de fusión entre organelas. La fusión está muy finamente controlada; si todo se fusionara con todo sería un caos. Nuestro objetivo es estudiar las moléculas, principalmente lípidos y proteínas, que participan en el reconocimiento y fusión entre las membranas.

Finalmente, es importante recordar que el conocimiento en BCyM es fragmentario, a pesar de los tremendos avances logrados en los últimos años. Se estudian los procesos para los cuales se han desarrollado métodos adecuados de abordaje. Por ejemplo, la organización del genoma (el conjunto de información que se guarda en el ADN de un ser vivo) sólo ha podido ser estudiada cuando se optimizaron y automatizaron los métodos para estudiar los ácidos nucleicos y así poder determinar todas las “letras” contenidas en el ADN. Para dar una idea del problema, el genoma humano tiene 3.000.000.000 letras (unos 3000 libros como éste). En una palabra, es mucho más lo que se desconoce que lo que se sabe; sin embargo con lo que se conoce se han podido manipular algunos sistemas biológicos hasta un grado que no era imaginable hace unos pocos años. Como ejemplo podemos mencionar

que se pueden producir las proteínas de un organismo, como el humano, en otros seres vivos, como bacterias, plantas o en la leche de una vaca. La clonación artificial de diversas especies a partir de células obtenidas de animales adultos ha sorprendido a toda la sociedad en los últimos años.

**¿Cómo se razona en Biología Celular y Molecular?** La base es el método hipotético deductivo

Las células son sistemas físico-químicos con características propias y por lo tanto, el marco teórico sobre el que se apoya la BCyM es el aportado por los principios de la Química y de la Física. Sin embargo hay que considerar que las células son sistemas con características muy especiales. i) Existen en determinadas condiciones ambientales (temperatura próxima a la ambiente, presión constante, etc.). ii) Sus moléculas tienen como base la química del carbono. Como dijimos, las células poseen un conjunto de moléculas comunes, como lípidos, proteínas, hidratos de carbono y ácidos nucleicos. Una propiedad que resalta en todas estas moléculas complejas es que se organizan sobre cadenas de átomos de carbono. iii) Las células son sistemas abiertos (intercambian materia y energía con el medio) que se encuentran alejados del equilibrio termodinámico. Esto significa que las células necesitan que se les aporte constantemente materia y energía para mantener su organización. Como analogía pensemos que los seres vivos son como un río; sólo existen si se les aporta agua y un desnivel. iv) Las células son sistemas complejos que no se organizan espontáneamente sino que necesitan contar con información. Esta información está contenida fundamentalmente en el ADN de la célula madre que la pasa a las hijas durante la división.

La BCyM como tal tiene pocos principios propios universalmente aceptados. Uno es que todas las células tienen un origen común, es decir que hubo una célula ancestral de la cual se derivan todos los organismos actuales, desde bacterias a plantas y animales. Este es un principio básico de la Teoría de la Evolución formulado mucho antes de que se desarrollara la BCyM. Sin embargo, es la BCyM la que logró la corroboración más convincente de este

postulado: todas las células, aparte de compartir una base de organización y moléculas comunes, emplean el mismo código genético. Esto último se refiere a cómo se codifica en el ADN la información necesaria para organizar una célula. Pensar que el mismo código apareció en todas las células en forma independiente es como postular que Méjico y Argentina hablan castellano porque este idioma surgió dos veces en forma independiente.

El origen común de las células permite mezclar en BCyM resultados obtenidos con los más diversos tipos celulares. No es extraño comparar los resultados en levaduras con los observados en células animales o vegetales. Se ha mostrado que varios genes humanos pueden suplir genes mutados en mosca, y viceversa. Frecuentemente se observa que una proteína de levaduras puede reemplazar la función de una proteína humana. En nuestro caso particular, las mismas moléculas que participan en fusión de membrana en levaduras se encuentran en células de mamíferos y el proceso es semejante en neuronas, macrófagos y espermatozoides. Esta universalidad de los fenómenos celulares da una dinámica particular a los estudios, tanto experimentales como teóricos. En nuestro grupo estudiamos la fusión de membranas que se produce cuando una bacteria es incorporada dentro de una célula (fagocitosis, un proceso fundamental para defendernos de las infecciones) y cuando el espermatozoide humano secreta el contenido de su acrosoma (fenómeno que es necesario para que pueda fecundar al ovocito). A pesar de las diferencias entre las células y los procesos estudiados, las moléculas involucradas son semejantes y el mecanismo utilizado, análogo.

Otro principio básico en BCyM establece que toda célula proviene de otra célula. Esto es así porque es imposible que se organice algo tan complejo como una célula en forma espontánea, aún contando con todas las moléculas y la energía necesaria. Como ya mencionamos, hace falta información que justamente es lo que provee la célula madre. Pasteur fue quien demostró que no existe generación espontánea de vida en el mundo presente. Este postulado que ha sido verificado a lo largo de muchos años, sin embargo plantea un enigma interesante: si toda célula proviene de otra célula ¿de dónde surgió la célula ancestral que dio origen a todas las que actualmente existen? Esta es

una pregunta todavía sin respuesta. Las células aparecieron en la tierra hace unos 3500 millones de años, unos 1000 millones después de que nuestro planeta se formara. Prigogine y otros han mostrado que el orden (una propiedad fundamental de los seres vivos) puede surgir espontáneamente en sistemas físico-químicos muy alejados del punto de equilibrio, o sea que en principio es posible que un sistema evolucione ganando complejidad y organización, pero poco más es lo que se sabe de cómo se originaron las primeras células y el origen de la vida sigue siendo un misterio sin resolver. Como quiera que sea, en la actualidad no pueden surgir nuevas formas de vida porque todo el gradiente energético que existe en la tierra es utilizado por los organismos vivos ya establecidos.

Las hipótesis en BCyM para explicar un determinado proceso celular generalmente se formulan en base a modelos de interacción entre moléculas donde un factor común son las proteínas. Los modelos pueden tener muy pocos detalles cuando recién se formulan. Puede que no se conozca la naturaleza exacta de los factores involucrados, pero los métodos experimentales son actualmente muy poderosos y se ha podido avanzar en el estudio de la mayoría de los procesos celulares. Para dar una idea de cómo se trabaja, en primer lugar se elige un problema de investigación y se busca un sistema experimental (un tipo celular, un tejido, un animal de experimentación) donde se pueda estudiar el proceso que nos interesa. A partir de lo que se sabe sobre fenómenos análogos en diferentes tipos celulares, se propone un modelo de interacciones moleculares. Luego, se manipula la actividad de los posibles factores involucrados en el proceso de diferentes maneras (se pueden utilizar fármacos, anticuerpos o emplear métodos genéticos) hasta que se observa un efecto de alguno de ellos. Una vez que se identifica un factor involucrado, por ejemplo una proteína, se puede hacer que las células la expresen en gran cantidad, o que no la expresen, o que produzcan un pedazo de la proteína o la proteína alterada por una mutación, hasta definir qué papel juega esta proteína en el proceso estudiado. Una vez que se conoce un factor, se puede ver con qué otras moléculas interactúa y de ese modo se va completando el modelo. A modo de

ejemplo, en nuestro grupo de trabajo hemos hipotetizado que, durante la liberación del contenido del gránulo acrosomal del espermatozoide (proceso que se denomina de secreción o exocitosis) intervienen proteínas semejantes a las que usan las neuronas, tales como SNAP25 (los nombres de las proteínas refieren a cosas muy diferentes; este en particular indica “proteína asociada a sinaptosomas con un peso molecular de 25000 Daltons”). Como esta proteína es inactivada por las toxinas botulínicas, fue relativamente sencillo efectuar una primera prueba de la hipótesis: abrimos poros en la membrana del espermatozoide, introdujimos las toxinas y observamos que la fusión de membranas se inhibió completamente (se cumplió una expectativa o predicción del modelo). Una segunda prueba empleó el siguiente razonamiento: si SNAP25 participara en la secreción, un espermatozoide con un exceso de SNAP25 debe presentar una secreción anormal. Como el espermatozoide no puede sintetizar proteínas (no tiene la maquinaria para ello), en el segundo experimento empezamos por incorporar el gen que codifica SNAP25 humana en bacterias, hicimos que las mismas produjeran gran cantidad de la proteína, luego rompimos las bacterias, purificamos SNAP25 y la introdujimos a nuestros espermatozoides utilizando la misma estrategia de abrir poros en la membrana de esta célula. Observamos que se producían alteraciones en la fusión que concordaban con predicciones de nuestro modelo para un exceso de SNAP25. Mediante razonamientos y experimentos como los descritos, hemos definido hasta ahora el papel de una media docena de proteínas y al presente estamos analizando en qué momento del proceso se requiere cada una de ellas.

Estos modelos de interacción entre moléculas para explicar los procesos celulares se van revisando constantemente, ya sea para ser completados o para demostrar que son falsos o no son universalmente verdaderos sino que son sólo aplicables a algunos tipos celulares. La BCyM es entonces flexible y suelen convivir más de un modelo para el mismo proceso celular esperando que al conocerse más detalles ciertos modelos puedan compatibilizarse y otros sean excluidos.

Como ejemplo de lo flexible que son estos modelos podemos mencionar lo que ocurrió con el llamado Dogma Central de la Biología Molecular. Este dogma hace referencia al flujo de la información en las células, que mediante experimentos muy elegantes se observó que va desde el ADN, que es donde se guarda la información y que tiene capacidad de duplicarse, hacia el ARN mediante el proceso de transcripción y de allí a las proteínas mediante la lectura de la información contenida en el ARN mensajero para codificar la secuencia proteica (proceso de traducción). No mucho después de formulado, se pudo demostrar que este principio era violado por varios sistemas biológicos. Los retrovirus guardan su información como ARN, y mediante una proteína especial (la retrotranscriptasa) la pasan a ADN. Por otra parte, muchas proteínas son capaces de modificar la información contenida en el ADN y en el ARN. No hubo con estos descubrimientos grandes cambios de paradigmas ni graves conflictos. Al entenderse el mecanismo molecular de estas violaciones, todo quedó en paz y el dogma se sigue utilizando, ahora más fortalecido porque entendemos mejor su origen.

**¿Por qué y para qué se estudia BCM?** Todo conocimiento es valioso, pero si es útil es doblemente valioso (al menos así piensan los que financian la ciencia)

La BCyM está en la base de las más diferentes funciones de los seres vivos. Toda la producción de alimentos tanto de origen animal como vegetal se basa en optimizar la reproducción, el desarrollo, la calidad y la sanidad de organismos vivos y por lo tanto es crucial entender los mecanismos celulares y moleculares que gobiernan sus propiedades. La elaboración de alimentos involucra la acción de microorganismos sobre materia prima de origen biológico (por ejemplo, la producción de vino y cerveza). Todos estos procesos pueden ser estudiados a nivel celular y molecular. Nuestro cuerpo está formado por células y por lo tanto nuestra salud o enfermedad dependen de procesos que se estudian a nivel celular. Incluso se utilizan microorganismos para el tratamiento de muchos materiales que no son biológicos, como en la industria minera o para la bio-remediación de suelos en casos de derrames de

petróleo. Por otra parte, los conocimientos en BCyM han dado lugar al surgimiento de toda una nueva rama de la industria, lo que se denominan empresas biotecnológicas cuya característica es que brindan soluciones a diversos problemas utilizando ingeniosas manipulaciones de procesos celulares y moleculares.

El impacto que los conocimientos en BCyM han tendido en los últimos tiempos en grandes áreas de la actividad humana ha hecho que los organismos que financian ciencia otorguen gran importancia a esta disciplina. Es más, la industria, sobre todo la farmacéutica y las empresas biotecnológicas invierten cifras importantes para la investigación en BCyM. La posibilidad de manipular las funciones de los seres vivos otorga un poder al ser humano que no tuvo nunca antes y que puede ser utilizado para beneficio de la humanidad. En contrapartida, este poder mal empleado constituye un peligro latente para todos los seres vivos. Por ejemplo, recordemos que el bioterrorismo tiene una base biotecnológica importante.

Los proyectos de investigación de nuestro laboratorio son financiados por instituciones que apoyan las ciencias biomédicas, entre ellas la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Cuyo, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) y el Instituto Médico Howard Hughes.

**¿Quién investiga en BCyM?** Cualquier profesional con formación en Ciencias Biológicas

Profesionales de distinto origen trabajan en BCyM, como médicos, bioquímicos, veterinarios, agrónomos y biólogos. En tiempos recientes se han incorporado los informáticos. La cantidad aplastante de datos generados por métodos automatizados (como el utilizado para la secuenciación del genoma humano) hace que una de las áreas más activas en este momento sea la de la bioinformática. El investigador en BCyM debe reunir habilidades para el razonamiento teórico y habilidades manuales para realizar experimentos más

o menos complejos. También se requiere flexibilidad para adaptarse a los constantes cambios en la disciplina y hacer un tremendo esfuerzo para mantenerse actualizado frente al diluvio de información que se genera día a día. Como resultado de esto, el trabajo es muy poco rutinario. Constantemente se va cambiando lo que uno hace experimentalmente y los marcos de referencia para razonar. Por otra parte cada vez más se requiere capacidad organizativa, habilidad para comunicar los resultados y obtener fondos para el desarrollo de la investigación, manejo de personal, etc. (cualidades de un ejecutivo de la ciencia).

La responsabilidad del científico en BCyM es, fundamentalmente, generar conocimiento. No hay cuestionamiento ético en ese aspecto. Sin embargo, dado que cada vez más al científico se le paga para que colabore en la aplicación de este conocimiento a la resolución de un problema concreto, va adquiriendo (o debiera adquirir) mayor responsabilidad ética en lo que hace.

Nuestro grupo de trabajo lo forman principalmente Licenciados en Biología, en Biología Molecular o en Química, Bioquímicos y Médicos. Muchos se encuentran haciendo sus estudios de postgrado mientras que otros ya los han finalizado y tienen un título de Doctor en Ciencias. Generalmente participan también alumnos no graduados que hacen su tesis de licenciatura en temas de BCyM y estudiantes de medicina que realizan pasantías cortas.

A modo de resumen, en Biología Celular y Molecular se estudian las interacciones moleculares que explican las funciones celulares de todos los organismos vivos. El avance está muy ligado al desarrollo de nuevos métodos experimentales. El conocimiento es muy dinámico y en los últimos años ha tenido un crecimiento exponencial que ha permitido manipular algunas funciones de los seres vivos a niveles nunca imaginados. Su método de estudio es el hipotético deductivo con fuerte base experimental dado que las moléculas y las células se pueden someter a un sinnúmero de experimentos controlados. Las hipótesis se formulan como modelos de interacciones entre las moléculas de la célula. Los modelos teóricos van creciendo en complejidad a medida que se tienen nuevas evidencias experimentales, y ganan en confiabilidad en tanto

se muestran en células de muy distinto origen. Si bien en BCyM se abordan todos los temas, reciben mayor financiamiento los que persiguen la resolución de problemas de interés práctico. Sin embargo, el camino no es directo y todo problema requiere entender los mecanismos celulares y moleculares involucrados antes de poder dar soluciones, esto hace que la investigación básica siga teniendo mucho impulso. Los investigadores que participan en esta rama de la ciencia deben tener habilidades experimentales y de razonamiento abstracto, deben poder manejar volúmenes grandes de información y deben ser capaces de adaptarse al continuo cambio que sufre la BCyM. Finalmente, como para toda ciencia, el investigador debe tener cierta capacidad gerencial.

## Referencias bibliográficas

- ALBERTS, B., BARY, D., LEWIS, J., RAFF, M., ROBERTS, K., Y WATSON, J.D. (2003) **Biología Molecular de la Célula**. Garland Publishing Inc. London. Libro muy completo y actualizado sobre Biología Celular y Molecular.
- BECKER, W.M., KLEINSMITH, L., AND HARDIN, J. (2000) **The Word of the Cell. The Benjamin/Cummings Publishing Company**. Ofrece un panorama con menos detalles pero más integrado a aspectos físico-químicos de la célula.
- DE ROBERTIS, E., HIB, J., Y PONZIO, R. (2001) **Biología Celular y Molecular de De Robertis**. El Ateneo, Buenos Aires. Libro bastante completo inicialmente escrito por el Dr. Eduardo D. P. De Robertis, un pionero de la Biología Celular en Argentina y continuado por su hijo Eduardo, un científico actualmente con mucho prestigio a nivel mundial.
- KONDEPUDI, D. AND PRIGOGINE, I. (1999) **Modern Thermodynamics: From Heat Engines to Dissipative Structures**, pp. 333–350, Wiley, Chichester. Excelente libro de termodinámica que abarca sistemas fuera del equilibrio y seres vivos.
- LODDISH, H., BERK, A., MATSUDAIRA, P., KAISER, C. A., KRIEGER, M., SCOUT, M. P., ZIPURSKY, S. L., AND DARNELL, J. (2005) **Biología Celular y Molecular**. Editorial Médica Panamericana. Libro muy completo y actualizado sobre Biología Celular y Molecular.
- KARP, G. (2005) **Biología Celular y Molecular. Conceptos y experimentos**. Editorial Mc Graw Hill. Una versión originalmente más modesta que los libros de Alberts y Lodish, pero que ha adquirido muy buen nivel en las últimas ediciones.

<http://web.mit.edu/esgbio/www/chapters.html> Una síntesis bastante dinámica de Biología Celular y Molecular y otros temas

<http://www.hhmi.org/> Ofrece artículos cortos, conferencias, detalles de cómo se investiga en Ciencias Biomédicas y cómo seguir una carrera científica. Es la página web del Instituto Médico Howard Hughes, creado con la fortuna que donó este famoso aviador para apoyar la investigación en medicina.



## Investigación en Física

### Itinerarios de una búsqueda que no cesa

**Manuel Tovar\***

**Armando Fernández Guillermet\*\***

*Dedicado a la memoria del Dr. José Antonio Balseiro, científico reconocido, educador inolvidable y creador del Instituto de Física de Bariloche, donde tantos jóvenes iniciaron su itinerario hacia la Física. Al cumplirse 50 años de vida del Instituto, que hoy lleva su nombre, celebramos con gratitud un legado asociado a la entrega al trabajo y al impulso hacia lo mejor, que nos convoca, inspira y sostiene.*

Cuando nos preguntan por nuestra profesión y decimos ser físicos, a menudo vemos cierto asombro reflejado en la cara de nuestro interlocutor, originado, quizás, en la creencia de que la Física es algo lejano y un tanto inaccesible. La imagen que se tiene de ella es muchas veces árida, poco atractiva y alejada de las experiencias de la vida diaria; así se gesta en las

---

\* MANUEL TOVAR, Licenciado y Doctor en Física del Instituto Balseiro, posdoctorado en el Departamento de Física de la Universidad de California, San Diego. Investigador Principal de CNEA y CONICET en el área de Magnetismo y Materiales Magnéticos del Centro Atómico Bariloche. Profesor titular del Instituto Balseiro y Director del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Cuyo. Profesor invitado en San Diego State University, en la Universidad de Barcelona y en el Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona.  
e-mail: tovar@cab.cnea.gov.ar

\*\* ARMANDO FERNÁNDEZ GUILLERMET, Ingeniero Metalúrgico de la Universidad Católica de Córdoba, PhD y Docent (posdoctorado) en Physical Metallurgy del Royal Institute of Technology de Estocolmo (Suecia). Investigador Principal de CONICET en el área de Termodinámica y Físicoquímica de Sistemas Materiales del Centro Atómico Bariloche. Profesor titular y Vicedirector del Instituto Balseiro responsable del área Ciencias. Editor asociado del Journal of Phase Equilibria and Diffusion. Vicepresidente del Consejo Universitario de Ciencias Exactas y Naturales (CUCEN) de Argentina.  
e-mail: afg@cab.cnea.gov.ar

aulas de la escuela media y a veces perdura en los primeros cursos universitarios. Por esta razón trataremos de brindarte, lector, un panorama de la Física como ciencia y como actividad colectiva de nuestras sociedades, que contribuya a darte una imagen más completa y te invite a investigar en su campo.

En las carreras profesionales, como ingeniería o abogacía, la opción por la investigación la realizan sólo unos pocos egresados o alumnos a punto de graduarse, y a estos potenciales investigadores están dirigidos muchos de los capítulos de este libro. En las Ciencias Básicas, en cambio, la mayor parte de los alumnos tiene en mente la investigación desde los primeros años de su carrera<sup>1</sup>. Por eso destinamos este capítulo a alumnos de los ciclos básicos, pero esperamos que contribuya a inspirar también a quienes, aún recorriendo otros caminos, estén interesados en hacer contacto con la Física.

¿Qué es la Física?, ¿por qué y para qué se investiga en Física?, son algunas de las preguntas que guiaron la construcción de este libro. Un método frecuentemente adoptado al intentar responder estos interrogantes consiste en prestar atención a los orígenes, para identificar los impulsos iniciales, los desafíos y los logros de los pioneros. El mérito de esta aproximación reside, tal vez, en mostrar que lo que hoy concebimos como una disciplina es el resultado de esfuerzos sostenidos, retomados una y otra vez a lo largo de los siglos. Es por ello que en la primera parte de este capítulo presentamos una síntesis de momentos claves en el desarrollo de la Física, no sin antes formular una advertencia. Una aproximación breve como la que sigue es una reconstrucción en la que sólo brilla lo que hoy reconocemos como *triumfos*; y nos deja poco espacio para hacer justicia a lo que se aprendió al recorrer los que hoy consideramos *camino equivocados* y para identificar las barreras conceptuales e instrumentales que se alzaron frente a tantos talentos de valía. Reconocida esta limitación, retornaremos a los orígenes inmemoriales de esta

---

<sup>1</sup> En el ámbito de la Universidad Nacional de Cuyo, el Instituto Balseiro [www.ib.edu.ar](http://www.ib.edu.ar) recibe en su Licenciatura en Física, a alumnos de tercer año de Ciencias Exactas y de Ingeniería de todo el país. La Licenciatura en Ciencias Básicas del Instituto de Ciencias Básicas, [www.uncu.edu.ar](http://www.uncu.edu.ar), tiene un ciclo inicial común de dos años y ciclos orientados en Biología, Física, Matemática o Química a partir del tercer año.

disciplina, para realizar, en las clásicas palabras de Isaac Newton, un recorrido *a hombros de gigantes*. Impulsados e inspirados por la obra de algunos de los héroes de esta ciencia, volveremos luego al presente para destacar algunos rasgos de la Física actual, y finalmente asomarnos a la variedad de caminos que recorreremos quienes investigamos en esta disciplina.

## **Orígenes de la Física: un recorrido “a hombros de gigantes”**

### **La fascinante geometría de los cielos**

En distintas civilizaciones el hombre observó con curiosidad y asombro la Naturaleza, y así descubrió regularidades y relaciones: los movimientos de los astros, las figuras que parecen formar en el cielo, las estaciones del año. Los seres humanos fuimos aprendiendo a establecer conexiones entre los hechos y a descubrir la importancia práctica de poder hacer predicciones sobre el comportamiento futuro de las cosas.

Un área de permanente interés en todas las civilizaciones fue la observación de los fenómenos celestes. El cielo, con sus estrellas moviéndose calmas en un orden aparentemente perfecto, ha cautivado siempre la atención del hombre. Los babilonios ya identificaban, 3000 años antes de Cristo, muchos de los objetos que lo recorren. Pero fue sólo mucho tiempo después, alrededor de 500 años aC, que un grupo de filósofos griegos liderado por Pitágoras, inició la búsqueda de una descripción unificadora del movimiento del Sol, la Luna, las estrellas y los cinco planetas entonces conocidos: Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno. Este intento culminó en una visión de los cielos en la cual las estrellas estaban fijas a una esfera exterior y los demás objetos recorrían órbitas propias, ligados a esferas interiores transparentes. Esta descripción en base a esferas celestes girando alrededor de la Tierra no solamente contenía una concepción centrada en el hombre, sino que explicaba con precisión las observaciones del momento. Se había desarrollado una imagen o, como se dirá, un “modelo” del Universo dotado de sencillez, de simetría y del tipo de belleza geométrica tan cara al espíritu griego.

A medida que las observaciones astronómicas progresaron, se debió recurrir a modelos más complejos para explicar los detalles del movimiento de los planetas. Mientras las estrellas parecían comportarse de acuerdo al modelo creado originalmente, la velocidad de los planetas variaba de acuerdo a la época del año, e incluso éstos acostumbraban dar pasos hacia atrás en sus órbitas. Ante el desafío de explicar este comportamiento, surgió entre los geómetras discípulos de Platón (~427-347aC) una propuesta más elaborada, que continuaba respetando las exigencias de simetría. A diferencia de las estrellas, cada planeta estaba fijo, no a una única esfera, sino a un complejo sistema de esferas centradas en la Tierra, pero con ejes de rotación que no eran coincidentes. Aunque este modelo describía el aparente retroceso de los planetas, no explicaba otro aspecto de las observaciones: el brillo de los planetas era variable durante su trayectoria, y este dato era inconsistente con la premisa de una distancia a la Tierra que permanecía invariable. El deseo de dar cuenta de estos fenómenos condujo a una nueva versión del modelo según la cual los planetas recorren órbitas circulares cuyos centros describen, a su vez, otros círculos alrededor de la Tierra. La explicación de las observaciones era satisfactoria, simétrica y tan simple como era posible conservando a la Tierra como un punto fijo del sistema. Con el correr de los años, y para lograr una reproducción cada vez más fiel de las observaciones celestes, se fueron incorporando elementos adicionales a las órbitas, que constituyeron un modelo que Ptolomeo (85-165 dC) formalizó y puso a prueba con los instrumentos mecánicos a su alcance.

Es interesante mencionar que Aristarco de Samos había propuesto, unos 300 años aC, un modelo heliocéntrico. Sin embargo, éste era menos simétrico alrededor del observador situado en la Tierra y, además, carecía de justificación empírica para la hipótesis de una Tierra en movimiento; por lo tanto este modelo no logró imponerse. Para una mirada acostumbrada a buscar en el pasado anticipaciones del presente sería difícil comprender esta actitud hacia el modelo de Aristarco. De todos modos, puede decirse que esa actitud no contradice la ya tradicional regla metodológica: la descripción preferida de los fenómenos naturales es la más simple capaz de reproducir los datos experimentales.

Diecisiete siglos más tarde, y en el escenario creado por el florecimiento intelectual y artístico del Renacimiento, la rebelión religiosa de Lutero y los viajes de Colón, Nicolás Copérnico (1473-1543) desafió la posición de Ptolomeo, favorecida por el aristotelismo predominante. Volviendo a las fuentes del pensamiento griego acerca de la sencillez y la simetría, retomó las ideas heliocéntricas de Aristarco y mostró que las predicciones de su modelo con órbitas circulares alrededor del Sol eran, al menos, tan consistentes con los datos disponibles como las de Ptolomeo. Lo interesante es que la obra de Copérnico no fue impulsada por mejores observaciones ni por la disponibilidad de instrumentos avanzados. Copérnico reconocía simplemente que no gustaba de las elaboradas y complejas teorías geocéntricas del momento. No eran suficientemente placenteras a la mente puesto que habían perdido buena parte de su simetría y, sobre todo, sencillez. El efecto de la obra de Copérnico podría muy bien describirse como una suerte de “revolución conservadora”, pues se hizo en nombre de ideales estéticos e intelectuales de la antigüedad. Pero en todo caso, lo que más nos interesa destacar en el presente contexto es el rol dinamizador del cambio conceptual: la “revolución” –si se adopta ese lenguaje– reside en cambiar radicalmente la manera de “ver los mismos datos”, es decir, las mismas cosas. Y esto acerca la Física y las demás ciencias a la Filosofía, al Arte y a todas las formas de expresión de la creatividad humana. Los hombres no son receptores pasivos de una realidad, ni se acercan a ella desde una única perspectiva teórica o práctica. Todo lo contrario. Más allá de la necesidad de dominar su entorno para sobrevivir, el hombre ha cultivado la necesidad de asimilar intelectualmente el mundo, de pensarlo y repensarlo, tratando de imaginarlo, adivinarlo y reconocerlo, una y otra vez, en una búsqueda de sentido, belleza y paz.

El interés en lo que hoy denominamos Astronomía creció, y paulatinamente se fueron mejorando los instrumentos y los métodos de observación. Fue el astrónomo Tycho Brahe (1546-1601) quien más contribuyó en este aspecto, a partir de la construcción de un observatorio astronómico con instrumentos cinco veces más precisos que los existentes. Lo interesante es que a pesar de que no se contaba aún con el telescopio, el trabajo de Brahe produjo datos que agudizaron el conflicto – que en realidad

no había desaparecido – entre las predicciones de los dos modelos (tanto el de Ptolomeo como el de Copérnico) y las mediciones.

Otro espíritu que hoy denominaríamos renacentista, Johannes Kepler (1571-1630), era un hombre fascinado por la belleza de la Geometría y por la imagen de un Sol en reposo, fuente del movimiento del universo. Luego de enormes esfuerzos por explicar las observaciones de Tycho Brahe con modelos geométricos, debió aceptar una rotura de la simetría –exigencia metodológica en los tiempos de Platón– e imaginar a la Tierra y los planetas describiendo órbitas elípticas, con el Sol en uno de sus focos y nada en el otro. Galileo Galilei (1564-1642), contemporáneo de Kepler, introdujo el telescopio en la Astronomía y su observación de las fases de Venus –similares a las de la Luna– contribuyó decisivamente a la consolidación del modelo heliocéntrico.

La historia de estos desarrollos ha sido sintetizada por Hobson en un libro de texto para alumnos universitarios de carreras no científicas (Hobson, 1999): La historia de la Astronomía muestra que la ciencia prospera en la creatividad. La creatividad se muestra en las elegantes herramientas de Brahe y las inspiradas teorías de Pitágoras y Kepler. Es uno de los misterios de la naturaleza que estas hermosas invenciones realmente produzcan una imagen consistente del universo. Como Albert Einstein una vez lo expuso: *La cosa más incomprensible acerca del mundo es que es comprensible*. Las ideas de la ciencia no son tanto descubiertas como creadas.

*... Pero la ciencia es más que invenciones elegantes. Las teorías deben estar en acuerdo con los datos. Es la interacción sinérgica de teoría y observación lo que nos lleva a un entendimiento más profundo de la naturaleza... En la ciencia, como en la vida, nosotros aprendemos desde la experiencia y pensando cuidadosamente acerca de nuestras experiencias.*

Para terminar esta sección, ampliaremos una de las referencias de Hobson a Kepler. La historia de sus esfuerzos titánicos por resolver el problema de las trayectorias planetarias ilustra sobre las dificultades humanas para superar

restricciones provenientes de tradiciones culturales. Pero – como se advirtió en la Introducción –debemos estar alertas contra el riesgo de simplificar demasiado. La realidad es que Kepler luchó incansablemente contra esas tradiciones y prejuicios en nombre de otras. Su obra está plena de misticismo, de culto al Sol y tal vez –diríamos con la perspectiva actual– de “pitagorismo”. Pero lejos de descalificar a Kepler como un “auténtico” científico, este hecho nos recuerda algo clave: la ciencia, como las demás obras humanas, no la hacen seres celestiales ni se hace en el vacío. La hacen seres limitados, falibles –a veces dolorosamente falibles– hijos de su tiempo, de su sociedad, de su cultura. Paradójicamente, eso sólo enaltece su obra y sus logros: los “gigantes” de nuestra reseña lo fueron, precisamente, porque no podían dejar de ser hombres.

### **La nueva ciencia del movimiento**

Los experimentos de Galileo no se limitaron a la Astronomía. La importancia de sus estudios sobre el movimiento de los cuerpos en la Tierra no fue menor, ya que con ellos incorporó nuevos elementos a la forma de investigar la Naturaleza. Sin exagerar, podría decirse que nos enseñó la importancia crucial que tiene para la ciencia física el formular preguntas que puedan ser respondidas mediante experimentos. Pero esto que se dice tan simplemente parece haber requerido para desarrollarse, una nueva actitud intelectual, hecha de humildad, disciplina y desconfianza hacia los supuestos saberes que no se someten a prueba en el trato con las cosas. En ese sentido, la vida y la obra de Galileo podrían recordarnos algo muy importante. La “Nueva Ciencia”, de la cual Galileo era a la vez profeta, practicante y defensor, es un producto de al menos dos grandes impulsos culturales de su tiempo: por un lado el impulso teorizante que latía en la cultura de matemáticos y filósofos naturales, y por otro, un impulso firme y revalorizado hacia el dominio práctico de materiales, máquinas y procesos, conquistado poco a poco por el empeño sensato y silencioso de tantos hombres. Ejemplo de ello es el famoso Arsenal de Venecia, dedicado durante décadas a la construcción y equipamiento de barcos con máquinas e instrumentos desarrollados por sus artesanos. Galileo lo

visitaba con frecuencia y allí tuvo contacto íntimo con la tecnología de la época. Buena parte del avance que significó su obra tuvo su origen en la invención práctica, en la incorporación a la tarea científica del telescopio desarrollado y mejorado por artesanos, incluyendo al propio Galileo.

Esa nueva actitud intelectual se refleja en el estilo de indagación de Galileo, su capacidad de concentrarse en un problema a la vez, procurando aislarlo y limitar la influencia de elementos externos que pudiesen oscurecer los hechos considerados principales. Aún hoy admiramos el diseño cuidadoso de sus experimentos, que le permitieron realizar mediciones con una inimaginable precisión. Así estudió el movimiento de caída libre y demostró que cuando la resistencia del aire no es relevante, los cuerpos caen con igual velocidad independientemente de su constitución y peso. También diseñó otro importante experimento, haciendo rodar esferas de metal sobre planos con diferente inclinación y procurando reducir al máximo los efectos de la fricción de las bolas con la superficie del plano.

A partir de sus observaciones, Galileo idealizó el comportamiento para un “caso límite”: en ausencia de fricción y en un plano perfectamente horizontal, una bola inicialmente en movimiento permanecería en ese estado. Esta hipótesis revolucionaria fue luego generalizada por René Descartes (1596-1650) y es conocida hoy como la Ley de la Inercia o Primera ley de Newton, porque él puso esta generalización primera en su listado. En síntesis, Galileo marcó un hito en la manera de hacer ciencia y es considerado por ello el padre de la Física moderna. Con justicia puede decirse que con él nace la Mecánica como una Ciencia Experimental.

Isaac Newton (1642-1726) nació en Inglaterra el mismo año de la muerte de Galileo. A sus trabajos de fines del siglo XVII debemos la comprensión de las leyes de la gravedad y en este marco un cálculo de las órbitas de los planetas. Newton introdujo una noción de ley física más amplia que la de las leyes empíricas de Kepler. Su gran contribución fue la propuesta de leyes generales que unificaron la descripción de la caída de los cuerpos en la superficie terrestre y el movimiento de los planetas y satélites en el espacio. Esto puede considerarse una manifestación de un ideal intelectual que

impregna mucho de lo que se hizo –y se hace– en Física: la búsqueda permanente de leyes que unifiquen descripciones parciales de la realidad. Lo interesante es que ese impulso profundo en la ciencia física puede relacionarse muy bien con el ideal intelectual de los antiguos filósofos griegos. Para ellos, el conocimiento de la Naturaleza no podía ser sino una visión donde “lo múltiple” y “lo diverso” se tornan inteligibles al reconocerlos como manifestación, reflejo o sombra de “lo único” y de “lo mismo”.

Newton, ese espíritu solitario empeñado en tareas inabarcables, introdujo una nueva herramienta matemática, imprescindible para el desarrollo de la ciencia del movimiento: el cálculo infinitesimal. El hecho de poder expresar las ideas físicas utilizando la Matemática produjo un importante avance y la precisión de las predicciones de la “Nueva Ciencia” contribuyeron a transformar la Mecánica newtoniana en el paradigma de una auténtica ciencia. En realidad, la confianza en que la Matemática permite acceder a una comprensión más profunda de los fenómenos naturales parece haber guiado crucialmente no sólo el trabajo de Newton, sino el de Kepler, el de Galileo y el de tantos otros. En las propias palabras de Galileo: *La Matemática es el lenguaje en que la Filosofía está escrita en el gran libro del Universo y las figuras geométricas son sus signos*. ¿En qué se basa esa confianza? ¿Cómo surge ese ideal? Estas preguntas constituyen verdaderos programas de investigación para la Historia de la Ciencia y de las Ideas, de la Psicología y la Sociología. Por nuestra parte podríamos apuntar un hecho significativo que nos muestran las biografías de los científicos, desde Galileo hasta Albert Einstein (1879-1955). Allí encontramos testimonios del impacto intelectual que ejerció sobre ellos el contacto con la Geometría. Es como si esta disciplina, que sin exageración puede considerarse el legado científico mayor del espíritu griego, hubiese seguido inspirando y nutriendo, siglo tras siglo, esos apetitos de claridad y de rigor que nos hemos acostumbrado a identificar con el “espíritu científico”.

## **La Física después de Newton: las otras revoluciones**

Hasta aquí nuestro recorrido “a hombros de gigantes” se ha concentrado en el período de algo menos de dos siglos que se extiende entre la aparición

de la obra de Copérnico, a mediados del siglo XVI, y la publicación de las obras clave de Newton, a fines del siglo XVII y comienzos del XVIII. Es el período al cual hoy se refieren los historiadores como el de la Revolución Científica. En él, como hemos visto, la Astronomía y la Mecánica sufrieron profundas reestructuraciones conceptuales. Un análisis detallado de los procesos de crecimiento del saber y de consolidación de algunas áreas de trabajo como “auténticas” disciplinas científicas exigiría un tratamiento mucho más amplio que el que podemos brindar en el marco de este capítulo. Por ello nos limitaremos a indicar algunas de las etapas claves que caracterizaron la evolución de la Física en los períodos posteriores.

Fenómenos conocidos desde mucho antes, entre ellos los asociados al calor, al magnetismo, a la electricidad y a la afinidad química, comenzaron a ser objeto de estudios sistemáticos. El Electromagnetismo siguió un camino similar al de la Mecánica y quedó completamente formalizado en la segunda mitad del siglo XIX con la obra de James Clerk Maxwell (1831-1879). El problema de la afinidad química, que integraba el programa de investigación que Newton legó a sus seguidores, fue objeto de estudios sistemáticos en el siglo XIX, al consolidarse la denominada “revolución química” asociada tradicionalmente al nombre de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794).

Fue en el estudio de los fenómenos a escala atómica que se vio la necesidad de una revolución conceptual profunda, que tiene sus raíces en la obra de Max Planck (1858-1947). La observación de fenómenos intrínsecamente discretos asociados al movimiento de los electrones alrededor de los núcleos atómicos, y al comportamiento dual de la luz, a veces como una onda y otras como un haz de partículas, llevaron al desarrollo de la Física cuántica durante el primer cuarto del siglo XX. En este marco, la Física y la Química encontraron una descripción común del átomo, de sus componentes y sus enlaces.

Aunque el deseo y la necesidad de asegurar exactitud en la descripción del devenir de los fenómenos físicos constituyeron un ideal perdurable, los desarrollos posteriores a Newton introdujeron alternativas de importancia. La

idea de precisión asociada a una trayectoria de los cuerpos perfectamente determinada por las leyes de la Mecánica clásica perdió posiciones frente a la noción de una “función de onda” que describe su comportamiento en el marco de la Mecánica cuántica, desde un punto de vista probabilístico. Por otra parte, el denominado principio de incerteza, introducido por Werner Heisenberg (1901-1976), estableció un límite a las pretensiones de conocer, con exactitud y simultáneamente, la posición y la velocidad de una partícula y por lo tanto de determinar con precisión su trayectoria futura. Sin embargo, y a pesar de su carácter estadístico, las ideas de la Mecánica cuántica se inscriben en una teoría que no pierde completamente los rasgos deterministas. La evolución temporal de las funciones de onda está determinada por una expresión matemática exacta propuesta por Erwin Schrödinger (1887-1961).

Más recientemente, el estudio del comportamiento de los sistemas en los que participa un conjunto numeroso de elementos que interactúan entre sí, ha estimulado el desarrollo de nuevas descripciones estadísticas. Estos sistemas, a menudo fuera de equilibrio y sometidos a procesos irreversibles, tienen un comportamiento complejo y caótico. El interés en su comprensión está asociado con el problema que suele identificarse como de la “flecha del tiempo”, que alude a la rotura de la simetría entre pasado y futuro, a la direccionalidad de los procesos evolutivos. La simetría temporal es un carácter dominante en las ecuaciones de la Física clásica y está aún presente en la Física cuántica. Al incorporar en su horizonte de indagación las cuestiones asociadas al comportamiento de los sistemas complejos y a los procesos irreversibles que allí tienen lugar, la Física se acerca a las ciencias de la vida, ámbito donde la distinción entre pasado y futuro es insoslayable, donde la evolución tiene un claro y único sentido en el tiempo.

A manera de cierre de esta sección diremos que la evolución ocurrida en la época post-newtoniana muestra a la Física como una disciplina inquieta y expansiva, capaz de desplazarse entre el ideal original de encontrar leyes inmutables y deterministas que gobiernen todos y cada uno de los movimientos en el Universo, y la aspiración de introducir formas de

inteligibilidad en fenómenos cada vez más complejos, incluyendo los fenómenos de la vida. En palabras de un actor clave de esos desarrollos:

*Asistimos al surgimiento de una ciencia que ya no se limita a situaciones simplificadas, idealizadas, mas nos instala frente a la complejidad del mundo real, una ciencia que permite que la creatividad humana se vivencie como la expresión singular de un rasgo fundamental común en todos los niveles de la naturaleza.*  
(Prigogine, 1996)

### **La Física actual: al encuentro de complejidad**

La ciencia es, esencialmente, conocimiento sistemático y corregible de la naturaleza, del hombre y de la sociedad, y resulta de una empresa humana colectiva que ha ido adquiriendo, acumulando, organizando y utilizando este conocimiento. Desde los comienzos hubo, al menos, dos motivaciones extremas para esta actividad. Una, el deseo de conocer los secretos y develar los misterios íntimos de la naturaleza. Otra, la necesidad de utilizar el conocimiento adquirido en la solución de los problemas del hombre. Del primer objetivo se desprendería la denominación de Ciencias Puras, sin contaminación con fines utilitarios; del segundo, la de Ciencias Aplicadas, orientadas al desarrollo de tecnologías o a la resolución de problemas de ingeniería. Sin embargo, esta distinción que puede tener alguna utilidad analítica en estudios históricos o sociológicos de la ciencia del pasado, ha perdido progresivamente su valor como esquema descriptivo de la investigación actual. Las fronteras entre las disciplinas, y entre sus diversas ramas y especializaciones, se desdibujan progresivamente y se tornan más tenues los límites entre la producción “pura” del conocimiento y su “aplicación” a la tecnología y la ingeniería. Metafóricamente, y anticipando algo que desarrollaremos más adelante, diremos que para los habitantes de esta suerte de “nueva república de los saberes” que es la ciencia actual, son cada vez menos importantes los viejos documentos de identidad. Cada vez existen menos controles disciplinares y las antiguas fronteras no hacen sino invitarnos a cruzarlas.

Los campos en los que se desarrolla hoy la investigación en Física son muchos y muy variados<sup>2</sup>; se extiende desde el estudio de las Partículas Elementales, que se concentra en las propiedades fundamentales de la materia, hasta el estudio de los denominados Sistemas Complejos, sistemas fuera de equilibrio cuya problemática es compartida –como se mencionó antes– con otras áreas de la ciencia, tales como la Química, la Biología, la Ecología o la Sociología. Para orientar al lector, y refiriéndonos a los ambientes más cercanos a nuestra experiencia, mencionaremos algunas áreas de trabajo que han tenido, y tienen, un importante impacto en nuestro país.

### **La ciencia de los materiales**

La Ciencia de los Materiales es una disciplina en la que confluyen físicos teóricos y experimentales, químicos, tecnólogos e ingenieros, procurando el desarrollo de aleaciones y compuestos para muy diversas aplicaciones, que van desde la industria aeroespacial hasta los implantes en seres humanos. El objetivo es la caracterización estructural de los materiales, la identificación de sus diferentes fases, y el estudio de sus propiedades mecánicas, eléctricas, magnéticas y termodinámicas. A través de novedosos métodos de síntesis y de tratamientos térmicos, mecánicos y químicos se busca “sintonizar” sus propiedades físicas para adaptarlos a los más diversos requerimientos. Para esto se necesita del esfuerzo conjunto de laboratorios con acceso a variadas técnicas experimentales, e imaginación y capacidad de cálculo para el desarrollo de sofisticados modelos con capacidad predictiva.

Los metales y su tecnología irrumpieron en la actividad del hombre durante la prehistoria y desde entonces no han cesado de ocupar lugares preponderantes en nuestra cultura y tecnología. En nuestro país la Física de Metales y la Metalurgia tuvieron un importante desarrollo en los ‘60 y ‘70, impulsadas por el Dr. Jorge A. Sábato y otros destacados investigadores de la

---

<sup>2</sup> La Asociación Física Argentina, [www.afa.df.ub.ar](http://www.afa.df.ub.ar), nuclea a quienes cultivan la Física. Su página en Internet y las de otras instituciones de Ciencia y Tecnología pueden guiar en la búsqueda de información sobre actividades científicas, eventos y otras novedades.

Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)<sup>3</sup>. El Instituto de Tecnología de la CNEA lleva su nombre en homenaje a la labor pionera de quien fue un inspirado profesor de física con intereses teóricos y epistemológicos, un metalurgista, un tecnólogo, un estudioso de la política y la economía de la ciencia y la tecnología, en fin, un apasionado impulsor del desarrollo, la democracia, la cultura y el debate de ideas.

La fabricación de elementos combustibles para reactores, el desarrollo de aleaciones especiales y elaborados ensayos no destructivos en piezas metálicas son productos de aquel trabajo. Importantes problemas asociados a la siderurgia son estudiados también por la industria privada en instituciones como el Centro de Investigaciones Industriales (CINI) del grupo Techint<sup>4</sup>, dedicado al desarrollo y optimización de nuevos materiales y procesos, y a la capacitación de jóvenes ingenieros y científicos.

## **Los nuevos materiales y la Nanociencia**

Muchos compuestos se agregan día a día a la lista de materiales que utiliza la industria. En el siglo pasado los semiconductores revolucionaron la tecnología y sin ellos no tendríamos los sistemas de información y comunicación que caracterizan el inicio del siglo XXI. En las últimas décadas se han descubierto novedosas propiedades en materiales ya conocidos, el interés y las expectativas despertados a nivel mundial por estos hallazgos tuvieron eco en nuestro país. Varios laboratorios del Centro Atómico Bariloche y de otras instituciones unieron sus esfuerzos para participar activamente en el estudio de los

---

<sup>3</sup> La Comisión Nacional de Energía Atómica, CNEA, impulsa la investigación en diversos campos. Sus laboratorios de Física se ubican en el Departamento de Física del Centro Atómico Bariloche, [www.cab.cnea.gov.ar](http://www.cab.cnea.gov.ar), asociado desde sus inicios al Instituto Balseiro, en el Laboratorio TANDAR, [www.tandar.cnea.gov.ar](http://www.tandar.cnea.gov.ar), y en los Departamentos de Materiales y de Física [www.cnea.gov.ar/cac/materiales](http://www.cnea.gov.ar/cac/materiales), del Centro Atómico Constituyentes, asociados al Instituto de Tecnología Dr. Jorge A. Sábatto, [www.isabato.edu.ar](http://www.isabato.edu.ar), por convenio con la Universidad Nacional de General San Martín.

<sup>4</sup> El Centro de Investigaciones Industriales, CINI, es un instituto de investigación y desarrollo en el área siderúrgica, dependiente de la Fundación para el Desarrollo Tecnológico, FUDETEC, [www.fu-detec.com/intro.asp](http://www.fu-detec.com/intro.asp), creada por el grupo Techint en 1989.

superconductores de alta temperatura crítica, materiales con resistencia eléctrica nula cerca de temperatura ambiente. La aparición en escena de otros fenómenos especiales como la magnetorresistencia colosal, que consiste en una importante respuesta eléctrica a la aplicación de un campo magnético, ha mantenido activa la búsqueda de nuevos materiales y nuevas aplicaciones, incentivando el desarrollo de nuevos modelos teóricos que expliquen su comportamiento.

Un capítulo especial de la Ciencia de Materiales, hoy en pleno desarrollo, está asociado a la Nanociencia y la Nanotecnología<sup>5</sup>. Estas subdisciplinas estudian los materiales cuya estructura tiene variaciones en la escala de los nanómetros ( $10^{-9}$  m), que equivale en tamaño al de unas pocas decenas de distancias interatómicas. La Física y la Química de estos materiales tienen un comportamiento muy especial en esta escala y las técnicas actuales de manipulación de átomos y moléculas permiten el diseño de nuevos materiales para aplicaciones muy variadas. Cerca de 300 investigadores del país trabajan en esta área y al menos dos redes nacionales están en formación, procurando fortalecer la cooperación entre los grupos de investigación.

## La Física Nuclear

La Física Nuclear constituye otro ejemplo interesante por el impacto que ha tenido tanto en el campo científico como en aspectos de la vida cotidiana. La CNEA lideró este campo en la Argentina, construyendo aceleradores de partículas como el TANDAR con el objeto de estudiar propiedades fundamentales de los núcleos atómicos, y reactores experimentales para enseñanza e investigación junto con INVAP<sup>6</sup>. Resultados importantes de esta actividad son: la producción de radioisótopos para tratamientos médicos, y el diseño y construcción de equipamiento para el uso de radiaciones en estudios

---

<sup>5</sup> El Centro de Nanociencia y Nanotecnología, CNN, es una iniciativa de investigadores de CNEA; la página [www.cab.cnea.gov.ar/nano](http://www.cab.cnea.gov.ar/nano) brinda información interesante sobre los temas del área.

<sup>6</sup> Investigaciones Aplicadas SE, INVAP, [www.invap.com.ar](http://www.invap.com.ar), es una empresa de base tecnológica creada por un convenio entre la CNEA y el Gobierno de la Provincia de Río Negro; desarrolla importantes tareas tecnológicas en los campos nuclear y aeroespacial.

de Biología y Medicina. En nuestro medio la Fundación Escuela de Medicina Nuclear FUESMEN<sup>7</sup> es un centro de aplicaciones médicas en el que se aúnan esfuerzos destinados a ofrecer servicios de vanguardia en el diagnóstico por imagen y tratamiento a través de la medicina nuclear. El Instituto Balseiro incluye, en su variada oferta académica, una carrera de Maestría en Física Médica que prepara profesionales para esta actividad interdisciplinaria.

### **El estudio de los rayos cósmicos**

El Observatorio Pierre Auger<sup>8</sup> es un proyecto asociativo a nivel internacional, concebido por el ganador del Premio Nobel James Cronin de la Universidad de Chicago, junto a Alan Watson de la Universidad de Leeds (GB). En este proyecto se unen los intereses de alrededor de 370 investigadores pertenecientes a más de 60 instituciones de 16 países; cinco de ellas son argentinas. La misión del Observatorio es estudiar los rayos cósmicos, partículas cargadas que “llueven” sobre la Tierra en forma permanente. Muchas de ellas son núcleos de átomos o electrones que tienen su origen dentro de nuestra galaxia y la comunidad científica tiene propuestas plausibles que intentan explicar los mecanismos que las aceleran. Sin embargo, otras partículas tienen una energía extremadamente alta, millones de veces más alta que las aceleradas en los grandes laboratorios terrestres. Su origen, presumiblemente muy remoto, se desconoce totalmente. Por otra parte, el número de estas partículas es sumamente reducido, ya que llega a la Tierra una o menos por año y por km<sup>2</sup>. El principal objetivo del proyecto es lograr datos estadísticos suficientes sobre los rayos cósmicos ultra-energéticos, que permitan comenzar a comprender su origen y contribuyan así a dilucidar uno de los misterios del universo en que

---

<sup>7</sup> La Fundación Escuela de Medicina Nuclear, FUESMEN, [www.fuesmen.edu.ar](http://www.fuesmen.edu.ar), es un emprendimiento conjunto de la Universidad Nacional de Cuyo, la CNEA y el Gobierno de la Provincia de Mendoza.

<sup>8</sup> El Observatorio Pierre Auger [www.auger.org](http://www.auger.org) y [www.auger.org.ar](http://www.auger.org.ar) tiene su sede en el departamento de Malargüe, al sur de la provincia de Mendoza. Se ha propuesto extenderlo construyendo un observatorio similar en el hemisferio norte.

vivimos. El Observatorio Auger está instalado en la provincia de Mendoza y en él se está construyendo una red de 1600 detectores diseñados especialmente; de ellos mil están en funcionamiento y ya brindan datos a los investigadores. Cada uno de los detectores contiene 12000 litros de agua ultra pura y en su conjunto cubrirán una superficie de 3000 km<sup>2</sup>. Por su envergadura, éste es uno de los emprendimientos en ciencia básica más importantes en la historia de nuestro país.

### **Se hace camino al andar... también en Física**

La investigación en Física es desarrollada por quienes nos identificamos como físicos, mayoritariamente egresados de carreras de Licenciatura y Doctorado en Física. Nos iniciamos en la investigación durante la carrera de grado a través de los llamados Trabajos Especiales o Tesinas de Licenciatura, incorporándonos a un grupo de investigación, teórico o experimental, y trabajando durante algunos meses bajo la dirección de un investigador experimentado. En Física, como en otras disciplinas consideradas básicas, es ya práctica usual que los estudios de grado se continúen en un doctorado, sin solución de continuidad. En algunos casos, los licenciados profundizan sus estudios en carreras de maestría asociadas a un campo específico, antes de incorporarse a una carrera de doctorado. Por otra parte, se va imponiendo poco a poco la recomendación de realizar, después del doctorado, una estadía posdoctoral en otro centro de investigación antes de ocupar una posición más o menos permanente en universidades o instituciones de ciencia y tecnología. Un importante objetivo de esta etapa de formación es ampliar la visión que el joven investigador tiene de su propia disciplina y del mundo que lo rodea, enriqueciendo así su patrimonio cultural, académico y científico.

Sin embargo, el camino lineal descrito no es el único posible. Químicos e ingenieros de distintas especialidades, entre otros profesionales, se suman al quehacer de la investigación en Física. Lo hacen en áreas de contacto interdisciplinar como por ejemplo la Ciencia de Materiales, la Física Tecnológica, la Física Médica o la Física Forense. A su vez, muchos físicos

(90% en los EEUU de Norteamérica) incursionan en áreas afines, utilizando los conocimientos y sobre todo las múltiples capacidades adquiridas y desarrolladas durante sus estudios universitarios e incluso en su vida profesional.

Es interesante enfatizar que estas derivas transdisciplinares no son exclusivas de nuestro tiempo. Por el contrario, estuvieron siempre presentes en el desarrollo de la ciencia. Entre los inmensos legados culturales de los antiguos griegos contamos la convicción de que la empresa del saber es esencialmente una. Miembro ilustre de la comunidad de buscadores de verdades, Isaac Newton, dedicó gran parte de su tiempo a la alquimia, a la teología y a la historia de las religiones. Thomas Young (1773-1829) era médico y dedicó su talento a actividades tan variadas como la fisiología, la óptica y la acústica. Estudió los mecanismos de la vista y el oído y a partir de allí hizo importantes contribuciones a la Física. Dominaba varios idiomas y utilizó sus conocimientos para descifrar jeroglíficos egipcios. Josiah Williard Gibbs (1839-1903) obtuvo el primer título de Doctor en Ingeniería de los EEUU de Norteamérica por sus trabajos sobre la forma de los dientes en los engranajes y llegó a patentar un freno para ferrocarril. Lo interesante es que este hombre notable ocupó la primera cátedra de Física Matemática fundada en Yale, y hoy es conocido principalmente por sus contribuciones a la Termodinámica y a la Mecánica Estadística. Michael Faraday (1791-1867), que se inició como aprendiz de un encuadernador, comenzó su carrera científica al ingresar accidentalmente como ayudante de laboratorio del famoso químico Humphry Davy (1778-1829). Descubrió el benceno y otros compuestos orgánicos, ideó un método para licuar gases someténdolos a presión y fue el primero en obtener temperaturas bajo cero en la escala Fahrenheit. En 1824 ingresó a la Royal Society y continuó la obra de Davy en electroquímica trabajando en lo que denominó electrólisis. Sus contribuciones, junto a las de Maxwell, se consideran hoy fundamentales para la comprensión de los fenómenos electromagnéticos.

Concluiremos esta referencia a la trayectoria de este inolvidable hombre de ciencia destacando un importante rasgo ético de su personalidad. Michael Faraday, el otrora aprendiz de encuadernador, supo renunciar a honores, y pudo decir no. Cuando le fue ofrecida la presidencia de la Royal Society,

Faraday declinó el honor, y lo mismo hizo frente a la posibilidad de ser nombrado caballero. En 1850, durante la Guerra de Crimea, el gobierno británico le consultó acerca de la posibilidad de producir gas venenoso en cantidades suficientes para ser usado en el campo de batalla, ofreciéndole la dirección de la tarea. Él contestó que el proyecto era factible, pero se negó a tener algo que ver con el mismo. Estos hechos nos llevan a reflexionar acerca de la “dura competencia” y del “llegar a cualquier costo”, matices que a veces emergen asociados a la idea de “una carrera exitosa” en los complejos escenarios laborales de la sociedad actual.

## **Epílogo**

Hemos llegado al final de este capítulo, que tuvo para nosotros el carácter de un viaje al pasado, un encuentro imaginario con los hombres que contribuyeron al crecimiento de esta disciplina, y un regreso al presente rico de posibilidades para quien desea investigar en Física. Intentamos mostrar con unos pocos ejemplos, la manera en que tantos espíritus singulares se acercaron a la investigación en Física recorriendo caminos diversos. Ellos enriquecieron esta disciplina con el tesoro de su amplitud de pensamiento, de sus experiencias, y la solidez de un saber que tuvo que ser construido, diríamos conquistado palmo a palmo como en las míticas batallas de la humanidad.

Este recorrido simbólico llega ahora al único punto a donde pueden conducirnos las búsquedas genuinas de saber y verdad. Nuestro peregrinaje nos deja a las puertas de un espacio que le pertenece por completo, querido lector. Nos referimos al territorio misterioso del pensar y el sentir personal donde se mezclan y se separan, se confunden y se aclaran, se exploran, se abandonan y se retoman, las posibles opciones vocacionales, los proyectos y apuestas sobre los que se puede fundar una vida. Por ello estas palabras finales sólo pueden tener el tono del afecto, del respeto y la esperanza; sí, la esperanza de haber inspirado y de haber entusiasmado. En fin, ¿qué cosa más grande podemos ambicionar como resultado de estas palabras? La esperanza de haber mostrado

que son muchos los caminos que llevan a esta actividad única, muchas las formas de introducirse en la maravilla de este mundo singular donde conviven ciencia, pasión y juego.

### **Referencias bibliográficas**

- HOBSON A., **Physics, concepts and connections**. New Jersey, Prentice Hall, 1999.  
PRIGOGINE I., **El Fin de las Certidumbres**. Santiago de Chile, Ed. Andrés Bello, 1996.



## **II- La complejidad de las sociedades**





## Investigación en Epistemología

### La pesquisa epistemológica como investigación intrateórica

**Roberto A. Follari\***

La teoría tiene mala prensa. Se la suele imaginar como mera palabrería vacua, y también como si fuera “lo contrario” de los hechos. Es un craso error: la epistemología demuestra que la teoría es la acompañante necesaria de cualquier recopilación empírica, de modo que ella es el supuesto al cual hay que apelar para ordenar cualquier búsqueda de datos que se haga en una investigación.

No hay, por tanto, nada de avergonzante en asumir que la investigación en el campo de la Epistemología es una investigación predominantemente –y a menudo exclusivamente– de corte TEÓRICO. Lo cual además no es raro en absoluto, si se piensa que la Epistemología puede entenderse como una rama de la Filosofía dedicada al análisis del conocimiento sistemático, especialmente del científico.

Es de subrayar que lo epistemológico no es científico en sí mismo, sino que la ciencia es aquello a lo que analiza. Y lo hace desde el punto de vista de criterios que no pueden ser ellos mismos científicos (lo cual sería un contrasentido, ya que haría equivalentes a los criterios de explicación con aquello que se explica), sino de orden filosófico. Y como es por demás conocido, si bien actualmente la filosofía se hace cargo de los conocimientos científicos y no puede pensar al margen de ellos, finalmente tiene que operar por vía argumentativa, por vía de la pura apelación a la razón y al convencimiento.

---

\* Lic. y Dr. en Psicología - Prof. titular de Epistemología de las Cs Sociales, Fac. de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional de Cuyo. Investigador categoría 1 del Sistema Nacional de Incentivos. e-mail: rfollari@fcq.uncu.edu.ar

## ¿Qué se investiga en esta disciplina?

Podríamos decir que existe una especie de Epistemología general (que resulta casi equivalente a la Filosofía de la ciencia), a la vez que un campo de Epistemología aplicada.

En el primer espacio se discuten los grandes temas relativos al conocimiento, por ejemplo la relación entre la representación mental y la realidad. ¿Lo que vemos es realmente como lo vemos? ¿Cómo sería el mundo para un ser no-humano, digamos Dios –al margen de que creamos o no en su existencia–? Temática clásica de la Filosofía, su resolución taxativa e inequívoca es imposible, de modo que nos acompañará mientras exista la especie sobre la Tierra. No cabe dar respuestas únicas y finales, pero sí hacer aproximaciones plausibles, como sucede con la mayoría de las cuestiones epistemológicas.

El problema de qué es la realidad, e incluso de una pregunta algo más extraña, de si ella existe fuera de la mente de quienes la conocemos, forma parte también de las cuestiones epistemológicas centrales. Ello sería una pregunta en el orden ontológico, es decir, en el referido a qué son los hechos y las cosas, y cuál es su efectiva entidad.

También aparecen ligados problemas de Lógica, aun cuando esta disciplina tenga su autonomía. La Lógica es una ciencia (ya que supone criterios fuertes de decisión en cuanto a la validez de sus afirmaciones) que trata sobre los procesos del pensamiento, al margen de los contenidos específicos de éstos. Por ej., si yo digo que *todos los hombres son tigres*; sé que *Pedro es hombre*, y por ello *Pedro es un tigre*, el razonamiento lógico es correcto. Lo que está errado es el contenido de la premisa –los hombres no son tigres–, pero el procedimiento lógico es, sin embargo, acertado. En cualquier ciencia se requiere un uso ajustado de la inferencia lógica (aun cuando existan lógicas diversas; en el caso de las llamadas intencionales, no trabajan con agrupaciones de casos en clases, como sí lo hace la lógica más tradicional).

Además de lo ontológico y lo lógico, en la investigación epistemológica se discute sobre criterios generales de constitución y aceptabilidad de teorías

científicas. Es decir: se busca establecer por qué una disciplina es científica y otra no. Por ejemplo, qué diferencia a las ciencias mayoritaria o universalmente aceptadas, de propuestas como la Astrología. A la vez, se establecen distinciones aún más sutiles: dentro de una ciencia legitimada como tal, puede haber teorías que se presentan como científicas, pero no cubren los requisitos necesarios para ser tales. Por ej., para una Epistemología como la de Bachelard (Bachelard, 1979), el *behaviorismo* (teoría psicológica que trabaja sólo con lo que se puede observar de los sujetos, con su “conducta”) no es una teoría realmente científica, por no poseer la suficiente distancia de abstracción para con la observación y el sentido común.

Por cierto que la lucha por establecer estos criterios generales respecto de qué es una buena teoría científica es muy fuerte, y el campo epistemológico se muestra así como un espacio altamente conflictivo, donde diversas posturas están en pugna constante, y donde no hay modo alguno de cerrar la discusión con alguna posición que apareciera como incuestionablemente “demostrada”; ya que, como dijimos, en Epistemología se argumenta, pero no se DEMUESTRA en el sentido de la apelación a los hechos con que lo hacen las ciencias (apelación que en las ciencias mismas es fuertemente problemática, cuestión compleja que no podemos tratar aquí). (Quine, 1986)

En las últimas décadas esta reflexión EPISTEMOLÓGICO-GENERAL derivó en buena medida hacia la Sociología de la ciencia, en cuanto a mostrar cuáles son las condiciones sociales que llevan a que una teoría sea aceptada como válida, o en cambio sea rechazada. De modo que en la actual producción sobre estas cuestiones, ha alcanzado peso la idea de que no hay principios apriorísticos o universales que determinen qué es lo aceptable científicamente, sino más bien se impone la noción de que estos criterios son relativos y variables, y que lo decisivo sería determinar cuáles condiciones sociales son las que operan para que se legitimen en cierto momento unos y no otros. (Woolgar, 1994)

Hasta aquí lo que podríamos llamar EPISTEMOLOGÍA GENERAL, sucintamente expuesto. A partir de ella, en la EPISTEMOLOGÍA APLICADA podemos encontrar campos de problemas muy diversificados. Desde la discusión sobre el valor

y/o aceptabilidad de determinadas teorías dentro de una disciplina (polémicas que suelen ser muy vivas, pongamos por ej. en la Sociología o la Antropología), a la relación de homología y/o de ruptura entre Ciencias físico-naturales y Ciencias sociales (las cuales podríamos decir que responden a modelos explicativos diferentes, pero al interior de algunas exigencias epistémicas que son comunes), hasta la discusión de si existen ciertas disciplinas como específicas entidades de conocimiento, al margen de su existencia como institucionalidad social (es decir: ¿es la Psicología una ciencia con un mínimo de unidad, o más bien un archipiélago de teorías mutuamente ajenas por completo, sólo reunidas por las facultades donde se enseña Psicología? Y la Sociología, ¿en qué situación se encuentra al respecto?). (Braunstein et al., 1978; Alexander, 1990)

Por supuesto no pretendimos ser exhaustivos, simplemente hemos recorrido algunos de los puntos principales de análisis de lo epistemológico en el presente.

### **¿Cómo investigar?**

Los estilos e improntas de investigación son muy diversos, no sólo por las diferencias personales entre los investigadores, sino principalmente por las disímiles tomas de posición existentes al interior de la Epistemología (neopositivistas, popperianos, kuhnianos, neokuhnianos entre otros, cuyas posiciones no podemos desarrollar aquí). (Chalmers, 1987)

En algunos casos se trata de ubicarse en el plano de la Epistemología general. Allí, o se apela al formalismo lógico (es decir, a qué características formales debiera tener una teoría para ser admisible), o a criterios más generales de aceptabilidad (p.ej., abstracción y alejamiento de la representación por parte de la teoría, como quería Bachelard), o en cambio se trabaja sobre ejemplos y argumentos en torno de la ciencia desde el punto de vista de su constitución social y de sus relaciones con dicha inscripción, según el legado kuhniano. (Kuhn, 1980; Prego, 1992)

En los casos de la Epistemología aplicada, se discute cuestiones de fuerte compromiso en cuanto a la producción científica efectiva. Por ej., si la interdisciplina es admisible o no, y si lo es, bajo qué criterios; cuál es la relación a establecer entre ciencia básica y aplicada, o a la vez entre ciencia y tecnología. También, qué tipo de modelo explicativo es lícito para las ciencias sociales (ya que desde las físico-naturales a menudo se rechaza a éstas. Por ej., a partir de que un físico estadounidense –de apellido Sokal– mostró errores en autores de ciencias sociales hacia 1997, se desató una agria polémica a la que se ha denominado “guerra de las ciencias”). (Follari, 2000)

A su vez, aquí ganan espacio cuestiones como los usos sociales de las ciencias, su relación con la ideología y la política, las tendencias más fuertes según hegemonías económicas, etc.

Para todo este tipo de temas, la agenda es muy abierta y las formas de trabajo, muy diversas. Pero queda claro que en estos casos sí se apela a ejemplos concretos, casos históricos o recientes, estadísticas y datos varios. La Epistemología aplicada tiene raíces en la filosofía, pero sus efectos van directamente sobre lo social-real, de modo que allí las modalidades de investigación a menudo dejan lo estrictamente filosófico para mezclarse con lo empírico –lo que refiere a datos–, o al menos para trabajar sobre las peripecias concretas que se dan en el uso y la aplicación concretos de las teorías.

### **¿Para qué investigar?**

La Epistemología es necesariamente polémica, dado que sirve a legitimar o deslegitimar posiciones, asumiéndolas como científicas, o desechándolas como que no lo son. En este campo de controversias, en primer lugar aparecen los temas de Epistemología general (universalismo o relativismo, realismo o fenomenalismo –es decir, si se capta la realidad o sólo imágenes cuya valor de realidad no conocemos–, causas externas o internas para explicar el cambio de teorías en las ciencias, continuidad o discontinuidad entre teorías sucesivas, comparabilidad entre éstas o imposibilidad de establecerla, la ciencia entendida como acceso objetivo a la realidad o como un específico sistema de creencias, etc.).

Por otra parte, aún más controversiales –por la cantidad de actores que involucran– se vuelven los temas de Epistemología aplicada. Allí se busca imponer criterios dentro de debates en acto, y por ello la Epistemología aparece casi como arma de combate. Por ej., en la discusión de si las ciencias sociales son o no deficitarias en su(s) modelo(s) de explicación, según pretenden ciertos filósofos cercanos a las ciencias físico-naturales (cabe señalar que hay otros, como Prigogyne, fallecido premio Nobel de Física, que pensaba que las ciencias sociales eran el modelo a seguir para las físico-naturales) (Prigogyne, 1993). O la cuestión de qué tipo de conocimiento debe producirse, si insistir sólo en el aplicado –como hoy se sostiene con notorio exceso–, o si hay lugar para el conocimiento básico, y en ese caso cuál es. También el tema hoy bastante trivializado de la cuestión interdisciplinar, y sus criterios de constitución y de validación (Piaget, 1975; Follari, 1982). O la inagotable polémica sobre cuáles teorías son aceptables dentro de una disciplina determinada (p.ej., los problemas para separar la especulación de aquella teoría que tenga afirmación empírica en la macrofísica actual, para cuestiones como la de los agujeros negros; o la discusión de si el psicoanálisis es propiamente científico –hoy ya un tanto anacrónica–, o sobre cuál es el status de científicidad adscribible al marxismo, o a la teoría neoliberal en Economía, etc.).

El “para qué” de estas investigaciones es definitivamente claro: para dar batalla en la polémica sobre qué ciencia queremos, cuál es su rol en la sociedad actual, qué criterios la hacen socialmente aceptable. Como se ve, lo epistemológico puede ser muy abstracto en sus desarrollos, pero es fuertemente concreto en sus efectos y aplicaciones.

### **¿Quién investiga?**

Cada vez más son equipos, y no autores individuales, lo que patentiza un avance en dirección a lo ideal, pues lo epistemológico debiera ser propiamente interdisciplinar. Ello, porque requiere inevitablemente de los expertos en Filosofía y teoría del conocimiento, pero también implica conocer las diversas ciencias respecto de las que se haga análisis. Y hoy en

día el conocimiento es suficientemente complejo como para que nadie pueda conocer a fondo varias disciplinas a la vez, mientras la cantidad de especializaciones crece, y las tradiciones y lenguajes diferenciados para cada una de ellas también.

De modo que sólo con equipos provenientes de formación diversa podrían darse las condiciones óptimas de investigación. Por supuesto, ello no impide que continúen existiendo investigadores individuales, o equipos monodisciplinarios, p.ej, donde son todos filósofos o todos físicos. En este último caso se enriquece la comunicación y el entendimiento interno del grupo, pero se empobrece su capacidad para entender condiciones diferentes a las de su propia disciplina de formación.

Los filósofos predominan en el campo, pero hay también físicos, biólogos, etc. En todo caso, en tanto se trata de un espacio especialmente agónico (en el sentido de que implica puntos de vista diferentes, y a menudo enfrentados) se requiere liderazgos fuertes en los equipos. Generalmente, se conoce qué posición tiene el director de uno de éstos; y quienes formen parte de ese grupo, quedarán inevitablemente involucrados en las batallas y polémicas explícitas o implícitas a que dé lugar la obra producida.

### **Mi experiencia como investigador**

Llevo muchos años como investigador y director de equipo en temas relacionados con Epistemología. En la mayoría de los casos, se trata de Epistemología aplicada. Mi interés se encuentra en la investigación sustantiva (es decir, en la investigación científica misma, la que se realiza en Ciencias Sociales), por lo cual los temas que he trabajado se relacionan con la validez epistémica (y también con la posición ideológica, tema que es socio-epistemológico) de ciertos desarrollos que alcanzan peso en dichas disciplinas.

## ¿Qué investigar?

Hay quien diría que los temas lo eligen a uno, más que uno elegir los temas. En gran medida es así: los temas relevantes aparecen en el *menú* de las discusiones que tienen lugar en la llamada “comunidad científica” (la cual tiene poco de “comunidad”, dado sus niveles de competencia interna); uno encuentra que existen ciertos temas que son tomados por válidos, ciertas perspectivas que en algún momento se hacen dominantes, y por sí mismos estos tópicos se establecen como los que vale la pena profundizar o discutir.

En todo caso, a la hora de elegir entre aquellos puntos diversos que aparecen con relevancia, en mi caso se trata de articular un par de criterios que no necesariamente son convergentes: 1. Que la cuestión tenga pertinencia académica, en cuanto a que sea suficientemente importante dentro de lo que se discute en ciencias sociales, y por ello en cuanto a la legitimación epistemológica que se le otorgue. A su vez, que no esté ya desarrollada en sus consecuencias epistemológicas; o que si lo está, no lo sea por un desarrollo suficientemente convincente, de modo que el trabajo que realicemos no resulte una simple superposición de lo que ya otros hubieran realizado; 2. Que la temática guarde relevancia social en cuanto a sus efectos. Es decir, que sea socialmente importante, lo cual es muy diferente de decir que sea socialmente comprensible para cualquiera. Una vacuna es socialmente decisiva, pero difícilmente la mayoría de la población comprenda los procesos biológicos presentes en su construcción; homológamente, cuando señalamos que algo debe ser socialmente relevante, de ningún modo sugerimos que debe ser siempre comprensible para el lector no especializado (supuesto hoy largamente expuesto por cierto periodismo ligero, el cual confunde compromiso social de la investigación con populismo escritural y simplismo conceptual).

Por supuesto no siempre se encuentra temas que conjuguen ambos criterios a la vez y con la más alta intensidad; pero la búsqueda es que los dos requisitos aparezcan atendidos, y que aquél que lo fuera menos, resulte presente siquiera en un nivel intermedio. Pero pertinencia académica sin relevancia social, o sólo esta última sin la primera, me resultan insuficientes para hacer admisible un tema.

## ¿Cómo investigar?

No hay método canónico o universal; y el método dependerá siempre de las específicas cualidades de una temática de investigación. En todo caso, aun cuando una investigación sea de corte empírico, y corresponda a la ciencia sustantiva (una indagación sociológica, antropológica o comunicacional), en ella siempre lo teórico guarda predominancia sobre lo empírico, según ha mostrado sobradamente la obra del epistemólogo francés G.Bachelard.

Es decir, a nadie podría razonablemente ocurrírsele que va a ir a buscar datos sin haberse preguntado antes con precisión qué es aquello que le interesa recabar. La idea de que el conocimiento es inductivo (es decir, que va de la observación de casos singulares a la construcción de leyes o tendencias generales) ha sido largamente refutada en Filosofía de la ciencia, y resulta hoy por completo insostenible. Bien se ha hecho notar que para construir una ley se requiere de una serie de hechos que se den en condiciones similares; y para que vayamos a observar hechos en tales condiciones, se hace necesario que previamente tengamos alguna hipótesis que nos lleve a buscar esos hechos, y no otros. De modo que siempre iremos a la observación con expectativas previamente definidas.

Esto enfatiza el hecho de que la ciencia es primariamente una empresa racional, es decir, que la búsqueda imprescindible de datos y hechos está siempre condicionada a la calidad y claridad de las preguntas conceptuales que se haga. No hay respuestas inteligentes a preguntas torpes. Por ello, la calidad de una investigación pasa –no únicamente, pero sí en primer lugar– por la pertinencia y actualización que tengan los interrogantes conceptuales a que busca dar respuesta.

Ahora bien, en Epistemología las investigaciones son mayoritariamente de corte TEÓRICO en forma exclusiva, es decir, no son empíricas. Ello, porque los principios epistemológicos son de orden filosófico –según ya apuntamos antes–, y por ello están imposibilitados de ser resueltos en base a la constatación de ciertos hechos. Por cierto que algunos hechos pueden

ser expuestos como ejemplos de que una determinada postura no está “en el aire”, sino que corresponde a situaciones que efectivamente suceden. Sin embargo, los hechos no tienen en Epistemología la cualidad de ser REFUTADORES, como en determinada medida –menor que la que suele pensarse, pero siempre existente– sucede en las disciplinas fácticas (Física, Química, Biología, Sociología, Psicología, Antropología... todas las disciplinas científicas, excepto las Matemáticas y la Lógica, que operan con constructos puramente internos a la mente).

Al no ser la Epistemología una disciplina fáctica –es decir, no trabaja con datos–, la importancia de los aspectos teóricos es aún más marcada, ya que toda la investigación se sitúa en torno de ellos.

Ya determinado el tema (el “qué” de la pesquisa), se me hace necesario fijar el *estado de la cuestión*. Es decir, el primer esfuerzo es tipificar esto, en base a dos aspectos que lo constituyen: 1. Cuáles son los problemas más decisivos que están aún sin resolver; 2. Desde qué diversas aproximaciones se ha respondido algunos aspectos de la temática, y se ha fallado en la resolución de otros.

Ahora bien, ¿qué papel juegan estos desarrollos previos dentro de la nueva investigación a practicar? Retomando alguna idea de L. Althusser, diremos que ellos operan como “materia prima teórica” de lo que va a realizarse (Althusser, 1968). Esto es, constituyen el *explanandum* de la investigación; aquel material sobre el cual va a plasmarse la tarea de análisis, reconstrucción racional, y posterior crítica y/o corrección.

La nueva investigación opera siempre en relación con las anteriores que otros han hecho sobre el mismo tema, dentro de la “dinámica entre teorías” que Kuhn mostró como constitutiva de la(s) ciencia(s). Es decir, no se asume o se refuta teorías en soledad, sino que éstas operan en relación con otras con las cuales se comparan y relacionan. Por ejemplo, se ha mostrado que no se abandona nunca una teoría –por más refutada que esté, y ello incluso en ciencias empíricas– si no se posee otra mejor que ocupe su lugar. Para ello se ha apelado al elocuente dicho de que “es mejor un mal techo que ninguno”.

De tal modo, querer construir una nueva interpretación plausible sobre ciertos aspectos epistemológicos, exige siempre hacerlo en discusión y diálogo con otras interpretaciones previas que hayan buscado dar razón respecto de esas mismas cuestiones.

Ahora bien, ¿cuál es el *explanans*, es decir, desde qué criterios se hace el tratamiento de aquellas posiciones previas sobre el tema?

Ello exigen un MARCO TEÓRICO. Este no es un momento “previo” de la investigación, ni un mero formalismo en el sentido de abrir a la discusión de la problemática, como muchos creen. Las nociones positivistas sobre la investigación, muy difundidas aún hoy, llevan a creer que en las disciplinas empíricas lo importante es el recabamiento y posterior tratamiento de los datos, y que lo teórico constituye simplemente una especie de relevamiento de razones exterior a la investigación misma. Pero la situación es muy diferente: el marco teórico organiza toda la pesquisa empírica, en tanto fija cuáles son las cuestiones que vale la pena recabar, y de qué manera sería conveniente hacerlo, por lo cual la teoría tiene fuerte derivación hacia la metodología.

En una investigación netamente teórica –como sucede en Epistemología– más aún se hace imprescindible fijar la “primacía de la teoría”. Por ello, la elección de teoría que hay que hacer para establecer el marco conceptual, resulta decisiva. Y tal elección tiene que hacerse en relación con la calidad y pertinencia que la teoría en cuestión muestre para resolver el específico problema de investigación que en ese caso vaya a trabajarse.

Dicho de otra manera: así como quien muestra que un marco teórico ha fallado en una cierta pesquisa no ha demostrado que la teoría sea falsa –sino que no viene a cuento para ESE DETERMINADO TEMA–, cuando se eligió tal marco fue porque se pensaba que era útil para trabajar ese específico tema, no necesariamente porque fuera la mejor teoría para CUALQUIER PROBLEMA que hubiera que resolver dentro de esa disciplina.

Por ello, no se trata de elegir “la mejor teoría” en abstracto, sino aquélla que mejor venga a cuento en relación con la temática a desarrollar. Por supuesto, ello requiere que consideremos que se trata de una teoría consistente, y además (algo central en filosofía tanto como en ciencias sociales) que no resulte contradictoria con nuestras posiciones valorativo-ideológicas. Por cierto, no hay una relación “punto a punto” entre teorías e ideologías, de modo que a cada una de estas últimas corresponda UNA Y SÓLO UNA teoría determinada. Afortunadamente, la cuestión es más laxa. Pero sin dudas que la posición ideológica del investigador plantea restricciones en la elección de teoría(s), en cuanto no se puede ser socialista y asumir el funcionalismo en sociología, o ser liberal y tomar el marxismo como base de análisis.

A su vez, cabe señalar que el marco teórico debe constituir una formación discursiva unívoca, internamente coherente. Ello significa que se debe tratar de una teoría, no de varias superpuestas. Si necesitamos apelar a varias para enriquecer la explicación, habrá que establecer cuál es la que resulta dominante, y subordina a la(s) otra(s) a su propio marco categorial de conjunto. Si así no fuera, la confusión se apoderaría del que hace la investigación, pues no sabría a qué marco recurrir para saber a qué llamará Estado, a qué clase social, etc. Y aún más le sucedería al lector posterior.

Lo cierto es que la investigación deberá, en ese contraste entre el marco elegido y el material previo por analizar, producir un EFECTO DE CONOCIMIENTO; es decir, una versión no anteriormente realizada, acerca de los problemas en juego en la temática. Ello exige que la aplicación no sea mecánica ni simplista; de lo que se trata es de conseguir una “nueva interpretación”. En ello es fundamental el pensar opciones, buscar racionalmente alternativas. Y para esto resulta imprescindible hablar, explicitarse, discutir. En este sentido, la actividad del GRUPO DE INVESTIGACIÓN se hace básica. Sobre todo, en la medida en que tal grupo no sea una simple correa de transmisión de las ideas de su director, y que exista la posibilidad y la libertad de producir y de disentir. Nada peor que los grupos con “obediencia debida” al director, llenos de loas y alabanzas mutuas; así difícilmente se pueda decir algo nuevo. Se requiere actitud para poner objeciones, abrir opciones, romper estereotipos.

## ¿Para qué investigar?

Para servir a una autocomprensión por parte de la sociedad. Como ya dijimos, se trata de elucidar un problema epistemológico con finalidades sociales; pero los desarrollos no son inmediatos ni legibles por cualquiera. La Filosofía y las ciencias no son periodismo, no pretenden efectos de URGENCIA, sino modificaciones de fondo y a largo plazo.

Lo cierto es que esa “segunda ruptura epistemológica” (De Sousa Santos, 1996) que debe reconvertir el lenguaje académico al del sentido común, aún no está bien delimitada. La actividad propiamente política, así como la difusión por medios masivos, son dos espacios que sirven de alguna manera a esa posibilidad y que personalmente exploro, como un modo de inserción social del fruto de las investigaciones.

## ¿Quién investiga?

Investigarán aquellos que muestren capacidad para hacerlo, al margen de titulaciones y credenciales; la “comunidad académica” propia de una disciplina es la que reconoce el valor de una investigación dada. En congresos y reuniones parecidas se contrasta con otros investigadores; a su vez, el trabajo en equipos es altamente recomendado, según ya anotamos.

Por cierto, no todo docente es investigador (lo cual puede decirse también en el sentido inverso). Y no todo investigador hace investigación relevante (existe bastante investigación tautológica, que re-presenta logros anteriores con nuevos formatos). A su vez, para investigar se requiere financiamiento; lo cual hace problemática la investigación que no tenga fines aplicativos inmediatos, según insiste hoy la línea operativizante y eficientista en curso.

Al respecto, nos asociamos con otros investigadores en la lucha por sostener el peso de la investigación básica y la teoría. Realizamos discusión pública de las políticas de Ciencia y Técnica, como modo de evitar dejar todo en manos de versiones puramente burocráticas.

Y conformo mi grupo de investigación con personas con las cuales hemos trabajado mucho tiempo en común, a los fines de sostener nociones implícitas compartidas. A su vez, las disciplinas de origen al principio fueron sólo filosóficas, pero con el tiempo se han abierto al espacio de las ciencias sociales.

Finalmente, cabe destacar que la cuestión de defender la investigación básica y el lugar de lo conceptual trasciende a las investigaciones sobre Epistemología, para hacerse propia de un amplio espectro de temáticas, y aún de disciplinas, dentro de las Ciencias sociales; y además, no tan sólo de éstas. Lo cual, como en un círculo, nos lleva a un problema epistemológico, pero ya en el espacio de las disciplinas mismas, es decir, de lo que suele llamarse “investigación sustantiva”. De hecho, y como ya afirmamos más arriba, lo epistemológico se realiza a la vez en estos dos niveles: como espacio disciplinar específico donde se discute acerca del estatuto del conocimiento científico en general, y también como campo de problemas que surgen y se sostienen al interior de las prácticas singulares de cada una de las ramas de los saberes científicos reconocidos.

## Referencias bibliográficas

- BACHELARD, GASTON: **La formación del espíritu científico** (contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo), México, Siglo XXI, 1979.
- QUINE, W.: **Teorías y cosas**, México, UNAM, 1986.
- WOOLGAR, STEPHEN: **Ciencia: abriendo la caja negra**, Madrid, Anthropos, 1994.
- BRAUNSTEIN, NÉSTOR, et al.: **Psicología, ideología y ciencia**, México, Siglo XXI, 1977.
- ALEXANDER, JEFFREY: *La centralidad de los clásicos*, en Giddens, Anthony et al.: **La teoría social hoy**, Madrid, Alianza ed., 1990.
- CHALMERS, ALAN: **¿Qué es esa cosa llamada ciencia?**, Madrid, Siglo XXI, 1987.
- KUHN, THOMAS: **La estructura de las revoluciones científicas**, México, Fondo de Cultura Económica, 1980.
- PREGO, CARLOS: **Las bases sociales del conocimiento científico** (la revolución cognitiva en Sociología de la ciencia), Bs.Aires, Centro editor de América Latina, 1992.

- FOLLARI, ROBERTO: Alan Sokal: la insuficiencia de pruebas, en **Epistemología y sociedad** (acerca del debate contemporáneo), Rosario, Homo Sapiens, 2000.
- PRIGOGYNE, ILYA: **¿Tan sólo una ilusión?** (una exploración del caos al orden), Barcelona, Tusquets, 1993
- PIAGET, JEAN: *La epistemología de las relaciones interdisciplinarias*, en APÓSTEL, Leo et al: **Interdisciplinariedad** (problemas de la enseñanza y de la investigación en las universidades), México, ANUIES, 1975.
- FOLLARI, ROBERTO: **Interdisciplinariedad** (los avatares de la ideología), México, UAM-Azcapotzalco, 1982.
- ALTHUSSER, LOUIS: **Para leer El Capital**, México, Siglo XXI, 1968.
- DE SOUSA SANTOS, BOAVENTURA: **Introducción a una ciencia posmoderna**, Caracas, CIPOST (Univ. Central de Venezuela), 1996.





## Investigación en Educación

### Investigando en educación en los '90 y en el 2000 también

**María Cristina Romagnoli\***

Este capítulo está organizado en dos partes, la primera busca dar respuesta a la pregunta ¿cómo se investiga en el área de la educación?, realizando una reflexión sobre el proceso de investigación; y la segunda, buceará entre errores y aciertos de la propia trayectoria a la vez individual y social<sup>1</sup> a fin de responder algunos de los interrogantes que plantean quienes se inician en el camino de indagación en el área: ¿Qué investigar? ¿Cómo iniciar la investigación? ¿Cómo realizar el trabajo de campo?

Seleccionamos el período desde 1990 en adelante porque se trata de una época clave para la economía, la política, la cultura y específicamente la educación, en Argentina. En los '70 la educación comienza a mostrar síntomas de malestar y crisis; en los '80 se profundiza, instalándose la dualidad social en la escuela a través de la segmentación educativa (Braslavsky, Cecilia; 1985); y en la década de los '90 la reforma educativa le deja su propio valor agregado y se origina la catástrofe educativa en la que estamos inmersos. Una década en la que se pasó de postular a la educación y el conocimiento como ejes de la transformación productiva con equidad (UNESCO CEPAL; 1992), a la constatación de su crisis que permite mostrarla, sin el maquillaje teórico de la llamada sociedad del conocimiento, como producto de las políticas de ajuste y de los legados de la aplicación del pensamiento único.

---

<sup>1</sup> No apelamos a una historia de anécdotas y ejemplos individuales sino a plasmar en esta historia /trayectoria en investigación educativa, la huella social que en ella hay implícita.

\* Lic. en Sociología; Mgter. en Epistemología y Metodología de la Investigación Científica y Técnica; Profesora Titular de Sociología de la Educación de la Facultad de Educación Elemental y Especial, UNCuyo; investigadora en la línea de "Desigualdades sociales y educativas".

e-mail: cristinaromagnoli@tutopia.com

Así llegamos al presente ubicados en Mendoza –Argentina–, como investigadores críticos en educación presentando a LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA COMO CAMPO DE LUCHA Y DE CONFLICTO POR ESTABLECER SIGNIFICADOS Y ESTABLECERLOS COMO VÁLIDOS. Disputa que atraviesa fuertemente las investigaciones, impregna y se hace presente en los marcos teóricos, metodológicos; también en la posibilidad o imposibilidad de entrar en el mercado editorial para difundir con mayor o menor amplitud los resultados; o de recibir financiamiento al estar insertos en alguna de las líneas prioritarias; y ciertamente en la posibilidad/imposibilidad de que las sugerencias se transformen en políticas de gobierno y/o de Estado.

La reflexión sobre el qué y el cómo se investiga en educación desde 1990 a la fecha, la vamos a realizar involucrando la propia práctica de docente investigadora trabajando en equipos, como directora, como alumna (tesista de maestría), como Secretaria de Investigación de la Facultad de Educación Elemental y Especial, como miembro de la Secretaría de Ciencia y Técnica y como Secretaria Gremial de FADIUNC (gremio que nuclea a los docentes investigadores y creadores de la UNCuyo). Es desde la experiencia como trabajadora, como militante gremial, como especialista, como alumna de maestría y desde la experiencia en cargos de gestión, que me permito, si me lo permiten, realizar una particular triangulación para ver con más nitidez el tema bajo análisis: la investigación educativa.

## **Reflexiones en torno al proceso de investigación en Educación**

El propósito del presente estudio es develar los principales obstáculos teórico-metodológicos y técnicos con que se enfrentan los que se inician en la investigación educativa tanto en la construcción del conocimiento científico como en la elaboración y confección de los trabajos de investigación.

A veces producto de la lectura de algunos textos metodológicos (HERNANDEZ SAMPIERI y otros; 1998), o de la estructura con que se presentan los informes finales, se nos representa un único ENFOQUE ESQUEMÁTICO Y LINEAL para realizar investigación. Emergen de su lectura una grilla de

interpretación que nos sugiere una serie de pasos a seguir sucesivamente de manera mecánica hasta alcanzar el conocimiento científico. A través de nuestra experiencia en investigación educativa preferimos presentarlo como proceso y dado que éste NO ES EN SÍ UN LIBRO METODOLÓGICO, nos da la oportunidad de recuperar y presentar la práctica como HACEDORES EN ESTE CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA a fin de ir respondiendo a las preguntas que nos fueron haciendo los becarios, tesistas e investigadores en formación, así como a las propias dificultades sobre las que fuimos avanzando.

A riesgo de reduccionismo o simplificación podríamos decir que un enfoque esquemático de pasos sucesivos estaría ligado a la lógica cuantitativa y al positivismo; mientras que uno espiralado y procesual estaría vinculado a las lógicas cualitativas presentes tanto en las teorías interpretativas, como en las posturas críticas. Aunque en estas últimas no se descarta el uso de lo cuantitativo.

Las primeras consideraciones las realizaremos sobre la metodología como SECUENCIA Y CAMINO PAUTADO que a modo de receta se nos requiere a fin de “no perderse en la búsqueda del conocimiento”, y la confrontaremos con la idea de proceso que es la que asumimos. Realizaremos un breve recorrido por el proceso de investigación a fin de visualizar la construcción ESPIRALADA Y SIMULTÁNEA DE VARIOS PASOS.

Un tradicional curso de metodología puede iniciarse mostrando los pasos sucesivos de la investigación, comenzado por delimitar el tema y luego definir el problema, seguido de su justificación y marco teórico, sus hipótesis, la metodología seleccionada (operacionalización de las variables) luego realizar el trabajo de campo, seguido por la interpretación y así llegar a los resultados. Pero probablemente pueda suceder que surja una convocatoria a becas para un determinado proyecto donde el tema esté prefijado y el problema recortado desde un proyecto troncal al que se nos pide que aportemos. O que ingresemos en una institución y se nos pida que investiguemos sobre tal tema, porque los antecedentes así lo indican en el marco de un programa de investigación en el cual nos incorporamos. O que los temas estén prefijados en el campo de la investigación educativa de MODA (tema que desarrollaremos más adelante).

A fin de precisar el PROBLEMA en términos concretos, para centrar el ¿qué investigar? es necesario tener VARIOS BORRADORES en marcha: uno de ellos es el de los OBJETIVOS (aunque se trate de una primera versión preliminar); otros es el de los PLANTEAMIENTOS TEÓRICOS sobre el tema y la revisión de material empírico o un primer acercamiento a la realidad. Estos borradores servirán para ubicar al problema en su realidad histórica y obviamente a medida que avancemos iremos precisando y delimitando los objetivos.

Muchas veces nos interrogan los tesisistas o becarios ¿por dónde empezar? La respuesta es justamente por una revisión teórica y por rastreo empírico que permita ubicar el vacío al cual se quiere o requiere aportar. Además esto nos permite evaluar la FACTIBILIDAD A NIVEL RECURSOS Y A NIVEL INFORMACIÓN, y visualizar límites o posibilidades concretas de la propuesta de investigación.

A fin de responder a otras dos preguntas fundantes que son ¿por qué investigar sobre esto? , es decir, cuál es la importancia social o cultural, cuál la magnitud que asume el problema, y/o cuál es el vacío teórico que se quiere abordar; y, ¿para qué? es decir, cuál es la finalidad de este estudio; nos adentramos en la justificación del ESTUDIO que se encuentra en íntima relación con el marco teórico-metodológico desde donde se investiga y con el posicionamiento institucional y personal de quien realiza o solicita la investigación.

Las hipótesis las vemos aparecer como fruto del rastreo teórico, pero si nos detenemos en ellas las vemos en íntima relación con el problema de la investigación. ¿De qué manera? Las HIPÓTESIS empiezan a negarlo, según Rojas Soriano (1995) “las hipótesis incluyen elementos objetivos que permiten adelantar una respuesta tentativa del problema que sirve a su vez para orientar su posible solución. Las hipótesis deben estar apoyadas en conocimientos teóricos y empíricos”. Algunas investigaciones carecen de hipótesis justamente porque no poseen alguno de los elementos empíricos o teóricos y se mantienen a nivel exploratorio o descriptivo. Se busca por lo tanto que al término del trabajo se pueda formular hipótesis para orientar trabajos futuros. Otros autores como Teresa Sirvent (2004), prefieren no hablar de hipótesis en investigación educativa (tan ligado a la tradición positivista) y caracterizar estas respuestas tentativas, como ANTICIPACIONES.

Al formular una serie de borradores de los objetivos, el problema, el marco teórico y conceptual, la/s hipótesis, se podrá avanzar sobre ¿Qué aspectos se analizarán? ¿Cómo realizar el trabajo de campo? ¿Qué técnicas e instrumentos utilizar?, ¿Dónde aplicarlos? ¿Cuándo hacerlo?

Al recabar LA INFORMACIÓN EMPÍRICA debe cuidarse la coherencia entre el problema, los objetivos, la hipótesis, el marco teórico y la selección de casos, de técnicas y el diseño de instrumentos. Por otro lado hay que COMPROBAR LA VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS Y UTILIZARLOS CORRECTAMENTE.

Como se puede ver proponemos un camino espiralado en el que vamos recuperando la relación y redacción permanente entre objetivos, planteamiento del problema y anticipaciones, a fin de evitar incoherencias (por ejemplo a veces se elaboran interrogantes que no responden a ningún objetivo o se formulan hipótesis sobre las cuales no existen preguntas que sirvan de base para la elaboración de instrumentos para recabar datos en el trabajo de campo, o una serie de información que queda sin procesar).

Creemos que es conveniente aclarar que NO SE TRATA DE PREFERENCIAS NEUTRAS. Cada decisión que asumamos implica una determinada opción tanto a nivel EPISTEMOLÓGICO (estarán presentes al momento de la selección del problema, de la función de la teoría y de la construcción de la hipótesis), a nivel de ESTRATEGIAS GENERALES (de la selección de casos) y específicamente en el campo DE LO TÉCNICO (de obtención y análisis de datos).

Lo anterior no se traduce en un corsé que limita el trabajo científico, todo lo contrario, los marcos teóricos, se eligen de forma crítica y se recrean como guías metodológicos en sucesivas decisiones a lo largo de la práctica de investigación. A su vez, los planteos metodológicos y el propio trabajo de campo, se revisan varias veces en consonancia con los objetivos de la investigación y las características del objeto de estudio.

En síntesis si hay alguna fórmula que nos pueda guiar es la de VARIOS BORRADORES simultáneos que van cobrando claridad y de la DINÁMICA DE LAS PREGUNTAS que permanentemente estén dando cuenta de la relación teoría-

práctica, apariencia- realidad, parte- todo, en los distintos momentos y pasos de la investigación educativa.

## **Condiciones sociales de la investigación en educación**

Desde estos planteos generales vamos a puntualizar algunos temas específicos propios del trabajo en investigación educativa. Intentaremos desde el propio recorrido por la investigación, dar respuestas o sugerir nuevas preguntas recuperando algunos de los planteos que nos realizan los que se inician en este camino. La preguntas que seleccionamos para desarrollar el trabajo serán ¿qué tema investigar? ¿Por dónde empezar... por el trabajo de campo o por la teoría? ¿Cómo realizar el trabajo de campo? Posteriormente reflexionamos sobre una doble problemática, la primera referida a los tipos de estudio en educación más difundidos: Investigación-acción; lo micro y lo cualitativo, y la segunda presenta la débil frontera entre la investigación y la extensión. Finalmente nos permitimos agregar una última pregunta ¿para qué investigar?

Recorreremos el propio camino, la propia trayectoria en investigación e iremos reconociendo y haciendo explícitas las marcas que muestran los debates teóricos, metodológicos y políticos que lo impregnan.

¿QUÉ TEMA PUEDO INVESTIGAR?

En la primera parte realizamos algunos avances sobre esta pregunta, ahora les proponemos incorporar la reflexión sobre el lugar del pensamiento único en el proceso de investigación.

La selección de un tema tiene que revisarse, aunque se nos presente como obvio; debemos cuestionarnos de dónde surge. Las respuestas mas escuchadas son *a mí me gustaría* o *estuve leyendo*, o *me parece*. En definitiva desde lo subjetivo; pero nos permitimos preguntarnos y preguntarles ¿será realmente así?, o ¿se trata de lo subjetivo permeado por la resonancia de las voces de los otros? En educación LAS MODAS penetran en el debate y se tornan en el ropaje y/o matriz determinante a la hora de la selección temática. ¿Se

podrá pensar por ejemplo la gestión educativa sin el paradigma de la gestión planteado por la nueva derecha? ¿Se podrá pensar en el fracaso escolar cuando lo que prima son las propuestas de innovación y creatividad /o la mirada centrada sobre las escuelas eficaces que hacen la diferencia frente al origen social de los alumnos? Así el oído deja de escuchar determinados temas y la mirada que deja de verlos, por ELLO LA INVITACIÓN ES A ESCUCHAR MÁS ALLÁ DE LO OÍDO Y DE VER MÁS ALLÁ DE LO APARENTE.

Estamos aludiendo a *la investigación educativa como campo de debate simbólico* por establecer significados como válidos y legitimarlos ante la comunidad científica y educativa. Algunos autores como Pablo Gentili (1998) cuando analiza el Consenso de Washington, José Luis Coraggio (1997) al reflexionar sobre la educación según el Banco Mundial y Carlos Alberto Torres (1996) cuando bucea sobre las secretas aventuras del orden, explican lo que refiero como las *marcas de la moda* de la impronta positivista que los organismos multilaterales de crédito imprimen y propician bajo variados dispositivos en la investigación educativa. Este discurso permea las investigaciones y se naturaliza asumiendo la forma de las *temáticas top*, las más relevantes, las más financiadas, las que *casualmente* figuran en las agendas de cooperación bilateral, multilateral y hasta mundialmente *consensuada* (tanto en China, Europa, América Latina y obviamente Argentina). Así el debate y la investigación en educación dejan de asumir un carácter sustantivo y político, para transformarse en simplemente instrumental y técnico.

Ejemplos desde la práctica:

a) En el trabajo sobre EL FRACASO ESCOLAR TEMA ANTIGUO O PROBLEMA CANDENTE (Cortese, Romagnoli y otros 1999) ubicábamos el análisis de la escuela en la relación determinante sociedad- escuela. Fue muy debatido el título del trabajo ya que nos encargábamos de un tema que no estaba en *la agenda*. La democratización del sistema educativo había cedido paso al tema de la calidad en la educación. En el trabajo dimos el debate y al referirnos específicamente a la calidad de la educación advertíamos que

*los numerosos datos existentes sobre cobertura escolar, retención, etc. son un importante punto de partida, pero no son la realidad, ni admiten una única lectura: las diversas categorías teóricas permiten establecer diferentes relaciones entre ellos... En principio sostenemos que el énfasis en la calidad total y en la evaluación de la calidad se articulan con la ideología dominante a nivel de la Ciencia Social que disocia aspectos de una misma problemática social: en este caso el resultado final, en 7° de los resultados generales de una cohorte y de su población mayor*

Decimos diciendo que si bien es dable realizar un recorte del tema-problema, no hay que obviar la trama de la que se partió, el no realizar un abordaje totalizador puede llevarnos a resultados falsamente exitistas...

*La escuela Sara Molina del Departamento de Las Heras en las pruebas de medición de la calidad del SIPECE salió tercera, pero es de destacar que el 7° tomado en 1992 representaba solamente el 46 % de la cohorte que comenzó en 1986. Detenerse en un momento de la secuencia suele ser útil como herramienta analítica siempre que no se olvide la interconexión existente entre esos aspectos"... Pretendemos no unilateralizar el enfoque, evaluar los logros de aprendizaje de los resultados finales de los alumnos que llegan, junto a los resultados globales del proceso educativo, en contextos del rol reproductor de la institución escolar y de las relaciones establecidas con los grupos sociales que asisten.*

b) Otro ejemplo puede ayudarnos en el planteo. Al abordar Los efectos de la medición de la calidad en la provincia de Mendoza (tesis de maestría 2000-2002), pudimos analizar las implicancias de las elecciones teóricas metodológicas. Si los supuestos teóricos que guían nuestra indagación se enmarcan en la gestión de la calidad total, nos quedan incluidas las escuelas eficaces y en silencio las que fracasan o ineficaces. Desde el discurso oficial se pasó de la clásica pregunta sobre la eficacia de la escuela frente al origen social desigual de los alumnos, formulada en términos de ¿el paso por la escuela puede hacer la diferencia?, a la pregunta ¿cuál escuela está haciendo la diferencia, cuál está consiguiendo enseñar con niveles de calidad a alumnos de niveles económicos desfavorecidos? A través de un giro teórico metodológico

*en un golpe de imprenta quedaron aislados y encapsulados los factores extraescolares y su incidencia en el rendimiento escolar. De esta manera se presenta la matriz desde la cual debe leerse "la realidad socio-educativa" y dar "las respuestas viables" en términos de gestión institucional y relación pedagógica, en el marco de las escuelas eficaces.*

¿Qué estamos diciendo? Que las teorías muestran a la vez que ocultan, visibilizan e invisibilizan temas, problemas... marcan rumbos en la investigación. Y decimos además que esto no está librado al azar, sino que se juega entre las teorías dominantes que tienden a mantener el orden social existente y las teorías críticas que tienden a develarlo y transformarlo.

¿POR DÓNDE EMPEZAR? ¿POR EL TRABAJO DE CAMPO O POR LA TEORÍA?

Tal vez la respuesta sea develando los propios supuestos y haciendo una primera indagación bibliográfica y empírica conjuntamente. Recorriendo el campo en lo teórico y en lo práctico, desde la biblioteca y desde el territorio.

Se puede pensar que se ha recortado el problema pero, será así en la realidad educativa, lo percibirán así sus actores o sujetos. Además, lo que pienso, ¿que resonancias teóricas tiene? ¿Ha sido investigado? ¿Se ha realizado una búsqueda exhaustiva de los antecedentes? De esta manera se podrá precisar cuál es el vacío y el aporte al conocimiento y al mejoramiento de la sociedad que se puede realizar. Y vendrán las definiciones teórico metodológicas y técnicas congruentes. Debo cuestionarme y clarificar desde donde me posiciono para el abordaje y el trabajo investigativo. ESTAMOS DICIENDO QUE OPERAMOS SOBRE UNA REALIDAD CAMBIANTE Y QUE LAS LECTURAS SOBRE ELLA TAMBIÉN VARÍAN. El conocimiento es histórico y está condicionado socialmente. Ejemplificaremos desde el propio camino recorrido.

Ejemplos desde la práctica:

a) LA REALIDAD CAMBIANTE: en El circuito del no acceso al sistema educativo, (CIUNC) investigación-acción que realizáramos en el bienio 96-98, vivimos como investigadores la fuerte presencia limitante de las prácticas sociales instaladas que nos impedían la entrada al territorio:

*las supuestas redes de las que informaban los textos encargadas de trabajar las metodologías de gerenciamiento social de la pobreza se transformaban prácticamente en “cuadriculados” perfectos, que por un lado, a modo de panóptico vigilan y controlan todas las situaciones y problemáticas que surjan y o quieran encontrar un camino de viabilización alternativo y por otra articulan todas las instancias de organización barrial, sectorial o generacional a las políticas estatales en ejecución.*

Las teorías y prácticas se enfrentaban, por lo que nuevas búsquedas teóricas se imponían. Los cambios de los 90, el afianzamiento del Estado neoliberal, habían generado cambios en el territorio, en las organizaciones sociales y en la gestión municipal. Estos cambios irrumpieron primero como imposibilidad (de entrada en el territorio), luego como conocimiento (búsqueda de nuevas herramientas teóricas) y nuevamente como posibilidad a la vez teórica y empírica.

La perplejidad, la confusión, la búsqueda se pueden considerar como partes constitutivas del proceso de investigación, eso sí, a condición de que no sean eternas. Para no perder el rumbo, la guía insistimos, es un ir y venir entre la práctica y la teoría.

b) DISTINTAS MIRADAS SOBRE LA MISMA REALIDAD: la pluralidad de miradas con jerarquías distintas podemos presentarla apelando nuevamente a la investigación acción a la que hacíamos referencia

*Se pudo visualizar cómo la lectura de la realidad está mediada por el sentido común dominante, en cuanto a cómo se debe leer la realidad. Durante el desarrollo de una actividad en la que se trataba de rastrear las razones que dieran cuenta del derrumbe de las casas del barrio.*

El mismo día de la inundación los pobladores habían ensayado respuestas ligadas a explicaciones causales estructurales; pero después de ver por TV su propio barrio y lo que decían funcionarios y periodistas, dejaron de lado sus percepciones y asumieron la de “los que investigan y saben”. Así, desconociendo su primera percepción de los hechos,

*los participantes enunciaban la galería de culpables: ellos mismos por dejados, por construir en el lugar inadecuado (como si hubiera para ellos opción u elección posible) por las lluvias. Se internalizaron las claves de lectura del modelo neoliberal.*

Por lo expuesto, ver detrás de lo aparente nos lleva a develar las relaciones sociales que jugaron un doble papel, por un lado le dieron visibilidad al problema a la vez que ocultaron los nexos que le dieron origen.

Otro ejemplo en este tema lo constituye la investigación que llevamos a cabo con los jóvenes adultos de sectores marginales que asisten a los CENS *¿Por qué permanecer en las escuelas en épocas de crisis?* (SECYT 2003-2005) Nos preguntamos quién describe lo vivido como crisis: los sectores marginales que llevan más de una generación en esta situación, los sectores exportadores que resultaron ganadores con la devaluación, o los propios investigadores. ¿Se trata de un problema social o de problema científico? Es así que el mismo concepto de *crisis* necesitaba ser revisado, debimos

*llevar a cabo un doble movimiento y romper con las definiciones socialmente admitidas del fenómeno por demasiado generales y/o ahistóricas. El primer movimiento consistió en observar las diferencias entre grupos sociales con respecto a su objeto (la crisis) y el segundo, apuntó a colocar de nuevo estas diferencias en los conjuntos más generales, a los que denominamos “contextos”, en los que se desarrolla el fenómeno observado.*

Se requería analizar las distintas posiciones desde donde las representaciones, los puntos de vista, eran enunciados, e incorporar los conceptos de hegemonía y dominación. Al realizar las entrevistas y al interpretarlas debíamos considerar los *puntos de vista como vistas desde un punto* parafraseando a Bourdieu (1999), realizamos un ida y vuelta entre los marcos referenciales y las condiciones de vida de los entrevistados, entre lo subjetivo y lo objetivo.

El equipo de trabajo iba precisando el CUIDADO REQUERIDO PARA CONFECCIONAR, APLICAR E INTERPRETAR LAS ENTREVISTAS. ¿Desde dónde entrevisto?

¿Cómo analizo las entrevistas? Las voces de las jefas de hogar (insertas en el Plan social Jefas I) nos puede brindar algunas pistas sobre dos temas. El primero, que caracterizaríamos como preguntas cargadas de teoría. Al realizar las entrevistas, frente al requerimiento puntual sobre la trayectoria personal, las respuestas recurrentemente se instalaban en el marco de LO FAMILIAR. Los entrevistadores insistían (desde los propios supuestos naturalizados) sobre una pregunta que involucraba una definición y decisión individual, hasta que tuvieron que rendirse ante la evidencia de la importancia que adquiere (para las mujeres del plan jefas de hogar) la estrategia familiar al momento de dirimir las “opciones” o los caminos a seguir. Por lo cual hay que desnaturalizar los propios puntos de vista, para que no ocupen el lugar o anulen las respuestas de los entrevistados. El segundo tema está referido al *análisis e interpretación de los datos*. Nuevamente es el momento de revisar la coherencia entre teoría-metodología y técnicas o teoría y trabajo de campo. Con las primeras entrevistas comenzábamos el proceso de codificación y análisis, mientras continuábamos realizando entrevistas. Podíamos desde el enfoque crítico, ubicar las voces y situarlas en un lugar subordinado del campo social y desde allí interpretarlas en un movimiento de ida y vuelta entre lo subjetivo y lo objetivo; o desde el paradigma interpretativo, podíamos interpretar las situaciones, las relaciones sociales que surgieran como fruto de las interacciones de las mujeres jefas de hogar. Desde la perspectiva asumida en el referido trabajo de investigación, relevamos (por ejemplo) cómo las jefas de hogar evalúan su paso por el CENS y luego ampliamos nuestra mirada a todo el campo social en el cual las entrevistadas se sitúan en un lugar determinado del espacio social y desde el cual se representan la realidad. Entendiendo desde un enfoque crítico a esa realidad social como totalidad compleja, contradictoria y cambiante.

¿CÓMO REALIZAR EL TRABAJO DE CAMPO?

No los estamos invitando al terreno de lo meramente técnico donde podemos dejarlo todo en manos de “metodólogos neutros”. Estamos afirmando que las elecciones y selecciones no se acaban en el planteo general de la investigación, sino que continúan y atraviesan todo el proceso de investigación.

Por lo dicho, una aclaración parece necesaria, al interior del equipo no existe una tajante división entre los teóricos y los que hacen el trabajo de campo. Si bien en el equipo los conocimientos son diferenciales, los aportes, las responsabilidades y tareas también, es importante destacar que todos realizamos trabajos teóricos y de campo.

Ejemplos desde la práctica:

a) En *Los ejes de inclusión–exclusión en el sistema educativo* (SECyT 94-96), partimos del sistema educativo para confeccionar la cohorte; pero al entrar por el sistema educativo, nos quedaban fuera los que no llegaban, nada más lejos de nuestros propósitos. Aquí vemos cómo las decisiones nos condicionan y nos remiten a nuevos lugares, por lo que permanentemente hay que revisar los marcos teóricos, los objetivos, las hipótesis y las técnicas. Esto nos permitió ubicar el circuito 6 de los que no accedían al sistema, los analfabetos y posteriormente en el bienio siguiente trabajamos desde el territorio de la exclusión o de la expulsión, sobre: *El circuito del no acceso al sistema educativo* (SECyT 96-98).

b) En la tesis de Maestría sobre: *Los efectos de la medición de la calidad en la provincia de Mendoza* (2000-2002) la conformación de la muestra de escuelas por ámbito: rural- urbano marginal y urbano se mostraba como la selección más apropiada. Al entrevistar a los directores de escuela, fuimos registrando que no se generaba evidencia respecto a los formatos de continuidad de los resultados de los operativos de la medición de la calidad con las implicancias posteriores en relación a las escuelas en particular o al sistema educativo en general. La siguiente decisión fue entonces, buscar las primeras y últimas escuelas ranqueadas en cada uno de los diez años de la serie y entrevistar a sus directivos. Los premios (materiales y simbólicos) para las mejores y el silencio para las escuelas peor evaluadas y la desconexión entre los resultados obtenidos y cambios en las políticas sociales y educativas fue parte de la evidencia relevada con este cambio de estrategia.

Entendemos que no hay un primer momento, y luego un segundo secuenciales y aislados, hay que mantener durante todo el proceso de investigación la interrelación entre el recorte y la totalidad social de la que se extrajo, mantener también el ir y venir entre la teoría y el trabajo de campo, el problema, los objetivos hipótesis. Estas idas y vueltas nos permiten no perdernos en el camino.

LA INVASIÓN NATURALIZADA: LO MICRO, EL ESTUDIO DE CASOS, LA INVESTIGACIÓN ACCIÓN, LO ESTUDIOS CUALITATIVOS

En el campo de la investigación educativa irrumpió con fuerza y se instaló la visión de un docente investigador de su propia práctica, en el marco privilegiado de gestionar la escuela individual. De esta manera la investigación entra al aula y a la institución de la mano del enfoque interpretativo que bajo la teoría de la acción, centra su atención en la interacción. Esta moda incluía un recorte casi automático del tema, de la metodología y de la teoría. Esta prioridad sugerida y prearmada, promovía los trabajos sobre temas micro y la resolución de problemas del aula y de la institución, estaba presente en las directivas de los terciarios de formación docente e inundaba la oferta editorial en el área. En una exposición realizada en el marco de un congreso educativo en el 2001 presenté esta problemática como "El recorte del objeto de estudio en tiempos del recorte del 13%" ubicando este nuevo clima cultural en el marco del ajuste estructural. Doble vía desde las teorías dominantes y desde el recorte presupuestario se recortaba la capacidad de pensar críticamente la realidad socioeducativa, la capacidad de cuestionarse sobre ¿qué está pasando, por qué está pasando, y cuáles son las alternativas?.

Desde el enfoque crítico intentaremos desnaturalizar el uso de las tradiciones teóricas, a la vez que mostrar el propio camino recorrido.

Ejemplo desde la propia práctica:

Comenzamos aclarando que el uso de lo micro y de las demás vedettes en investigación educativa no es malo ni bueno en sí. Los trabajos que desarrollamos en el marco de la línea de investigación sobre desigualdades

sociales y educativas, fueron tanto de investigación tradicional como de investigación acción, utilizamos técnicas cuanti y cualitativas, trabajamos en lo macro y en lo micro, utilizamos muestreos representativos estadísticos, muestreos intencionales y muestreos teóricos. LA PREGUNTA CENTRAL ES DESDE DÓNDE SE REALIZAN LAS ELECCIONES. Es más, en apariencia, la multiplicidad enunciada podría enviar al registro del eclecticismo, sin embargo utilizaremos un ejemplo para mostrar cómo articulamos las decisiones desde el enfoque crítico.

a) En *La implementación del octavo en la provincia de Mendoza* (SECyT 98-00) nos referimos a este tema indicando que:

*Los resultados son presentados en tres capítulos: en el primero brindamos una aproximación estadística acompañada de las apreciaciones de los docentes que completan una descripción del impacto de la extensión de la obligatoriedad en la Provincia de Mendoza; en el segundo abordamos la problemática de la transformación educativa desde algunas de las categorías de Pierre Bourdieu a fin de interpretar, comprender y ordenar la heterogeneidad de las escuelas, y en el tercer capítulo se avanza desde el territorio de exclusión, es decir, dejamos la institución como punto de partida y la tomamos como punto de llegada. Trabajamos a través de un triple cruce: desde lo cuali y lo cuantitativo, desde los datos estadísticos y las categorías teóricas y desde el sistema educativo y desde el territorio intentamos visualizar con mayor nitidez las desigualdades sociales y educativas y la implementación del 8° año. Al recorrer el libro el lector podrá observar que nuestro abordaje se realiza desde el pensamiento crítico, tratando de articular las condiciones objetivas con las representaciones de los sujetos del proceso educativo. De esta manera nos alejamos de una propuesta ecléctica ya que al realizar la muestra estadística no nos quedamos con una relación entre conceptos traducidos en variables a históricas y asociales; el uso de lo cualitativo y el trabajo sobre las entrevistas no se transforman en un mero interjuego de significados entre individuos; y no utilizamos sólo el aislado y difundido concepto de "habitus" de Bourdieu sino que apelamos la categoría de "campo" de su teoría relacional<sup>2</sup>.*

---

<sup>2</sup> ROMAGNOLI, C., TOSONI, M. (comp), 2005; pág.11.

LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA ENTRE LA INTERVENCIÓN Y LA EXTENSIÓN

Escuchamos frecuentemente *quiero hacer una estrategia didáctica sobre (música, ética, etc.) porque no existe*. Se trata de abordajes circulares, es decir, sabemos el resultado de la investigación antes de realizarla, pero lo que nos interesa es poner en marcha la experiencia didáctica. Tema totalmente válido pero más ligado al campo de la extensión, salvo que lo transformemos en un tema de investigación. ¿Cuál es el aporte al conocimiento que se realizará? ¿Cuál es el aporte a los procesos educativos? Son preguntas que pueden guiarnos para recentrar el camino de la investigación.

La explicación de estas confusiones la ensayamos desde dos espacios: la implementación del *Programa de Incentivos de investigación y la fuerza del pragmatismo*.

Un lugar especial merecería el análisis del programa de incentivos (P. I.) para los docentes investigadores de UUNN que dejó también su impronta en la investigación educativa en particular. Sería necesario revisar toda la normativa de los 90 para ver las distorsiones y los encubrimientos producidos en el sistema educativo en general y en el sistema de ciencia y técnica en las universidades en particular. Desde nuestra perspectiva, el PI se trató de un aumento salarial encubierto propiciado desde los sectores dominantes para disciplinar a la masa crítica. La puesta en marcha del Programa de Incentivos generó señales que fueron decodificadas rápidamente en medio del deterioro salarial creciente e hizo que docentes comprometidos con su práctica, vieran en la investigación, la solución a su problema económico y desde allí (desde la docencia, la extensión) sumaran y o cruzaran fronteras, generándose confusiones y angustias. Docentes que tal vez no se plantearon hacer investigación, pero al no haber incentivos para la docencia ni la extensión, generaron un proyecto para aumentar sus ingresos. Es un dispositivo más, como muchos que surgieron a partir de los 90, tendientes a forjar una identidad social específica, un sujeto antes ciudadano ahora devenido en consumidor que presupone un modelo de mercado. La propuesta implícita era pasar de una pedagogía basada en el pedir y reclamar al Estado (planes de

lucha por aumentos salariales) a otra que se sustente en competir en él (PI, procesos de categorizaciones, recategorizaciones, etc.)<sup>3</sup>. Este debate fue dado en su momento en la SECyT y quien suscribe fue finalmente sentenciada por su entonces Secretario ¿UD QUIERE QUE PERDAMOS EL TREN DE LA HISTORIA? Hoy podríamos y deberíamos evaluar la función y los efectos del programa de incentivos en las UUNN, y DÓNDE NOS DEJÓ el tren de la historia.

Por otra parte vemos a la base de la confusión entre la extensión/ investigación al *pragmatismo* (parte de la invasión naturalizada a la que hemos hecho referencia). En el campo educativo, las investigaciones de los Organismos Multilaterales comprueban para todo tiempo y espacio, cuáles son los problemas y los cambios por realizar. El lugar asignado por los *experts* a los docentes investigadores es el de meros técnicos, en el mejor de los casos *creativos e innovadores, que solamente tienen que seleccionar los instrumentos más apropiados para llevar adelante las transformaciones*.

¿PARA QUÉ INVESTIGAR? ¿SE TRATA SÓLO DE CONOCER EL MUNDO O TAMBIÉN DE TRANSFORMARLO?

Esta última pregunta me permite incluirla explícitamente en esta reflexión, por la importancia que asume y lo silenciosa e inadvertida que a veces pasa. Estamos diciendo que el conocimiento no es ni neutral, ni apolítico, ni avalorativo, sino que tiene una intencionalidad, se conoce para algo. En la línea de investigación que venimos abordando hace más de una década, la respuesta se fue delineando y afirmando. Investigábamos con el doble propósito, generar conocimiento y transformar la realidad.

Ejemplos desde la propia práctica:

a) Desde la investigación realizada sobre la implementación del 8º año de la EGB afirmamos al comenzar:

*Con este trabajo pretendemos por un lado aportar al debate actual y a la toma de decisiones respecto a la Ley Federal de*

---

<sup>3</sup> Cfr. DA SILVA, 1997; pág. 145-165.

*Educación de los distintos sujetos involucrados (tanto individuales como colectivos) del sistema educativo: docentes, directivos, supervisores y funcionarios, políticos y sindicatos.”Al finalizar el trabajo avanzamos sobre sugerencias en relación con la reforma educativa. “Frente a los resultados de nuestro estudio creemos que la Ley Federal de Educación, y específicamente la estructura propuesta para el sistema educativo debe ser suspendida o derogada hasta tanto se tenga una evaluación completa abierta, democrática, participativa y federal que involucre a todos los actores individuales y colectivos que participan en el sistema educativo.*

Es por ello que pusimos a disposición y debatimos los resultados de este trabajo con el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, los enviamos al Honorable Congreso Nacional; debatimos académicamente en Foros, Congresos, jornadas y con la población en general en charlas, los difundimos en los medios de comunicación, los procesamos como insumo para la formación docente y en trabajos de extensión, los expusimos a la consideración y reconsideración de los docentes de alguna de las escuelas de la provincia. La investigación no cierra con el informe final.

b) En la tesis de maestría sobre Los efectos de la medición de la calidad de la educación (2000-2002), después de identificar los supuestos teóricos y metodológicos de los Operativos de la Medición de la Calidad llevados a cabo en Mendoza y al no registrar impactos en las políticas sociales y educativas, finalizábamos coincidiendo con los conceptos de DA SILVA (1997).

*Paradójico e indignante que los mismos grupos que les niegan esa calidad se concentren en desarrollar procedimientos para medirla y evaluarla. Nosotros sabemos que esa calidad es baja, justamente porque la calidad que disfrutaban aquellos grupos es alta. Decidir qué concepción prevalecerá es nuestra opción y nuestra lucha<sup>4</sup>.*

---

<sup>4</sup> DA SILVA, 1997; pág 165.

El final de esta cita nos lleva nuevamente a un debate que implica recuperar un ANÁLISIS SUSTANTIVO Y POLÍTICO DE LA EDUCACIÓN, que se cuestione sobre los fines, objetivos, contenidos, metas de la educación en general y de evaluación en este caso en particular. Nos negamos a un análisis que se limite sólo a sacar cifras y así legitimar teorías y prácticas, respondiendo a requisitos formales y procedimientos estandarizados, donde se premien aquellas instituciones que más se acerquen a los estándares establecidos. Porque nuestro desafío es otro, avanza en el sentido de una sociedad donde la calidad no sea un privilegio de algunos sino donde todos puedan gozar del derecho a una educación democrática.

Para despedirnos vayan nuestras ÚLTIMAS REFLEXIONES. El pensamiento único (expresado en normativas, en temas, en metodologías, en financiamientos que promueven determinadas líneas de indagación, etc.) caló tan fuerte en el campo de la educación y la investigación educativa, que corremos el peligro de que nos CAIGA LA MANZANA Y DIGAMOS “¡AY!” TOMÁNDONOS LA CABEZA Y NO “EUREKA”, LO DESCUBRÍ. Hemos estado sometidos a una sola lectura del problema, conducidos en un único camino y llevados a encontrar una sola salida, que a veces vemos las problemáticas las describimos, nos lamentamos; pero al naturalizarlas, no podemos realizar un abordaje y una explicación científica de las mismas. Tenemos que estar dispuestos, como dijimos al comenzar el capítulo, a ver MÁS ALLÁ DE LO APARENTE Y ESCUCHAR MÁS ALLÁ DEL OÍDO, ES SÓLO EN ESTE IDA Y VUELTA ENTRE LO PARTICULAR Y LA TOTALIDAD, ENTRE LA TEORÍA Y LA PRÁCTICA, EN DONDE VAMOS A ENCONTRAR EL CAMINO DE LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA A LA VEZ SOCIAL E HISTÓRICA.

Particularmente el Consenso de Washington<sup>5</sup> con intelectuales y organismos a su servicio han impuesto su agenda, deteriorando las búsquedas de la investigación educativa y llevando a la catástrofe a la educación pública. Nos

---

<sup>5</sup> Expresión acuñada por Williamson para referirse a un conjunto de instituciones localizadas en Washington que generan un acuerdo sobre política económica que tiene implicancias y formas específicas reservadas para el área educativa.

parece que ya es hora de salir del CAMBALACHE (al que provocativamente alude el título del capítulo), de cambiar la teoría y la práctica de la investigación educativa y ponerla al servicio de otra educación para una nueva Argentina que alcance para todos.

### **Referencias bibliográficas**

- BRASLAVSKY, C. **La discriminación educativa en la Argentina**, Bs. As., GEL FLACSO.1985.
- HERNANDEZ SAMPIERI Y OTROS. **Metodología de la investigación**, México, 2da edición, MCGRAU-HILL, 1998.
- ROJAS SORIANO. **Formación de investigadores educativos**, México, Plaza y Valdés editores. 1995.
- SIRVENT, T., **El proceso de Investigación**, Bs. As., UBA, Fichas de trabajo de cátedra 2ª Edición, 2004.
- GENTILI, P. **El consenso de Washington: la crisis de la educación en América Latina**. En revista Horizonte Sindical, N° 10-11 (Número doble), México, Ed. Del Magisterio Benigno Juárez del Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación, octubre de 1998.
- CORAGGIO, J. L. **La educación según el Banco Mundial. Un análisis de sus propuestas y métodos**, Bs. As., Miño y Dávila, 1997.
- TORRES, C. A. **Las secretas aventuras del orden: Estado y Educación**, Bs. As., Miño y Dávila. 1996.
- CORTESE, C. Y OTROS. **El fracaso escolar. Tema antiguo o problema candente**. Mendoza, EDIUNC, 1999.
- BOURDIEU, PIERRE. **La miseria del mundo**, Madrid, FCE, 1999.
- REMI LENOIR, **Objeto sociológico y problema social en CHAMPAGNE, P. y otros, Iniciación a la práctica sociológica, Siglo XXI**, México, 1993.
- ROMAGNOLI,C., TOSONI, M. (comp) **Desigualdades sociales y educativas. A una década de la implementación de la Ley Federal de Educación**. Mendoza, Ed EFE, 2005.
- DA SILVA, T. **El proyecto educativo de la nueva derecha y la retórica de la calidad total en GENTILI P.(comp)** Cultura política y currículo, Bs As., Losada. 1997.



## Investigación en Sociología

### ¿Una lupa sobre la sociedad?

Lic. Ana Graciela Burgardt\*

*El pensamiento surge de los acontecimientos de la experiencia vivida y debe mantenerse vinculado a ellos como a los únicos indicadores para poder orientarse.*

(Hannah Arendt)

*La ciencia no es otra cosa que un modo particular de producción de creencias.*

(Juan Samaja)

### Introducción

La investigación científica constituye en nuestro tiempo, sin lugar a dudas, la forma más respetada y prestigiosa de explicar la realidad. Y si bien no es la única posible, ni quizás la más acertada, resulta indudable que ella ha hecho posible el avance de la Humanidad en múltiples dimensiones, especialmente a partir de la Modernidad.

El CAMPO de las ciencias sociales está constituido por un amplio espectro de cuestiones vinculadas a la vida de hombres y mujeres en sociedad. Dentro de ellas la Sociología es quizás la que tiene un objeto de estudio más amplio y, a la vez, más difícil de perfilar.

En los últimos años sus avances han sido extraordinarios, permitiendo explorar territorios desconocidos en la vida humana, aportando en muchos

---

\* Lic. y Mgter en Sociología. Profesora Titular Efectiva de Metodología y Técnica de la Investigación Social de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Docente e Investigadora de la UNCuyo en temas: Trabajo, familia y género.

E-mail: [graciela\\_burghardt@hotmail.com](mailto:graciela_burghardt@hotmail.com)

casos una perspectiva crítica y permitiendo aplicaciones bajo la forma de acciones concretas, políticas destinadas a mejorar la situación de las poblaciones, programas y proyectos.

En este capítulo pretendo exponer brevemente el proceso desarrollado hasta llegar a la situación actual de nuestra disciplina, como así también cómo se ha realizado en nuestro medio. He volcado asimismo parte de mi experiencia personal como docente de Metodología y Técnicas de Investigación Social y como Investigadora de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNCuyo, tratando de ilustrar ese proceso con algunas percepciones y experiencias personales.

No puedo dejar de señalar que soy deudora, por un lado, de esta oportunidad de discusión que nos brindó René Gotthelf a un grupo de investigadores de distintas disciplinas, y por otro de muchos y muchas colegas con quienes compartimos permanentemente la práctica de la investigación. Y es que esta práctica, como la mayoría de las que realizamos cotidianamente, es una verdadera práctica social, en tanto nos involucra como criaturas formadas en una cultura y nos vincula con lazos de cooperación, a veces contradicción, pero siempre de profunda interrelación con los demás.

La reflexión presente está encaminada a mostrar de qué manera se desarrollan las actividades de investigación, tratando de especificar las diferentes dimensiones y herramientas de nuestro OFICIO de sociólogos.

## **La investigación en Ciencias Sociales**

Según la perspectiva clásica las ciencias deben ser definidas por su objeto y por su método. En el caso de las Ciencias Sociales la definición de estas dimensiones ha resultado dificultosa. Desde su surgimiento como ciencias han sido llamadas Ciencias del Espíritu, de la Cultura, de los Valores, Humanas y finalmente Sociales; y esto debido a la discusión sobre la dimensión de la realidad histórico-social incluida en su órbita y a la manera más adecuada de observar y explicar distintos aspectos de la sociedad humana.

Una infinita diversidad de fenómenos y procesos en los cuales participan los seres humanos pueden ser contemplados desde distintas visiones y originar de esta forma perspectivas disciplinares diversas. De alguna forma éste es el proceso que tuvo lugar en la Europa de finales del siglo XVIII y hasta mediados del siglo XIX dando origen a la constitución de la Economía, la Antropología, la Psicología, la Sociología y muchas otras como campos disciplinares separados.

Por ello conviene comenzar explicitando cuándo, cómo, y por qué razones se constituyen las disciplinas sociales, y en especial la Sociología como saber científico.

Existe coincidencia en situar el nacimiento FORMAL de esta última en 1839, cuando Augusto Comte le da el nombre de “Sociología” a la nueva ciencia de la sociedad. No podemos dejar de reconocer, sin embargo, que para ese entonces grupos de “reformadores sociales”, provenientes de distintas disciplinas y profesiones, preocupados por los problemas que la revolución industrial estaba causando, habían desarrollado investigaciones empíricas sobre temas tan variados como la vida de las familias obreras, la prostitución y el abandono de los ancianos.

Su surgimiento como ciencia autónoma, por ello, puede ser ubicado en los momentos de constitución de la sociedad capitalista moderna y su objetivo central, entonces y aún hoy, consiste en la descripción y explicación de esas transformaciones.

En distintos países asociaciones de aritméticos, médicos, ingenieros, estadísticos y personas provenientes de diferentes profesiones, preocupados por la PROBLEMÁTICA SOCIAL, produjeron estudios sobre fenómenos económicos, demográficos y sociales.

Estos desarrollos, sin embargo, se daban, en general, fuera de las universidades, y hasta finales del siglo XIX la Sociología no comenzó a ser reconocida como disciplina académica. Su afianzamiento definitivo recién se produjo en el siglo XX.

Los grandes clásicos de la Sociología desde la segunda mitad del siglo XIX y comienzos del XX lograron desarrollar una perspectiva teórica que describe los avances y crisis de esa sociedad moderna y que, a la vez, performativamente, intenta impulsarla y perfeccionarla. De acuerdo a este criterio la Sociología ha funcionado alternativamente, y a veces de forma simultánea, como sostén científico-ideológico de las estructuras sociales presentes o como postulación crítica de esas formaciones.

Y esto resulta importante para nuestra reflexión ya que nos obliga a prestar especial atención a la relación entre los aportes de la ciencia y la conformación de las sociedades.

En este sentido la historia de la Sociología en el siglo XX puede ser vista como la lucha de distintas posiciones ideológicas y teóricas, fundamentalmente entre marxistas y funcionalistas, a la que puede sumarse en las últimas décadas el aporte del giro constructivista.

Las perspectivas hegemónicas en diferentes momentos siempre se originaron en los países centrales; sin embargo hacia la década de los '60 también surgieron en el tercer mundo teorías originales que intentaron explicar la realidad desde un posicionamiento no sólo geográfico sino también ideológico distinto. Así surgen las diferentes teorías sobre desarrollo y subdesarrollo, dependencia, liberación y revolución.

Y si bien estas diferentes perspectivas desarrollaron paradigmas rivales y aparentemente irreconciliables, siempre compartieron la idea de la construcción de un marco analítico global para la Sociología, y la creencia de que una ciencia social no es sólo posible sino también deseable.

### **¿Qué se investiga en esta disciplina?**

El trabajo del científico social, y específicamente el del sociólogo, está centrado en la definición de la realidad social como conjunto de fenómenos que, en principio, pueden ser conocidos y explicados.

Estos fenómenos son el resultado de la interacción social de hombres y mujeres que, de manera permanente, crean y recrean esa realidad social.

El campo de estudio de las disciplinas sociales está constituido, entonces, en torno a las actividades de los seres humanos, no como organismos biológicos, sino como individuos poseedores de libertad y constructores de cultura. (Díaz, 1997)

A partir de la complejidad de este OBJETO de estudio, que no es en realidad objeto sino “sujeto”, o mejor aún conjunto de sujetos que interactúan, es posible plantear la riqueza de la Sociología y asimismo la dificultad de su consolidación.

Ésta se ha planteado, por un lado, en el orden ontológico, es decir, en el referido a qué son los hechos y las cosas a ser incluidas en nuestro campo de estudio, y por otro en el metodológico, es decir en el referido a cuál es el mejor camino para el mejor conocimiento de esos fenómenos

Es que nuestra ciencia debe describir LA SOCIEDAD desde la propia sociedad y a la vez suponerse fuera de ella. En un mundo cada vez más complejo su desafío es enfrentar la explicación de fenómenos sociales de mayor envergadura, y a la vez hacerlo desde adentro, es decir asumiendo el problema de la autorreferencialidad de lo social. (Giddens, 1984)

Por otra parte, y desde sus comienzos, la investigación social no sólo se ha planteado OBJETIVOS de conocimiento más inmediatos, sino también FINALIDADES últimas vinculadas al mejoramiento de las condiciones de vida para la sociedad humana, es decir la aplicación de sus resultados a la transformación social.

Los principales temas abordados por la investigación sociológica por ello han estado definidos por las transformaciones políticas, económicas y sociales en distintas épocas y contextos, aunque no puede soslayarse que la CORRIENTE PRINCIPAL de la investigación ha sido invariablemente influida desde los centros de poder internacional, considerando que las condiciones de una sociedad mejor no son de ninguna manera compartidas por diferentes perspectivas ideológicas.

Así por ejemplo, en nuestro país, y durante la etapa de surgimiento y consolidación de la Sociología en los ámbitos académicos, alrededor de las décadas de los '50 y '60 del siglo pasado, fueron los temas vinculados a la transición de una sociedad TRADICIONAL a una MODERNA los preferidos por los sociólogos. Son los años en que multitud de estudios sobre PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO debían orientar la forma de avanzar hacia la modernización de nuestras sociedades.

En los '70 los temas del subdesarrollo y los problemas de una sociedad DEPENDIENTE ocuparon el centro de la escena intelectual, mientras que en los '80 la instalación de la crisis socioeconómica que se venía gestando instala como tema central la emergencia de la pobreza y promueve el estudio de las nuevas situaciones institucionales en la familia, en la sociedad civil, en el mundo del trabajo. En el ámbito de la sociología política el issue central es, sin lugar a dudas el problema de la TRANSICIÓN A LA DEMOCRACIA.

Actualmente todos estos temas, junto con muchos otros, se han consolidado y constituyen verdaderas líneas de investigación, destacándose, indudablemente, todos los procesos de exclusión presentes en la sociedad actual y que se evidencian en las dimensiones educativa, cultural, del trabajo, e incluso en el ámbito ciudadano.

En Mendoza, a todos estos temas se suman algunas especificidades locales como la consideración de los problemas medioambientales, migratorios y de las implicancias sociales del manejo y administración del agua entre otros.

Muchos problemas de la realidad social fueron no visibilizados durante largo tiempo, como es el caso de la discriminación hacia las mujeres en diversos ámbitos, que algunos investigadores e investigadoras trabajamos desde hace años. Aún hoy, por ejemplo, se reconoce poca entidad a la problemática de las etnias aborígenes originarias o a la de las diferentes orientaciones sexuales, mientras otras van tomando paulatinamente más relevancia como es el caso de las implicancias del SIDA y enfermedades de transmisión sexual y el desarrollo local de departamentos y microrregiones.

Resulta por ello fundamental cuestionarse permanentemente acerca del recorte de problemas de la realidad social como objeto de investigación entre la infinita posibilidad de elecciones. Es necesario despojarse de una mirada ingenua que no cuestione cómo y desde dónde y quién decide la importancia de los temas a estudiar.

Si bien desde los centros académicos más prestigiosos del mundo como así también desde organismos internacionales suelen generarse los temas que se consideran prioritarios, estos no son siempre aquéllos más acuciantes y centrales para un país periférico como el nuestro, por lo cual, sin subestimar o desconocer los grandes debates internacionales, resulta imprescindible que el país, y aún las regiones establezcan agendas sociales que de alguna manera orienten a los investigadores y reclamen lo que la sociedad espera.

Las condiciones de posibilidad son sin duda determinantes de qué cosas se investigan (Samaja, 1994), ya que si bien hoy resulta ampliamente aceptado que todo conocimiento está socialmente condicionado, esto resulta especialmente relevante en el caso de la Sociología.

Sus OBJETOS de estudio se han diversificado y complejizado, debiendo atender un cada vez más amplio campo de estudios, que incluye a fenómenos a veces muy específicos en el contexto de la ALDEA GLOBAL. Dentro de los problemas de mayor extensión se encuentran, sin lugar a dudas, los de la pobreza como horizonte cotidiano de la mayoría de la población mundial, y también los problemas de la seguridad en una sociedad crecientemente fragmentada.

Los sociólogos han visto así ampliarse cada vez más su ámbito de indagación, mientras se desarrollan ESPECIALIDADES en un número cada vez mayor de ámbitos en que es posible reconocer la interacción humana.

En lo personal la línea de investigación comenzada hace años con el estudio de la situación diferencial de mujeres y varones y sus especificaciones en los ámbitos educativos, políticos y laborales, fue desarrollándose y se extendió con el tiempo a la consideración de la estructura de las familias, las

estrategias de supervivencia que éstas van produciendo y sus consecuencias a nivel de educación de sus miembros, competencias laborales desarrolladas y construcción de liderazgos al interior de las familias.

### **¿Cómo se investiga?**

Las discusiones acerca de la CIENTIFICIDAD de las ciencias sociales, y aún más de la pertinencia de sus métodos probablemente es ya hoy cosa del pasado.

Sin embargo, las polémicas por el método signaron, de alguna forma, el desarrollo de las ciencias sociales, en general, y de la sociología en particular, durante al menos un siglo y medio, adquiriendo especial virulencia hace algunas décadas.

Esto resulta absolutamente lógico si consideramos la complejidad y especificidad de nuestro OBJETO de estudio, a que hacíamos referencia anteriormente.

El problema central de cualquier ciencia empírica es, justamente, cómo desarrollar el mejor camino para escudriñar, conocer, develar esa realidad específica a la que se refiere, es decir no es otra cosa que la adecuación del método a su objeto de estudio.

El carácter peculiar de los seres humanos en sociedad ha determinado la aparición de maneras distintas de dar respuesta a ese desafío, desarrolladas a partir de posicionamientos diferentes de los científicos sociales en cuestiones tan importantes como sus concepciones del mundo y del hombre, e incluso respecto de las propias funciones de la ciencia.

Desde hace algunos años, y a partir de la introducción de la noción de paradigma en la filosofía de la ciencia (Khun, 1975) muchos autores la utilizan para evidenciar estos diversos posicionamientos en lo epistemológico, teórico, metodológico y técnico.

Algunos consideran que en ciencias sociales existen modalidades polares de indagación (Bruyn, 1972), ubicando al empirismo tradicional y a la perspectiva fenomenológica como posiciones centrales y antagónicas. Otros autores prefieren considerar una variedad más amplia de paradigmas, e introducen una tercera perspectiva, crítica, que se materializa en una posición dialéctica; y por último, muchos otros consideran imprescindible reconocer diferentes enfoques surgidos más recientemente (constructivismo, postpositivismo, postestructuralismo, etc.) y que de ninguna manera pueden ser subsumidos en una clasificación polar.

La querrela por el método enfrentó durante varias décadas a estas perspectivas diferentes, que algunos presentaron como opuestas, acerca de la realidad del mundo social y, consecuentemente, de la forma de conocerlo y explicarlo. La consideración exclusiva ya bien de 'lo macro' social, ya bien de 'lo micro' social, la disyunción estructura-acción, el énfasis en el contexto de descubrimiento o en el de justificación, el posicionamiento en el consenso o el conflicto, y por último el énfasis en la medición-explicación o la comprensión, signaron la segunda mitad del siglo XX.

Diversos autores han criticado la dicotomía metodológica cualitativo-cuantitativa. Muchos han intentado establecer verdaderos puentes entre estas posiciones diversas, señalando las debilidades y fortalezas de ambas y el hecho de que la ciencia social, en sentido estricto, ha sido desde sus inicios multiparadigmática (García Ferrando, 1978).

Pierre Bourdieu propone superar la falsa antinomia entre subjetivismo y objetivismo a través de los conceptos de *habitus* y *campo*, verdaderas bisagras entre las estructuras sociales y la perspectiva subjetiva de los agentes. (Bourdieu, 1991). También Giddens, y muchos otros autores contemporáneos han llegado a posicionamientos que integran los conceptos de acción y estructura considerando que estos no pueden separarse totalmente ya que en realidad se encuentran mutuamente involucrados. (Giddens, 1984)

Nos encaminamos, en consecuencia, hacia una cada vez mayor aceptación de las diversidades y colaboración o complementación entre paradigmas y métodos.

Podríamos afirmar, por ello, que existen cuestiones centrales, aún cuando sean básicas, en las que los investigadores sociales solemos acordar.

Una de ellas es, sin lugar a dudas, la imprescindible vinculación teoría-empiría. Otra es la necesidad de avanzar en la rigurosidad de métodos y técnicas, y desarrollar nuevas y más profundas formas de validación de nuestros productos.

Creo que la mayoría estaríamos de acuerdo en afirmar, por ejemplo, que un momento fundamental de la investigación científica es la definición y delimitación del problema y el desarrollo de conjeturas, hipótesis o anticipaciones de sentido en torno a él.

La presentación del proceso de investigación como una serie de pasos que necesariamente sigue el investigador no sólo presenta el problema de la rigidez excesiva en el diseño, sino que no refleja la realidad de un proceso concreto en tanto que en él las decisiones de uno y otro momento se encuentran mutuamente relacionadas. En estos aspectos debemos reconocer que los diseños de investigación rígidos, de raigambre positivista, ya no son comunes, al menos en su forma pura. La imagen de un proceso dinámico, en espiral, se adecua mucho más a las situaciones reales, en tanto muestra el ir y venir permanente del investigador, de la realidad concreta a la reflexión teórica y epistemológica, y viceversa.

Podríamos afirmar, como corolario, que resulta imprescindible como reclamaba Bourdieu problematizar la práctica sociológica (Bourdieu, 1975) para desarrollar el cómo; es decir que la tarea del sociólogo al hacer investigación debe implicar una reflexión permanente acerca de los conceptos, los métodos y técnicas a utilizar, que deben estar subordinados a las condiciones en que se aplican y al problema o caso particular.

En lo personal estoy convencida de que esta vigilancia epistemológica, nada sencilla, nos exige rigurosidad y cuidado, y a la vez sensibilidad para descubrir los aspectos y fenómenos sociales muchas veces ocultos bajo la hojarasca de teorías largamente probadas y aceptadas.

En la investigación sobre la familia desarrollada por nuestro equipo hace algunos años, descubrimos una serie de rasgos de sus miembros y de relaciones novedosas entre generaciones que no habíamos sido capaces de anticipar y que sólo surgieron a partir de un trabajo de campo intenso y técnicas muy poco estructuradas.

Por ello creo que al hacer investigación científica, al menos en ciencias sociales, pero en realidad también en las demás, hay que ser capaz de cuestionar aún aquellos supuestos comúnmente considerados válidos. Esto significa que el mismo punto de partida debe ser problematizado, desde la adhesión del investigador a una determinada perspectiva teórica, que por otra parte, como todos sabemos, siempre tiene ribetes ideológicos, políticos, afectivos.

Este imperativo debe estar presente aún en los estudios más modestos o iniciales. De hecho es la sugerencia que le formulamos a nuestros alumnos de los cursos de metodología de la investigación, a los tesisistas o a los investigadores noveles.

Vale la pena detenerse, asimismo, en algunos aspectos de la relación teoría-empiría, que desde mi punto de vista dan lugar a ciertos equívocos. Se ha alertado en numerosas ocasiones sobre la posibilidad de caer en el fetichismo del dato, y en este sentido resulta importante reconocer que toda observación está impregnada de teoría, y que ésta tiene un papel relevante en todas las etapas de una investigación (Sautu,2003). Pero, por otro lado, también constituye un error considerar que la indagación sobre la realidad concreta es mera acumulación de información, o es sólo investigación aplicada, cuando en una ciencia empírica como la nuestra siempre es la realidad social, aún CONQUISTADA, CONSTRUIDA Y COMPROBADA, la fuente primera de la teoría.

Resulta de ello fundamental esa problematización a la que nos referíamos, aún de nuestros propios puntos de partida. En una de nuestras investigaciones sobre las mujeres en el mundo del trabajo, por ejemplo, habíamos partido de

una perspectiva teórica que vinculaba la participación laboral de las mujeres a condiciones educativas, familiares, etarias, etc. En el trabajo de campo esos aspectos se revelaron al menos como insuficientes, y fue necesario reconstruir esa perspectiva teórica con la incorporación de factores psicológicos y culturales que se manifestaron muy fuertemente.

## **¿Quiénes investigan y dónde lo hacen?**

Muchos de los primeros investigadores de nuestra disciplina fueron personas preocupadas por los problemas de su época.

Así, los llamados reformadores sociales tenían como propósito fundamental convencer a la sociedad y presionar a los gobiernos a partir de sus investigaciones (inspecciones, encuestas, relevamientos de informes diversos) para modificar las condiciones socioeconómicas de los sectores más desprotegidos y corregir las distorsiones de un sistema cada vez más inequitativo.

Con el paso del tiempo nuestro oficio se fue afianzando y se fueron incorporando procedimientos más estandarizados, pero también desarrollos teóricos más sólidos junto con métodos más diversificados y técnicas estadísticas cada vez más sofisticadas.

La incorporación efectiva en la ACADEMIA consistió en un paso que podemos ubicar de manera aproximada a principios del XX, en que se produce la institucionalización definitiva de la Sociología como ciencia y el desarrollo de sus principales teorías y métodos.

En el mundo actual la investigación científica, también en ciencias sociales, se encuentra cada vez más incluida en universidades e institutos de investigación, lo que indudablemente ha redundado en una mayor rigurosidad en sus métodos y técnicas, pero que no debe hacernos suponer que sólo allí se produce conocimiento científico. La ciencia sigue desarrollándose por fuera de las Universidades, en instituciones públicas y privadas que

desarrollan su actividad con distintas finalidades y dependiendo de necesidades e intereses diversos.

Por otra parte, en el desarrollo de estos distintos espacios influye también el posicionamiento del investigador. Es muy importante recordar que la propia situación del investigador en ciencias sociales, su perspectiva subjetiva, y la influencia de ella, desde la elección del problema a investigar hasta la selección de técnicas o el estilo de análisis e interpretación, están presentes en el producto desarrollado. En nuestra disciplina el investigador, al compartir la naturaleza de su objeto también incluye, necesariamente, su propia subjetividad.

En el caso de nuestro país se ha dicho a menudo que la investigación en ciencias sociales se encuentra aún en un estadio inicial.

Creemos que esta situación se está modificando, ya que la producción científica en las áreas sociales se encuentra en franca expansión.

Cabe recordar aquí, sin embargo, la estrecha vinculación entre el contexto político y la investigación social, y el retraso que implicaron para nuestra disciplina las interrupciones de los procesos democráticos y la penalización de cualquier posición considerada crítica. En el cruento golpe del '76, por ejemplo, el cierre de instituciones, la desaparición y el exilio del que no retornaron muchos investigadores y hasta la clausura de las carreras de Sociología –como fue el caso de la Universidad Nacional de Cuyo– evidenciaron hasta qué punto el desarrollo de nuestra disciplina fue considerado peligroso, quizás porque era capaz de reflejar las profundas fallas del sistema.

Durante este período surgieron, como forma de resistencia académica, numerosas instituciones privadas que nuclearon a algunos de estos científicos y desarrollaron actividades de investigación y difusión, y algunas de las cuales aún hoy se mantienen como es el caso de CENEP, CEDES, etc.

En los últimos años se ha producido un gran salto cuantitativo en cuanto al número de proyectos e investigadores involucrados en el sistema

universitario de investigación, y creemos que asimismo un salto cualitativo, debido a un incremento de la calidad de los trabajos y de los temas abordados, lo que se encuentra indudablemente vinculado a mayores apoyos y también exigencias y controles desde el sistema de ciencia y técnica.

Esta situación debe su explicación a que tanto desde los ámbitos gubernamentales como societales se han incrementado los reclamos de conocimientos más profundos y ajustados sobre las problemáticas sociales que hoy deben ser consideradas. Por otra parte un 60 % de la población universitaria se encuentra actualmente en áreas de ciencias sociales y humanidades, lo cual obliga a dedicar especial atención al mejoramiento de la calidad de las funciones centrales de enseñanza, investigación y extensión que en estas áreas se desarrollan.

En nuestro medio podríamos afirmar que la inmensa mayoría de las actividades de investigación social se realiza en el contexto de la Universidad Nacional de Cuyo y algunos Institutos Públicos de Investigación fundamentalmente nucleados en el Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. A diferencia de lo que sucede con las ciencias “duras” es muy escaso el financiamiento desde el sector privado, siendo su desarrollo casi totalmente soportado desde el Estado. Las universidades privadas también tienen, en general, un incipiente y muy reducido desarrollo de la investigación.

Como en muchos otros campos también podemos distinguir esta línea de investigación, más “académica”, de otra más “profesional” desarrollada desde consultoras privadas, y aún una línea más activa y “participativa” que se ha desarrollado desde algunas instituciones de la sociedad civil, sobre todo en las áreas de educación popular y desarrollo de grupos o sectores excluidos.

En todos estos casos estamos en presencia de producción de conocimiento científico, aún a través de modalidades diferentes y con la participación de distintos agentes en el proceso de producción de saberes.

En cuanto a las principales temáticas abordadas en nuestro medio, podemos decir que en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNCuyo, donde se ubica la Carrera de Sociología, las líneas de investigación más importantes abordan temas de educación, habitat popular, cultura, ciudadanía, género, mercado de trabajo, participación ciudadana, violencia y problemas de seguridad, entre otros, con una incorporación permanente de nuevos tópicos.

No podríamos dejar de hacer referencia aquí al impulso que el Programa de Incentivos a Docentes investigadores, desarrollado desde 1994, supuso en el crecimiento de la investigación en nuestra Universidad

En el ámbito de la Universidad, personas de distintos grados de formación y diversas generaciones pueden realizar aportes en el contexto de desarrollo de un proyecto de investigación. El “proyecto” por ello puede considerarse la unidad de reflexión, de trabajo, de formación y de ejecución. En su seno los jóvenes estudiantes y graduados van formándose en el trabajo conjunto con investigadores más experimentados.

Considerando que a investigar se aprende investigando, en nuestro proyecto, por ejemplo, todos los integrantes del equipo de investigación van desarrollando diversas tareas que aportan a su crecimiento personal simultáneamente con el progreso del proyecto. La “división del trabajo” se realiza en función de los requerimientos de cada fase del proceso y en algunos casos de las preferencias de los participantes, pero siempre implica la práctica personal y grupal en cada una de esas etapas. En el desarrollo de nuestro proyecto sobre Competencias Laborales de las Jóvenes que estamos desarrollando en la actualidad, por ejemplo, todos los integrantes del equipo de investigación nos encontramos abocados a la tarea de definir estas competencias desde las diferentes perspectivas teóricas, desde las construcciones de sentido que descubrimos en las jóvenes y a través de la perspectiva de algunos informantes calificados.

Esto significa que todo el equipo discute y reflexiona sobre los hallazgos, y la función de desarrollar teoría no corresponde sola y únicamente a los/las que dirigen el proyecto.

Estoy convencida de que la investigación es realmente una práctica social. Así como los seres humanos nos construimos como tales en relación a otros, es imposible pensar la constitución de un investigador en soledad. Siempre, de manera directa o indirecta... estará en diálogo con “otros”.

Esta perspectiva es la que tratamos de desarrollar en la tarea de investigación y por eso impulsamos a los tesisistas y alumnos participantes no sólo a adquirir el manejo de algunas técnicas, sino a problematizar el punto de partida, las teorías y los métodos. Aquí resulta esencial que los que se inician aprendan a establecer un diálogo con las teorías ya existentes, con los “informantes clave”, pero fundamentalmente debemos guiarlos para que se zambullan en la realidad concreta y para que aprendan de sus errores en el trabajo de campo.

Nos oponemos al trabajo meramente “técnico” de metodólogos, muestristas, codificadores o estadísticos, y más allá de las competencias o especialidades de los miembros del equipo de investigación, estamos convencidos de la necesidad de implicación directa, permanente, de todos los miembros del equipo tanto en el trabajo de campo como en la construcción teórica y la reflexión epistemológica.

La universidad debe cumplir así, también en la práctica de la investigación, su función formadora de recursos humanos, que no puede ser desarrollada al margen de las necesidades de la sociedad que la sustenta.

### **¿Para qué investigar?**

La investigación en Sociología tiene un OBJETIVO FUNDAMENTAL, que es el de describir y/o explicar hechos y fenómenos de la realidad social, generando en ese proceso diferentes teorías acerca del funcionamiento social; pero también deben reconocerse SUS FINALIDADES ÚLTIMAS, que están vinculadas con la acción concreta sobre el mundo social, con modificar políticas o tomas de decisiones o mejorarlas, conectando, finalmente, la generación de los modelos con las realidades.

Se puede afirmar que, como en el resto de las disciplinas, se puede producir conocimiento científico básico o aplicado, pero como en muchos otros campos disciplinares, la frontera entre estas dos categorías es cada vez más borrosa. En realidad esta separación no se corrobora exactamente en los procesos concretos, ya que las condiciones de posibilidad de cualquier investigación, tanto culturales como económicas e institucionales, constituyen una influencia muy fuerte para la realización de cualquier investigación pretendidamente básica. Cualquier investigación aplicada, por otro lado, puede ser el inicio de una teoría sustantiva.

Lo que en realidad resulta definitorio es la utilización de los resultados de la investigación científica, y el posicionamiento del científico, cuyas posiciones valorativo-ideológicas deben, al menos, ser explicitadas.

Hace ya más de treinta años Oscar Varsavsky (Varsavsky, 1969) se refirió a las vinculaciones de la ciencia con el orden político y el económico, y señaló la necesidad de desarrollar una ciencia alternativa, orientada por las necesidades del cambio social.

El producto del proceso de investigación es, como la propia práctica investigativa, un bien social, y debe servir a las necesidades de la comunidad que lo origina.

Por estas razones el investigador en Sociología adquiere un compromiso no sólo con la comunidad científica a la que pertenece, sino también con el mundo social que está en el origen de ese conocimiento.

Dar a conocer los resultados de un trabajo de investigación, finalmente, constituye la verdadera legitimación del mismo, exponiéndolo a la crítica de los pares, pero sobre todo desarrollándolo como devolución hacia aquellos que lo originaron.

## **¿Hacia dónde va la investigación en Sociología?**

Los desafíos de la Sociología en la actualidad se sintetizan, como hace casi dos siglos, en generar respuestas que permitan explicar y comprender la sociedad en que vivimos.

Pero esta sociedad globalizada, espacio de cambios permanentes dista bastante de aquella cuya interpretación desvelaba a los primeros científicos sociales.

Hoy el marco de nuestras indagaciones es una sociedad mundial compleja, en la que la formación histórica más importante de la modernidad, los Estados Nacionales, presenta signos de una evidente decadencia y los espacios de interacción real entre los individuos parecen ceder ante los procesos virtuales.

Este sistema mundial es probablemente el más inequitativo en la historia humana y las diferencias entre países parecen transportarnos a diferentes épocas, mientras al interior de las naciones se produce una redefinición drástica de lo que alguna vez fueron las clases sociales de un país capitalista.

En este contexto se han consolidado temáticas clásicas de la Sociología como la consideración del delito o el estudio de las condiciones de vida de los sectores más sumergidos; se han redefinido otras como la clásica indagación sobre la estructura social y las clases que la componen, y surgen muchas otras nuevas como el estudio de redes en la sociedad de la información, los modernos procesos comunicativos, y la mutación en la constitución de las identidades sociales y en la vida familiar.

En un contexto como éste, más que antes se tornan insuficientes las explicaciones monistas de la realidad social y se vuelve imprescindible la interacción de diferentes paradigmas que se conjugan en el PARADIGMA DE LA COMPLEJIDAD.

Hoy los científicos sociales están en condiciones de manejar a través de las herramientas informáticas mayores caudales de información y de refinar

notablemente sus técnicas con el objeto de disminuir los márgenes de error en la observación de cualquier fenómeno. Sin embargo, si la Sociología aspira a cumplir sus objetivos y propósitos deberá entonces, necesariamente, ser capaz de redefinir no sólo sus teorías sobre la realidad social, sino también sus métodos y técnicas de indagación, y su misma posición epistemológica.

Deberá retomar lo mejor de sus viejos enfoques reconociendo la tradición americana, más aplicada y empirista, y la europea, más teórica o, si se quiere, reflexiva sobre los núcleos centrales de la problemática social. Y deberá, además, incorporar las perspectivas culturales diversas y sus productos científicos.

Frente a la sensación de pérdida de rumbo o callejón sin salida, hay que reencontrar el espíritu crítico... el espíritu de los clásicos, en cuanto a su preocupación permanente por los problemas centrales de su época y por la creación de nuevos y originales mecanismos para conocerlos y resolverlos.

No debemos convertirnos en una disciplina puramente instrumental, con un conjunto de recetas técnicas a ser utilizadas para cualquier problema, sino en una ciencia problematizadora de la realidad social y del papel de los científicos sociales en ese contexto.

## **Conclusión**

Las últimas décadas marcaron el afianzamiento de la Sociología como ciencia, con la obtención no sólo del reconocimiento por parte de la comunidad científica, sino también la valoración pública de sus aportes.

Pero las ciencias sociales en general, y la Sociología en particular, deben ser capaces de repensar su propia realidad. Rigurosamente, con el apoyo de todo el arsenal científico y técnico que hemos sido capaces de desarrollar, pero también críticamente, con una mirada que sea capaz de descubrir no sólo la existencia de PROBLEMAS sino de predecir su evolución y aportar a sus soluciones. Seamos

capaces de encontrar los VESTIGIOS de la acción social y construyamos esas “hipótesis alternativas“ que nos permitan explicar nuestro mundo y mejorar nuestra vida.

Volvamos a ser, como los fundadores, científicos sociales profundamente preocupados por los problemas de nuestra época y aportemos de manera efectiva a la resolución de los males de nuestra sociedad.

### **Referencias bibliográficas**

- SAMAJA, JUAN. **Epistemología y metodología**. Buenos Aires, Eudeba, 1994.
- DÍAZ, ESTER. **Metodología de las ciencias sociales**. Buenos Aires, Editorial Biblos, 1997.
- GIDDENS, ANTHONY. **The constitution of society: outline of the theory of structuration**. Cambridge, Polity Press, 1984.
- KHUN, THOMAS. **La estructura de las revoluciones científicas**. México, F.C.E., 1975.
- BRUYN, SEVERYN. **La perspectiva humana en sociología**. Buenos Aires, Amorrortu, 1972.
- GARCÍA FERRANDO, M. **La sociología, ¿una ciencia multiparadigmática?**, en J. Jiménez Blanco y C. Moya Valgañón (dirs.), *Teoría Sociológica Contemporánea*, Madrid, Tecnos, 1978.
- BOURDIEU, PIERRE. **El sentido práctico**. Madrid, Taurus, 1991.
- BOURDIEU, PIERRE ET AL. **El oficio de sociólogo**. Buenos Aires, Siglo XXI, 1975.
- SAUTU, RUTH. **Todo es teoría**. Buenos Aires, Lumière, 2003.
- VARSAVSKY, OSCAR. **Ciencia, política y cientificismo**. Buenos Aires, CEAL, 1969.



## Investigación en Derecho

### ¿Hacer Derecho o investigar la realidad jurídica?

**María del Carmen Schilardi de Bárcena\***

La pregunta con la que iniciamos nuestra intervención condensa la dificultad y ambigüedad que rodean la discusión sobre las características y alcances de la investigación en el campo jurídico y, especialmente, cuando se plantea la cuestión en el ámbito académico institucional.

Intentaremos entonces abordar la problemática, reconociendo las diferentes posiciones al respecto y asumiendo también los recortes de la nuestra, desde una perspectiva epistemológica crítica. Precisamente comenzar con una pregunta –que marca una disyunción aunque no una exclusión–, seguir con otras y mantenerlas siempre abiertas, constituye el modo de aproximación que dibujaremos.

#### **Algunas preguntas ya respondidas**

Quizá las primeras preguntas que debemos tener presente son aquéllas acerca de qué entendemos por ciencia, cuántas son o cuántas reconocemos como tales, a qué nos referimos cuando hablamos de método, a qué clases de ciencias son las ciencias sociales o aún si son ciencias. Las hemos respondido ya (Schilardi y otros, 2000) aunque sostenemos su condición de abiertas.

Sin abundar argumentativamente, seguimos manteniendo un abordaje de la cuestión epistemológica desde la práctica científica como práctica social y

---

\* Profesora, Licenciada y Doctora en Filosofía (Universidad Autónoma de Madrid). Investigadora y directora de proyectos, profesora de grado y posgrado en la Facultad de Derecho y la Universidad Nacional de Cuyo. Profesora investigadora visitante en la UNED-Madrid. Autora de publicaciones científicas, libros y artículos de edición nacional e internacional.

e-mail: mcschilardi@sinetis.com.ar

de la investigación como un proceso también social, y además un acercamiento –abierto aunque no ingenuo– a la metodología como rigurosidad. Es decir, una comprensión del método, en un contexto de investigación científica, como un procedimiento para obtener un conocimiento que no se tiene o para validar o justificar uno que ya se tiene. Marcando sin embargo la necesidad de subsanar algo que es un hecho en ciencias sociales al menos, el hecho de que se enseñan los cursos de teoría sin los procedimientos de producción y viceversa, mientras en las ciencias naturales, en general, se adquieren los conocimientos sustantivos junto con los procedimientos para producirlos.

Aún reconociendo la falta de consenso acerca de la fundamentación del quehacer de las ciencias sociales y de la polémica alrededor de la cuestión sobre su estatuto de científicidad, las ciencias sociales existen y sus resultados constituyen conocimiento científico. No son exactas pero sí rigurosas y aunque no puedan agruparse según el uso exclusivo de un mismo método, sí abordan el mismo objeto de estudio. Además, en tanto la ruptura con el sentido común es fundamental para el conocimiento científico, las ciencias sociales se constituyen como una tentativa permanente de distanciamiento de la realidad inmediata pues, para captar las articulaciones de elementos de la realidad, es preciso alejarse de ella, para llegar a ser una especie de taquigrafía de lo social (Ortiz, 2004). Es en este espacio donde nos ubicamos para hablar de la investigación en el Derecho.

Otra respuesta que mantiene su vigencia: a investigar se aprende investigando y enseñar una metodología de la investigación científica, siendo útil, sólo tiene sentido si esa transmisión de procedimientos está acompañada del planteamiento de la problemática respecto al proceso mismo de investigación, sus supuestos y condiciones. No se trata de dar recetas sino de comprender ese proceso y aún de discutir acerca del mismo. Por eso es necesario tener presente que, especialmente en las ciencias sociales, desde el punto de vista metodológico adquiere relevancia el contexto de descubrimiento en la producción del conocimiento y se fortalecen otros tipos de razonamiento inferencial como la hipótesis y la abducción.

La otra certidumbre tiene que ver con el convencimiento respecto a la necesidad de la reflexión teórica sobre el Derecho como práctica y a la necesidad de la producción y legitimación del conocimiento jurídico en el ámbito universitario.

¿Qué tipo de práctica consideramos que es el Derecho? Es –para nosotros– una práctica social y una práctica discursiva, en ambas dimensiones es una práctica cuyos operadores se caracterizan por su cercanía al poder institucionalizado (Fóscolo y Schilardi, 1996). Y además una práctica discursiva que supone un desajuste semántico montado sobre una ruptura en la praxis social. Un discurso opaco que se constituye como una ficción (Cárcova, 1998). En definitiva un discurso de poder y por el cual se lucha.

Sin perder de vista además que en las sociedades occidentales complejas, el jurídico es un discurso práctico que legitima prácticas sociales y valida las normas (Habermas, 1998) y pone en juego su performatividad en la modificación y prescripción de conductas.

Al hilo de estas respuestas, explicitamos entonces el uso de algunos términos. Aunque muchas veces, no sólo en el nivel del lenguaje coloquial sino también en el académico, se utilizan indistintamente; coincidimos con quienes señalan que el término DERECHO denota, básicamente, el espacio del ejercicio de la práctica social-profesional y también las diversas sistematizaciones de normas, mientras la producción sistemática de conocimiento jurídico es el referente del término ciencia jurídica, abriéndose así el espacio de la investigación jurídica.

Al sostener estas consideraciones respecto al campo jurídico, remarcamos la necesidad de poner en juego para abordarlo categorías teórico-epistemológicas que den cuenta de los anclajes del Derecho en las formas históricas de la socialidad y de las instituciones. Es la exigencia de la teoría crítica del Derecho respecto a la constitución de un saber multi- y transdisciplinario como lugar de intersección de diversos ámbitos de

conocimiento (Cárcova, 1993). Dicho saber permitiría el abordaje de esa práctica social -que condensa los niveles de conflictividad social de una formación histórica determinada- y de esa práctica discursiva -como proceso social de producción de sentido- que es el Derecho.

### **¿Es posible establecer el qué/objeto de la investigación jurídica?**

Coincidente con el sentido de ciencia y metodología que hemos dibujado y al que nos referimos sucintamente más arriba, más que de objeto preferimos hablar de problemas.

En el caso del campo del Derecho, un cierto tipo de problemas es el que da pie a una investigación. Sin transformarlo en una enumeración exhaustiva, podemos señalar que son aquellos problemas que tienen que ver con el funcionamiento y legitimación del sistema normativo y con el funcionamiento y legitimación de las decisiones, especialmente las judiciales.

Estos problemas delimitan el espacio social de lo jurídico: el ámbito legislativo y el ámbito judicial, cuyo tratamiento se constituye en la labor técnica del jurista.

### **¿Cómo abordar esos problemas o en qué consiste la investigación jurídica?**

Actualmente no hay casi discusión respecto a una afirmación que, marcando una debilidad, caracteriza fuertemente el campo de la investigación jurídica en general, casi sin distinciones de geografías nacionales. Esta característica se constituye en una seria dificultad, especialmente en el ámbito científico institucional, cuando se trata de legitimar y validar resultados.

Nos referimos a la carencia de investigación empírica en el ámbito de la investigación jurídica o, dicho de otro modo, a la carencia de investigación respecto al funcionamiento real de individuos o instituciones de la cultura legal vigente.

El impacto de esta situación se evidencia si tenemos en cuenta lo dicho más arriba respecto al tipo de problemas generales que pueden señalarse como estrictamente jurídicos. Son problemas que atañen al funcionamiento, necesidad de modificación o incluso establecimiento de instituciones o procedimientos que garanticen la eficacia/eficiencia del sistema normativo.

Es de destacar además que, en el caso de trabajar sobre ese funcionamiento real, se produce un recorte alrededor de la figura del juez. Este recorte se constituye en un reduccionismo a tener en cuenta pues implica el desconocimiento del complejo entramado de operadores del Derecho que caracteriza a nuestras sociedades de alta integración y estructuración.

Quizá una posible explicación de estas carencias o recortes pueda encontrarse en la traslación –casi natural– de los modelos jurídicos de interpretación como métodos de investigación. Especialmente el modelo/método exegético-deductivo.

Esa traslación es explicada o justificada por la aceptación generalizada de que la sentencia y la explicación científica tienen una estructura simétrica. Nuevamente la reducción a la función del juez como único operador del derecho. Estamos aquí ante la perspectiva tradicional que caracteriza al conocimiento jurídico como un conocimiento deductivo y, por lo tanto, a la deducción como la forma de razonamiento propia del ejercicio del Derecho que hacen los abogados.

La sentencia judicial es analizada entonces como un modelo-ejemplo de explicación científica, cuya estructura es: las circunstancias del caso y la estructura legal –leyes dadas *a priori*– constituyen las premisas (explanans) y la valoración jurídica lleva a la inferencia de la conclusión entendida como veredictum (explanandum).

En este sentido es interesante no perder de vista los desarrollos de Juan Samaja (1994), quien, de alguna manera, “invierte” la cuestión: no es que la sentencia se asimile a la explicación científica, sino que es la ciencia que se organiza como conocimiento conforme a las pautas del Derecho estatalizado.

La institucionalización de este Derecho –moderno– produce un cambio en la forma de validar un contenido que es el que permite reconstruir el saber y el Derecho mismo de forma deductiva. Así los contenidos se sustentan en tanto deducidos de la matriz jurídica del Estado y no por su carácter persuasivo. Los contenidos surgen entonces argumentativamente como encadenamientos discursivos sometidos a procedimientos lógicos. A su vez, la facultad de juzgar es la facultad de pronunciar el veredictum y, por lo tanto, la sentencia es una enunciación de la verdad. Esto implica además un acceso selectivo a los contenidos y procedimientos.

Nos interesa marcar aquí la coincidencia, aunque desde otra perspectiva filosófica, con los análisis arqueológicos de Michel Foucault que muestran las prácticas judiciales como lugares privilegiados de establecimiento de la verdad en Occidente y las consecuentes relaciones saber-poder que nos caracterizan como sociedad.

Ahora desde una perspectiva estrictamente jurídica, este mecanismo puede leerse también como una suerte de manipulación epistemológica de la ambigüedad expresiva de la ley –o dicho de otro modo, de las lagunas propias del discurso jurídico–. Cuestión que, actualmente, se trabaja fuertemente desde las teorías de la argumentación y que, creemos, avanzan significativamente sobre los problemas de indeterminación jurídica, aunque desde una perspectiva lógico-metodológica, dejando a salvo o sin inmiscuirse con la problemática de la objetividad y neutralidad del intérprete.

### **¿Investigación profesional o saber de expertos? ¿Agenda académica o agenda político-profesional?**

Intentamos ahora responder a las otras preguntas clásicas respecto a la práctica de la investigación, es decir, delinear quién investiga en Derecho, por qué, dónde y cuándo.

El planteamiento de la cuestión de la investigación en el campo jurídico implica ineludiblemente tener en cuenta una situación especial. Por un lado,

la escasa presencia e impacto de la producción de conocimiento jurídico en los espacios estrictamente académicos o universitarios y, por otro, una ingente actividad editorial específica, quizá de dispar calidad y significatividad, pero que responde y aún se adelanta a la demanda de avances de conocimiento específico.

Sin intención de establecer una clasificación, pues creemos que éstas empobrecen siempre la reflexión y la discusión, señalaremos y caracterizaremos entonces dos espacios claros de producción de conocimiento jurídico. Nos interesa describirlos y reconocerlos como tales, sin marcar límites o fronteras definitivos, pues coincidimos con aquellas posturas epistemológicas que marcan la riqueza y potencialidad de los márgenes de las ciencias y las prácticas científicas y de la intersección de las disciplinas en la producción de conocimiento científico. Esas zonas donde al progreso acumulativo de éste se añade la paradoja de la densidad.

Esos dos espacios los denominamos aquí: el de la investigación académica y el de la investigación profesional. Estas denominaciones son tentativas, no definitivas ni excluyentes, y nos permiten precisamente describir esas dos maneras de producir conocimiento jurídico. Significa esto abordar la institucionalización como un territorio en cuyos límites son válidas las reglas del método (Ortiz, 2004), incluso podríamos decir las reglas del juego –con Bourdieu– que instituyen una temporalidad propia y distinta. Esto para subrayar también que no perdemos de vista que los problemas de agenda no son los mismos o no se traducen directamente en problemas de investigación, en tanto la producción de conocimiento difiere no sólo en los tiempos sino también en los objetivos, los espacios de circulación de esos saberes y el público. La figura de un investigador-consultor –de fuerte presencia en el campo jurídico– no tiene perfiles definidos, resulta de una interacción dinámica según las lógicas de funcionamiento institucional en la que los márgenes de lo académico y lo profesional son móviles y no estáticos (Moro, 2000).

La primera, la investigación académica, es, al menos en nuestro país, la investigación universitaria –en tanto es la que se desenvuelve en esta

institución, u otras similares o altamente especializadas, según sus reglas y procedimientos–; es la que atraviesa, en el caso del campo jurídico, por etapas que alternan mayor presencia y productividad a otras en las que tiende casi a desaparecer, especialmente a medida que esos procedimientos se hacen más cerrados y específicos. Es una investigación de carácter doctrinario que se ocupa principalmente de problemas teóricos internos al sistema jurídico mismo. Llamativamente es aquella en la que sobresalen abordajes extra-disciplinarios, aunque casi siempre desde la filosofía y la historia, y –si lo es desde la sociología– la perspectiva es predominantemente teórica.

Nos eximimos de abundar en mayores descripciones en tanto este tipo de investigación comparte características generales con los otros ámbitos disciplinarios.

El segundo espacio, el de la investigación profesional, lo delineamos tomando la noción de intervenciones profesionales (Samaja, 1994), que descripta según el ejercicio propio del campo del Derecho, creemos que acepta esta ampliación. Es lo que en otros tiempos y países se denomina el saber de los expertos. Es alrededor de esta problemática que avanzamos –tentativamente como dijimos– esta clasificación, en vistas de no desconocer este ejercicio de producción de conocimiento y también en vistas de discutir las posibilidades de su recuperación desde el ámbito académico-institucional.

Si la producción de conocimiento, la aplicabilidad, la posibilidad de transferencia y el impacto son algunos de los criterios para evaluar/valorar la práctica de la investigación científica, es posible sostener este espacio como un ámbito de investigación jurídica.

La instalación de temas o prioridades –la agenda– surge aquí fundamentalmente de las demandas desde el poder político y las empresas, en relación entonces con actividades de gestión y/o consultoría, que constituyen precisamente un ámbito importante de ejercicio profesional. Es de destacar en esta agenda la importancia de la aplicabilidad del conocimiento/resultado.

Este ámbito es muy flexible y dinámico, abre y cierra temáticas de investigación ágilmente, según una articulación fuerte con las demandas. Se caracteriza por el abordaje de temas/problemas puntuales que demandan poco tiempo, para pasar a otros.

Una diferencia central respecto a la investigación académica es que este tipo de saber/intervención no está sometido al doble imperativo –al menos con este carácter– de universalización y validación de conclusiones. Estas sí deben lograr eficacia según el problema práctico. Esto no exime de la exigencia de una cierta generalidad que deben alcanzar los resultados y de su contrastación en reuniones científicas. Pero esas conclusiones se mantienen en esa frontera entre pensamiento crítico científico y experiencias profesionales relevantes.

El proceso no se somete a un método determinado aunque sí se buscan regularidades y las conclusiones deben sostenerse argumentativamente. No hay que dejar de señalar, sin embargo, que predomina la apelación al criterio de autoridad. Es decir que no cabe hablar de modos de validación, aunque el espacio sea permeable a exigencias o características del ámbito académico.

El contexto de este modo de investigación no es el académico, sino que lo es el ámbito gubernamental, las empresas, instituciones políticas y, fuertemente en el caso del Derecho, las editoriales.

En el caso de la investigación jurídica el papel de las editoriales es clave, proponen la agenda, previendo temáticas según conflictos o necesidades socio-políticas, seleccionan quiénes se ocupen de los distintos problemas y garantizan la difusión de los resultados. Los criterios seguidos para esta selección de autores posibles de publicaciones son básicamente el prestigio académico –aquí se produce ese margen de contacto potencialmente rico del que ya hemos hablado–, logrado indudablemente a través del ejercicio de la investigación académica y el prestigio por un ejercicio exitoso de la profesión. Quizá esta situación casi excepcional de difusión de los resultados alimenta esa especie de círculo por el que la mejor validación argumentativa se funda en el criterio de autoridad. Es perfectamente reconocible y conocido el circuito de expertos en cada temática.

¿Por qué avanzar en la consideración de este tipo de producción como investigación profesional? No es nuestra intención colaborar en la constitución de lugares de excepción y/o privilegio, sino fundamentalmente recuperar y no excluir formas de producción de conocimiento, sin vulnerar procedimientos o criterios académicos, pero sí abriendo espacios alternativos que, en el caso del Derecho, no necesitan explicar o justificar su impacto o necesidad social.

Además porque estas formas de saber experto o de intervenciones profesionales han constituido –y no sólo en nuestro medio– una cultura disciplinaria claramente reconocible. Una cultura disciplinaria orientada fuertemente al contexto, que tiene como finalidad, por una parte, el acercamiento a los centros decisionales de poder y, por otra, el mejoramiento de la práctica profesional. Una cultura disciplinaria que exige resultados funcionales al medio.

Tenemos presente aquí algunos avances caracterizando la llamada posciencia (Díaz, 2000) como un conocimiento que no necesita validarse por un metadiscurso –¿epistemológico?– sino a partir de su eficacia medida incluso con parámetros económicos.

A modo de gozne y para no escindir estos ejercicios de investigación que proponemos, reiteramos una idea central: se aprende a investigar investigando, se aprende a investigar –casi necesariamente– al lado de un maestro y, por último, no se puede enseñar a investigar separadamente de la teoría, más cuando la intención es formar científicos sociales<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Las afirmaciones y opiniones vertidas en este artículo son el resultado de un ya largo camino de investigación en la Facultad de Derecho, en el que el trabajo compartido y el intercambio han sido significativos, enriqueciendo nuestra mirada sobre el campo del derecho. Mi reconocimiento a todos y especialmente, en los últimos intentos de sistematización de la problemática sobre la investigación jurídica, a Consuelo Ares de Giordano.

## Referencias bibliográficas

- CÁRCOVA, CARLOS MARÍA. **Teorías jurídicas alternativas. Escritos sobre Derecho y Política.** Bs.As., Centro Editor de América Latina, 1993.
- **La opacidad del derecho.** Madrid, Trotta, 1998.
- DÍAZ, ESTHER (ED.). **La posciencia. El conocimiento científico en las postrimerías de la modernidad.** Bs.As., Biblos, 2000.
- FÓSCOLO, NORMA Y SCHILARDI, MARÍA DEL CARMEN. **Materialidad y poder del discurso. Decir y hacer jurídicos.** Mendoza, EDIUNC, 1996.
- HABERMAS, JÜRGEN. **Facticidad y validez.** Madrid, Trotta, 1998.
- MORO, JAVIER. *Problemas de agenda y problemas de investigación.* En: Escolar, Cora (comp.). **Topografías de la investigación. Métodos, espacios y prácticas profesionales.** Argentina, Eudeba, 2000, pp. 113-140.
- ORTIZ, RENATO. **Taquigrafiando lo social.** Argentina, Siglo XXI, 2004.
- SAMAJA, JUAN. **Epistemología y Metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica.** Bs.As., Eudeba, 1994.
- SCHILARDI, MARÍA DEL CARMEN Y OTROS. **Ciencia y derecho. La investigación jurídica.** Mendoza, EDIUNC, 2000.
- ZULETA PUCEIRO, ENRIQUE. *La teoría del derecho ante la nueva filosofía de la ciencia.* En: **Anuario de Filosofía Jurídica y Social**, 18, Bs.As., Abeledo-Perrot, 1998, pp. 159-180.





## Investigación en Economía

### **La Ciencia Económica. Necesidades, escasez y bienestar**

**Zulema Tomassetti de Piacentini\***

La idea central de este capítulo es puntualizar los aspectos más relevantes de la investigación en el campo de la Economía. Fundamentalmente se hace énfasis en las cuestiones más generales sobre qué, cómo, quién y para qué se investiga en el área de la economía. También se hace referencia a la experiencia particular de la autora en los aspectos específicos a que ha dedicado su tarea como investigadora.

La investigación en la Ciencia Económica se puede concebir como un conjunto de actividades en las cuales se relacionan las experiencias del investigador con las observaciones de la realidad y los análisis lógicos conectados con las teorías que tratan de explicar esa realidad observada. La tarea debe ser responsable y cuidadosa y estar centrada permanentemente en la búsqueda de la verdad de modo que conduzca a conclusiones válidas a partir de los resultados obtenidos. Las recomendaciones que surjan deben ser útiles como guía y herramienta orientadora para la toma de decisiones de los agentes económicos intervinientes. La finalidad es lograr, en la forma más eficiente, los objetivos propuestos para esa realidad, la cual se ha estudiado mediante la tarea de investigación sobre su comportamiento.

---

\* La autora es docente e investigadora en la Facultad de Ciencias Económicas de la UNCuyo. Ha sido profesora titular, en el área de Microeconomía, Economía Agraria y Organización Industrial I. Es Profesora Invitada AdHonorem y continúa con sus tareas docentes y de investigación. Colabora en la cátedra Organización Industrial I. En investigación, realiza trabajos en el área de Microeconomía y Economía Regional, especialmente en el estudio del sector Turismo, Transporte y Economía Ambiental relacionada.

e-mail: ztomasse@femail.uncu.edu.ar

## **Objetivo de la disciplina**

Para responder a las preguntas planteadas en el campo de la Ciencia Económica es necesario en primer término tener una noción de cuál es el objetivo y el contenido de esta disciplina.

La Ciencia Económica se ocupa de analizar los hechos, fenómenos o sucesos y circunstancias que ocurren en la realidad y que tienen relación con las acciones de los individuos en su afán de satisfacer sus necesidades frente a la existencia de recursos escasos, de modo que puedan alcanzar el máximo bienestar posible.

La Ciencia Económica, con su amplio desarrollo científico en aspectos teóricos y empíricos, tiene como objetivo último lograr que los individuos puedan satisfacer la mayor cantidad de necesidades, las cuales son ilimitadas en número frente a los recursos que son de limitada disponibilidad y, además, tienen usos alternativos.

Podría llamarse la CIENCIA DE LA ESCASEZ. También se puede ver como la ciencia que trata de hacer que el problema económico no ocupe un lugar prioritario en cada ser humano o, en otras palabras, que no le genere angustia sobre todo en lo que se refiere a tener seguridad en la satisfacción de las necesidades básicas.

Del análisis de esos fenómenos complejos de la realidad surgen los modelos con sus relaciones, las teorías y las leyes económicas que señalan cuál es el camino para lograr la optimización del bienestar mediante el uso eficiente de los recursos escasos, con lo cual se logra el objetivo básico de la Economía como ciencia.

Una eficiente utilización de los recursos implica suponer una conducta racional por parte de los agentes económicos. Ese supuesto considerado al analizar la problemática económica implica que cada individuo trata de optimizar (maximizar o minimizar) alguna de las variables que son objeto de las relaciones económicas en las que interviene. Si es empresario tratará, por

ejemplo, de maximizar sus ingresos netos. Si es consumidor, su actitud será maximizar su nivel de satisfacción al gastar sus ingresos en determinados bienes de consumo o inversión. También intentará minimizar los costos que corresponden a cada acción que lleve a cabo para satisfacer sus necesidades o para lograr un determinado nivel de producción y/o consumo. El supuesto de racionalidad, con el cual puede lograr la optimización en los resultados de sus acciones, generalmente está presente en los análisis sobre la conducta del agente económico.

Por lo tanto, las teorías o modelos elaborados para explicar los hechos a que da lugar la actividad económica llevan implícitos supuestos simplificadores aunque en la realidad a veces no se cumplen. Pero lo importante es destacar que la validez de una teoría no depende de la veracidad de los supuestos incorporados en el análisis, sino que debe valorarse a través del poder predictivo que tenga sobre la realidad a la cual se aplique. Es decir, lo que se valora es si esa teoría sirve para anticipar lo que va a ocurrir frente a determinados acontecimientos, independientemente de los supuestos involucrados.

## **¿Qué se estudia e investiga en Economía?**

Dada la complejidad de los fenómenos económicos, existen grandes divisiones en la Ciencia Económica que han permitido facilitar y profundizar el análisis de los mismos. Son las siguientes:

- ECONOMÍA POSITIVA Y ECONOMÍA NORMATIVA
- MACROECONOMÍA Y MICROECONOMÍA

La ECONOMÍA POSITIVA analiza la realidad tal cual es, sin juzgar si es buena o mala. No ofrece juicios de valor. Las teorías explicativas de la realidad pertenecen a la Economía Positiva. Es la parte objetiva de la economía en la cual se estudian las relaciones económicas tal como se observan en la realidad, sin emitir juicios de valor. Por ejemplo, si en un determinado

mercado, naturalmente competitivo, se realiza control de precios en lugar de que estos se establezcan mediante la interacción de la oferta y la demanda, provocará la escasez del producto si ese precio fijado arbitrariamente es inferior al que se determinaría libremente. Entonces, la teoría predice que aparecerá un mercado negro donde se consigue el producto a un precio superior aún al del mercado libre.

La Economía Normativa o Economía del Bienestar, en cambio, se ocupa de juzgar la bondad o no de la situación existente en la realidad, de acuerdo a determinados estándares o juicios de valor aceptados por la sociedad. En el caso mencionado antes de fijación arbitraria del precio, se generan ineficiencias que en última instancia se traducirá en pérdida de bienestar. Otro ejemplo puede verse en el caso de una sociedad donde la riqueza está concentrada en unos pocos. Esta rama de la Ciencia Económica juzga que una distribución más equitativa del ingreso personal sería deseable.

La Economía Positiva dice LO QUE ES tal realidad, es decir, cómo se comporta, sin emitir juicios de valor.

La Economía Normativa dice LO QUE DEBERÍA SER esa realidad de acuerdo con aquellas premisas de alcanzar el máximo bienestar con la restricción de los recursos escasos. Es la que evalúa y da las pautas a seguir acerca de las políticas económicas que deberían ser aplicadas para conducir a la sociedad al óptimo bienestar teniendo en cuenta las leyes económicas, teorías, premisas y relaciones establecidas por la Economía Positiva.

En otras palabras, la Economía Positiva se encarga de encontrar las relaciones entre las variables económicas de modo de llegar a determinados resultados bajo ciertas condiciones y supuestos simplificadores de la realidad. Existen leyes que se cumplen dadas determinadas condiciones. Se han elaborado teorías explicativas de la realidad en sus diferentes facetas y se han ideado modelos matemáticos, y econométricos, que interrelacionan las variables operantes en determinados escenarios, todo esto con el afán de tener más elementos que permitan predecir lo que se espera que ocurrirá en el futuro en determinadas condiciones.

La Economía Normativa se nutre de los resultados obtenidos por la Economía Positiva a través del análisis de las variables económicas en forma objetiva y de los postulados provenientes de las teorías a las que ha arribado. Entonces, la Economía Normativa emite juicios de valor sobre la bondad o inconveniencia de aplicar tal o cual medida. Señala las pautas a seguir para que las políticas públicas y las acciones privadas tengan un soporte teórico con el cual se pueda lograr el objetivo del bienestar en una determinada economía de acuerdo con las limitaciones existentes.

Es necesario señalar nuevamente que los supuestos simplificadores que forman parte de las teorías explicativas de la realidad en determinadas situaciones concretas, pueden no ser realistas, pero si esa teoría explica y predice el comportamiento y los resultados de las relaciones entre tales variables, puede considerarse válida.

En cuanto a la MACROECONOMÍA, es la rama de la Ciencia Económica que se ocupa de las grandes magnitudes económicas. Toma a la economía, ya sea de una provincia, país, región o del mundo, como un todo. Analiza en el ámbito global las variables económicas agregadas tales como producto bruto interno (nacional, regional o local); valor agregado neto; Ingreso total, inversión total (neta o bruta); gasto público; Ingresos fiscales; cantidad de moneda en circulación, deuda externa e interna, etc.

En cambio, la MICROECONOMÍA se ocupa de analizar las conductas individuales de los agentes económicos como demandantes y oferentes en un mercado, de las empresas en su actuación en los distintos mercados, de los individuos como empresarios, consumidores, trabajadores, etc. Se ocupa de la formación de los precios de los bienes y servicios y de los factores productivos que se transan en los diferentes mercados. Analiza las conductas estratégicas que aplican para lograr la optimización de las variables que operan en las diferentes transacciones, etc. El estudio de la formación de los precios en los diferentes mercados es fundamental para descubrir si una economía está cerca o lejos de llegar al óptimo bienestar.

En ambos casos (Micro y Macroeconomía) la intención del análisis es buscar el modo de hacer más eficiente el funcionamiento de la economía, de esas complejas relaciones económicas, de modo que la sociedad en conjunto y en particular cada individuo, se sienta mejor desde el punto de vista del bienestar.

Existe una gama muy amplia de aspectos que son objeto de las investigaciones en el campo de la Economía. Todos forman parte de alguna de las cuatro grandes divisiones mencionadas. Las publicaciones en las revistas de economía especializadas tanto nacionales como extranjeras dan una idea clara de la gran variedad de líneas de investigación, que abarcan las relaciones económicas con todas sus problemáticas. Si se mira el área de Macroeconomía, los temas de investigación asociados tienen que ver con Política Macroeconómica, Modelización de la Economía (se establecen modelos de comportamiento de una determinada realidad local, nacional o internacional), Análisis de la Coyuntura Económica, Políticas de Estabilización, Desarrollo Económico, Finanzas (nacionales e internacionales), Política Fiscal y Monetaria. En el área de Microeconomía, los temas de investigación tienen que ver con Economía y Organización Industrial, Políticas de Precios, Regulación de los Mercados, Estructura de los mercados (Competitivos, monopólicos, oligopólicos), Análisis de Formación de los Precios, Evaluación de Proyectos de Inversión, Economía de los Transportes, etc. Otra línea de investigación importante tiene que ver con el estudio de los hechos y experiencias pasadas con sus resultados. Se trata de la Historia de los Hechos y del Pensamiento Económico. Ésta resulta útil para comparar situaciones del pasado con el presente y dar pautas para la orientación en la determinación de las políticas públicas y acciones privadas necesarias para resolver los problemas de la actualidad. Así se pueden mencionar, por ejemplo, estudios sobre moneda y crédito, estructuras de mercados, políticas fiscales y monetarias, economía internacional, crecimiento económico, distribución de la riqueza, economía de la educación y de la salud, economía agraria y recursos naturales, valoración y conservación del ambiente y de los recursos renovables y no renovables,

bienestar y pobreza, economía y organización industrial, conductas estratégicas, empresas privadas, economía de la empresa, organizaciones sin fines de lucro y empresas públicas, economía de los transportes, evaluación de proyectos de inversión, metodologías aplicadas, historia de los hechos y del pensamiento económico, etc. Otros temas relacionados con el proceso de globalización, se refieren a la Integración Económica, Finanzas Internacionales y Mercados de Capitales, Integración Económica y Regionalización, Unificación monetaria, el Sistema Monetario Mundial, Economía Ambiental y Crecimiento Sustentable, Impacto Ambiental y Desarrollo Sustentable

Una buena guía de lo que se investiga en Economía está constituida por las investigaciones de los economistas que cada año presentan sus trabajos en las diferentes reuniones, congresos, jornadas, etc. organizadas por las Instituciones especializadas tanto nacionales como internacionales. Se puede mencionar la Reunión Anual de carácter nacional organizada por la Asociación Argentina de Economía Política (AAEP) que agrupa a economistas del país. Esos trabajos son una fiel referencia sobre la orientación de las investigaciones en Economía y reflejan con claridad las diferentes áreas en que se trabaja. Estas van cambiando el orden de importancia de acuerdo con los problemas más acuciantes que se plantean en la realidad actual. Las prioridades en las líneas de investigación están en estrecha relación con los problemas económicos que afronta un país o una región determinada en los momentos en que se hacen los estudios. Por ejemplo, los problemas actuales más candentes, por los que la sociedad reclama alguna solución, tienen que ver con la distribución del ingreso, la inflación, el empleo, la educación y la salud. La sociedad está reclamando urgentes soluciones para estos problemas.

Otra guía orientadora de los distintos temas abordados por los investigadores en la problemática económica se puede encontrar en las diferentes revistas especializadas tanto nacionales como extranjeras (Journals) en temas económicos como por ejemplo, *American Economic Review*, *Journal of Political Economy*, *Journal of Law and Economy*, *Journal*

of Economic Literature, Journal of Financial Economics, Anales de la Asociación Argentina de Economía Política, Económica de La Plata, etc, como para mencionar algunas de las destacadas en las distintas áreas del conocimiento en estos temas.

La gran discusión en Economía no está tanto en los objetivos económicos que una sociedad pretende alcanzar, sino en cómo lograrlos, cómo hacer para que se satisfagan tales objetivos. El área de discordia surge más en la selección y aplicación de las Políticas Económicas, es decir, en el área normativa. Aparecen las distintas escuelas del pensamiento económico y las distintas posiciones de los responsables de fijar y aplicar las políticas económicas. Estas influyen en la selección de tal o cual medida con la que se intenta lograr un mismo objetivo. Pero, por supuesto, los resultados serán diferentes con la aplicación de una u otra política. Pueden llevar a la economía a acercarse o alejarse del objetivo mismo, tal como lograr el óptimo bienestar, la equidad en la distribución del ingreso, la eficiencia en el uso de los recursos escasos, etc.

### **¿Cómo se investiga en Economía?**

Como en toda ciencia, la investigación en la Ciencia Económica se realiza con la aplicación del “método científico”. El calificativo de científico significa que todo conocimiento al que se arribe con su aplicación debe ser verdadero. Es decir, ésta es la esencia de lo científico y así debe considerarlo todo investigador dedicado al estudio de las relaciones y fenómenos económicos. Las conclusiones, las afirmaciones y las teorías que forman parte del cuerpo de conocimientos de la Economía como ciencia, se consideran verdades que pueden ser comprobadas. Por supuesto que, dado el dinamismo de las actividades económicas y de las relaciones humanas dentro del mundo de la economía, siempre los resultados pueden estar sujetos a revisión para su adaptación a las nuevas condiciones en que se desenvuelve el campo de la Ciencia Económica. Ahora bien, el método científico consta de dos partes que son inseparables, el análisis y la síntesis, o también, la inducción y la

deducción. Estos dos aspectos tienen una importancia fundamental para construir los cimientos teóricos de cada ciencia y, en este caso particular, los de la Ciencia Económica. La forma en que cada investigador emplee estos elementos que ofrece el método científico, depende de los criterios que aplique y de sus preferencias para resolver el problema que tiene que estudiar para llegar a conclusiones válidas. En el análisis lo que trata de hacer el investigador es tomar la realidad a estudiar en su totalidad. Desmembrarla luego en sus componentes para descubrir las causas, la naturaleza y los efectos del hecho o fenómeno estudiado en cada una de sus partes, en todos sus detalles y aspectos. Es decir, de la observación se pasa a la descripción y al examen crítico del hecho, luego a la enumeración, ordenación y clasificación de cada una de las partes, para estar en condiciones de explicar, hacer comparaciones, establecer relaciones y comprender esa realidad en su esencia dentro de las condiciones y ambiente que la rodea. A partir de allí, se puede estar en situación de descubrir algún principio general que regula la existencia del hecho o suceso estudiado. Una vez completado el proceso de análisis, lo que sigue es la síntesis por medio de la cual se sistematiza y se generalizan los resultados, estableciendo alguna ley, teoría o modelo explicativo de comportamiento bajo ciertas condiciones y circunstancias. De acuerdo con esto, la síntesis es la operación final del análisis.

La investigación en Economía, en cualquiera de los aspectos abordados por las cuatro grandes divisiones mencionadas más arriba, se puede orientar de dos maneras: las investigaciones puramente teóricas y las empíricas.

Las investigaciones teóricas indagan sobre las diferentes teorías y modelos de comportamiento ya desarrollados y que forman parte del cuerpo de conocimientos de la Economía como ciencia. Se trata de corroborar su validez actual, modificarlos, ampliarlos o generar nuevos modelos o teorías más adecuadas a la realidad del momento en que se hace el estudio, de modo que expliquen mejor su comportamiento, con el fin de lograr predicciones más acertadas. Es decir, se trata de reducir la incertidumbre que rodea a la selección de las distintas alternativas en la toma de decisiones de los agentes económicos, en el diseño de las políticas públicas y en los resultados

esperados de tales decisiones y políticas. Por esto es que los estudios teóricos están ligados a la realidad para realizar sus comprobaciones

Es frecuente que las investigaciones en economía comiencen por el análisis de una determinada realidad, hecho o fenómeno particular ligado a la actividad de los agentes económicos. Por lo tanto, las investigaciones empíricas estudian un aspecto específico de la realidad, analizan cómo funciona y tratan de aplicar la teoría en vigencia más adecuada o, si no es posible, se establecen nuevas hipótesis que pueden conducir a la proposición de nuevas teorías que permitan descubrir cómo se comporta esa realidad bajo nuevas circunstancias. Se busca información, cuantitativa y cualitativa, desde diferentes fuentes tales como material bibliográfico, marco legal vigente, entrevistas personales, encuestas, trabajos de investigación relacionados con el tema elegido, visita a instituciones y protagonistas directos acerca de la problemática que se va a estudiar, selección de información extraída desde todos los medios al alcance del investigador. Entre ellos se ha incorporado también la fuente informática a través de internet como muy importante. Otra herramienta de reciente aplicación es la técnica de laboratorio o de experimentos controlados para determinar los resultados a través del comportamiento de los agentes económicos seleccionados, simulando situaciones particulares como, por ejemplo, la actuación ante determinadas condiciones de mercado,

Por otra parte, toda investigación será confiable siempre que reúna las condiciones de precisión, seguridad y veracidad necesarias. La precisión exige que las observaciones se realicen con el máximo cuidado, por lo que requiere aplicar mucho criterio y sentido común en cada una de las etapas que debe abordar el estudio. La seguridad debe reflejarse en planear el trabajo sin perder de vista el objetivo que se persigue. En cuanto a la veracidad, las conclusiones deben ser verificadas y confirmadas cuidadosamente. De allí surgen las recomendaciones de qué políticas aplicar que permitan conseguir, en última instancia, la optimización tanto en el uso de los recursos, como en la distribución de los mismos y en la maximización del bienestar, dadas las restricciones o limitaciones existentes, propias de la escasez de los recursos frente a las ilimitadas necesidades de los agentes económicos.

De este modo, las investigaciones económicas pueden contribuir a comprender la importancia de que una economía funcione con reglas de juego claras y estables para que sea menor la incertidumbre que rodea a toda decisión que deba tomarse sobre algún aspecto de la actividad económica.

La cuantificación de la mayoría de las variables económicas está en continuo crecimiento y ha avanzado enormemente con el uso de herramientas estadísticas, matemáticas y econométricas y con la aplicación de nuevas teorías como la Teoría de Juegos, la Teoría de la Agencia y la que se refiere a la Economía de la Información. Estas últimas son de aplicación más reciente y en especial ayudan a explicar el comportamiento de los agentes económicos en sus conductas estratégicas para resolver sus problemas de optimización. Tanto son aplicables a temas de Micro y Macroeconomía como a los aspectos normativos y positivos de ambas. Las mediciones de las variables económicas en general están asociadas a una probabilidad, lo cual implica que también los resultados de las relaciones económicas tienen una probabilidad de suceso. Si bien no se puede lograr certeza absoluta, es preferible disponer de algún dato, aunque con probabilidades de fallo, que no contar con ninguno. La idea es tratar de reducir la probabilidad de los errores en los resultados esperados en la toma de las decisiones de los agentes económicos.

Los resultados del estudio y las recomendaciones dependen, en gran medida, de la calidad de los indicadores de comportamiento de cada una de las variables que intervienen en el problema a estudiar. Se pueden mencionar algunos de ellos tales como índices de precios, tasas de desempleo, movimientos de capital, cantidad de dinero en circulación, producto bruto y neto, ingreso disponible, niveles de educación y salud de la población, inversiones, monto de la deuda externa e interna, etc. Estos son sólo ejemplos. Desde la segunda mitad del siglo pasado se viene perfeccionando todo el instrumental estadístico, matemático y econométrico para ser aplicado a la investigación con el fin de mejorar los resultados y las predicciones. Es decir, la medición de las variables ayuda a completar y comprender mejor los análisis y los resultados cualitativos de una investigación. Es crucial este aspecto de la calidad de los datos e indicadores con que pueda contar el

investigador. No obstante la disponibilidad creciente de estadísticas y bases de datos por parte de organismos públicos y privados especializados, la escasez y confiabilidad de buena parte de la información existente es una constante que influye enormemente en la calidad de los trabajos de investigación en cuanto a las conclusiones y recomendaciones de políticas. Además, en época reciente se han incorporado en el análisis económico conceptos tales como el azar, el tiempo, el espacio, la información incompleta, la irracionalidad, lo cual influye fuertemente en los resultados y en las recomendaciones que surjan del estudio. El investigador debe estar consciente de este problema y sacar conclusiones y resultados sujetos a la probabilidad de fallo.

Por lo expuesto, existe una amplia variedad de prácticas o modos de encarar una investigación en el campo de la Ciencia Económica. Según el tipo de problema a estudiar el investigador debe tomar la decisión de elegir la forma más apropiada según la profundidad que requiera imprimirle al trabajo.

La experiencia personal de la autora sobre investigación en economía la ha desarrollado en el ámbito de Microeconomía y Economía Regional. Ha realizado los trabajos de investigación en su mayoría en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Cuyo como tarea agregada a la docencia. Los trabajos realizados se refieren al análisis de diferentes sectores del quehacer económico provincial y regional (estructuras de mercado, determinación de costos marginales, análisis del comportamiento de diferentes sectores de la economía de Mendoza, con recomendaciones de políticas públicas y acciones privadas, etc.). Se trata de estudios empíricos en los cuales se intenta determinar el tipo de funcionamiento de la realidad elegida, para comprobar si su comportamiento se acerca al óptimo determinado por los postulados de la Ciencia Económica. Por ejemplo, concretamente, determinar si el mercado del transporte aéreo establece sus precios de acuerdo con las condiciones de funcionamiento competitivo o lo hace en condiciones monopólicas u oligopólicas. De allí surgen las recomendaciones de políticas que se puedan aplicar para acercar dicho mercado al óptimo señalado por la teoría de los mercados competitivos o de mercados naturalmente monopólicos u oligopólicos.

Para realizar las investigaciones ha seguido los pasos mencionados más arriba sobre la búsqueda de información, bibliografía general y específica del tema a estudiar, realización de entrevistas a los agentes privados y públicos involucrados en el sector de análisis, elaboración de los datos e información recogida aplicando métodos estadísticos y econométricos cuando es posible hacerlo. Luego viene la etapa de interpretación de los resultados y su contrastación con la teoría o hipótesis de trabajo planteadas al comienzo de la investigación. Después se elaboran las conclusiones de las cuales surgen las perspectivas sobre el comportamiento futuro de las variables involucradas en el sector estudiado y las recomendaciones de políticas tanto para los agentes públicos como privados. La publicación y difusión de los trabajos es importante en la medida que acerquen los resultados a los interesados.

### **¿Quiénes investigan en Economía?**

Las investigaciones las realizan profesionales y especialistas en la Ciencia Económica que están interesados en la problemática de las relaciones económicas. Sus inquietudes los llevan a estudiar para aumentar sus conocimientos y hacer aportes que permitan mejorar el estado de la Ciencia. La finalidad es contar con elementos teóricos y prácticos aplicables a cada realidad económica con el fin de lograr los cambios necesarios para acercar su funcionamiento al óptimo señalado por la teoría. Algunos realizan las investigaciones en forma individual y también se integran en equipos con profesionales del área o con equipos interdisciplinarios cuando es necesario el aporte de conocimientos de otras áreas.

Los investigadores trabajan en diversos ámbitos dentro de instituciones públicas y privadas. Existen institutos que se dedican exclusivamente a realizar investigaciones en el área y también la Universidad reúne una importante cantidad de investigadores que realizan sus trabajos como tarea complementaria a la docencia en cumplimiento de obligaciones curriculares. En cuanto a los institutos específicos de investigación, pueden ser públicos o privados de acuerdo con sus patrocinantes. En general los institutos privados

son financiados por grupos empresarios interesados en esta actividad. Ejemplo de estos en Argentina son la Fundación Mediterránea y la Fundación de Investigaciones Económicas Latinoamericanas (FIEL). Un ejemplo de instituto estatal es el CONICET con sus filiales en distintas provincias. En Mendoza está el Centro Regional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CRICYT) dependiente del CONICET.

En cuanto a la investigación en la universidad, en Mendoza, en la Universidad Nacional de Cuyo, en el ámbito de la Facultad de Ciencias Económicas, se realizan investigaciones en el campo de la Economía, en especial, dentro del sistema de incentivos a la investigación implementado por el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN). En Mendoza, las universidades privadas no registran importantes tareas de investigación. Sin embargo no ocurre lo mismo en el resto del país (Capital Federal, Buenos Aires y algunas provincias) donde existen universidades privadas con prestigio en el ámbito de la investigación en economía. Ejemplos de éstas serían la Universidad de San Andrés, la Universidad Torcuato Di Tella, La Universidad del C.E.M.A., etc. Estas dos últimas se iniciaron exclusivamente con actividades de investigación. Luego incorporaron la parte de docencia universitaria, transformándose en universidades.

En general, los programas de investigación están implementados en algunas universidades del país. Son las que cuentan con un departamento o instituto de investigación económica. En algunos casos, con contenidos y orientación predeterminada en los temas a estudiar y en otros, las líneas de investigación quedan libradas a la elección de los docentes.

Un grupo de investigadores de tipo eventual son los estudiantes aspirantes al título de grado que deben realizar una investigación o tesis para acceder a la licenciatura o doctorado en Economía.

Los cursos y carreras de postgrado que la mayoría de las universidades tiene incorporados en sus actividades habituales, incluyen tareas de investigación que deben desarrollar los alumnos para acceder al diploma.

Esta es otra fuente importante de trabajos cuya orientación responde a los contenidos curriculares de los mismos.

### **¿Para qué se investiga en Economía?**

Existen diferentes motivos por los cuales se realiza la investigación en el área de la Economía. Básicamente la investigación en la Ciencia Económica tiene por finalidad encontrar la explicación de los fenómenos económicos, conocer más profunda y científicamente los hechos ocurridos en una determinada realidad. Encontrar los factores y variables que influyen y determinan su comportamiento para luego transferir los resultados generalizados a los protagonistas interesados de modo de contar con bases sólidas y confiables para la toma de decisiones de los agentes económicos, tanto en el ámbito privado como público. Además, la transferencia puede ser aplicada para enriquecer los temas de las asignaturas que dictan los docentes que emplean parte de su dedicación a la investigación.

También se investiga para ampliar la base teórica de comprensión de los fenómenos económicos y enriquecer la frontera del conocimiento. Generar teorías y modelos explicativos que ayuden a comprender mejor el comportamiento y las relaciones entre los diferentes protagonistas de la realidad económica. Los resultados obtenidos de las investigaciones sirven para inferir impactos de política y/o para diseñar medidas de política cuando se trata de ofrecer a los tomadores de decisiones de la actividad privada y a los políticos, en el ámbito del sector público, herramientas basadas en el conocimiento científico de las relaciones económicas. Si es posible describir mejor la realidad compleja de las relaciones económicas a través de las teorías, modelos y leyes, esto influye positivamente en el diagnóstico socio-económico y contribuye a resolver mejor el problema económico de optimización de las variables intervinientes (maximización del bienestar, uso eficiente de los recursos empleados, etc.), lo cual conduce a la maximización de la producción de bienes y servicios de la economía dados los recursos disponibles, a la óptima distribución funcional de la riqueza, etc.

Otro aspecto se refiere a la investigación en determinados ámbitos y períodos de la historia para ayudar a resolver interrogantes y enigmas que se plantean al analizar la realidad presente. Estos estudios permiten una mejor comprensión de la historia económica, social, política y cultural de los pueblos que sirve de referencia para interpretar la realidad actual.

En última instancia, la finalidad principal de estos trabajos es conocer mejor la realidad para contribuir a la reducción de la incertidumbre que rodea a todas las decisiones que deben tomar constantemente los agentes económicos tanto privados como públicos. Las decisiones económicas se toman en el presente pero sus efectos se producen en el futuro y éste es incierto. Entonces, toda herramienta que ayude a mejorar la información, a reducir la incertidumbre, contribuye a mejorar los resultados de tales decisiones. Si se trata de los consumidores, mejora sus decisiones sobre cómo disponer de sus ingresos presentes y futuros tanto en consumo como en ahorro. Si se trata de los empresarios, contribuye a que la toma de decisiones sobre qué producir, cuánto, cuándo y cómo producir sean las óptimas en el sentido de adecuarlas a las demandas de los individuos en cantidad, en calidad y en costos, haciendo un uso eficiente de los recursos escasos.

## **Reflexión final**

La investigación en Economía constituye una tarea científica tanto si se ocupa del análisis teórico como del análisis concreto de la realidad. Requiere de los esfuerzos necesarios para desarrollar modelos y teorías explicativas que ayuden a mejorar los resultados de su aplicación a una realidad determinada o al análisis de una situación concreta, a la luz de los conocimientos teóricos existentes. En cualquiera de los dos casos, al iniciar el trabajo, es importante la conducta del investigador en cuanto a su preocupación por obtener resultados adecuados a los objetivos propuestos mediante la aplicación de la amplia variedad de herramientas teórico-prácticas de que dispone. Esto implica que debe realizar una acertada elección del instrumental más apropiado para analizar el problema planteado.

## Referencias bibliográficas

- EKELUND, ROBERT, F. Y HÉBERT, ROBERT, F., **Historia de la teoría económica y de su método.** Madrid, McGraw-Hill, 1992
- FRANK, ROBERT H., **Microeconomía y conducta.** Madrid, McGraw-Hill, 1992
- FISHER, STANLEY Y DORNBUSCH, RUDIGER, **Economía.** Madrid, McGraw-Hill, 1986
- FISHER, STANLEY Y DORNBUSCH, RUDIGER Y SCHMALENSEE, RICHARD, **Economía.** Madrid, McGraw-Hill, segunda edición, 1990
- MAX, HERMANN, **Investigación Económica.** México, Fondo de Cultura Económica, 1963
- NAVARRO VILCHES, FRANCISCO, **Los principios morales y económicos, cimiento de la economía normal y del bienestar social.** Mendoza, Facultad de Ciencias Económicas, UNCuyo, 1984
- SAMUELSON, PAUL A., **Economía.** México, McGraw-Hill, undécima edición, 1984
- SIERRA BRAVO, RESTITUTO, **Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios.** Madrid, Paranunfo, 5º edición, 1988
- TIROLE, JEAN, **La Teoría de la organización industrial.** Madrid, Editorial Ariel, 1990
- UNIVERSIDAD DE MORÓN. FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES, **Temas de investigación económica.** en [www.unimoron.edu.ar](http://www.unimoron.edu.ar), N° 1, Jun. 2003 y N° 2, ago. 2003





## Investigación en Lingüística

### Exploración y descubrimiento del lenguaje humano

Liliana Cubo de Severino\*

#### Introducción

Mientras yo escribo y Ud. lee, se está produciendo un fenómeno que muestra una de las capacidades más singulares de los seres humanos: las ideas que están en mi mente están siendo recreadas en la suya. Este hecho, que asumimos como algo tan natural como respirar, no es tan simple como parece. Hablar, escuchar, escribir y leer son comportamientos muy complejos que solemos representar con la palabra lenguaje y que se hallan presentes en casi todos los momentos de nuestra vida cotidiana. Tal vez por eso sabemos o creemos saber qué es el lenguaje, ya que tenemos una experiencia de muchísimas horas de práctica.

Sin embargo, el lenguaje como objeto de estudio de las disciplinas lingüísticas es un fenómeno muy difícil de describir, por su complejidad y por ser un fenómeno no totalmente observable, entre otras causas ¿Es un fenómeno social o individual? ¿Es biológico o cognitivo? ¿Requiere un estudio humanístico o computacional?, ¿Sincrónico o diacrónico? ¿Es una capacidad innata o se aprende en contacto con el medio? ¿Es una creación cultural o un instinto? La respuesta parece ser que es todas esas cosas y algunas más (Pinker, 1995). Por esa razón las ciencias que lo estudian suelen abordarlo desde diferentes perspectivas, recortando el objeto y diferenciando la metodología, desde distintas disciplinas e interdisciplinas que en conjunto reciben el nombre de CIENCIAS DEL LENGUAJE O LINGÜÍSTICA en sentido amplio.

---

\* Doctora en Filosofía y Letras, especialidad Lingüística. Profesora titular de la cátedra de Psicolingüística y Sociolingüística en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo. Investigadora independiente de la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico del CONICET.  
e-mail: ernesto@supernet.com.ar

A esta complejidad se suma el hecho de que es un fenómeno que ha sido estudiado desde la antigüedad y las respuestas que se han dado a través del tiempo constituyen un inmenso campo de teorías hipotéticas - muchas de las cuales están aún vigentes- que en algunos casos se complementan y en otros se oponen.

A fin de presentar un panorama ordenado, que pueda ser comprendido por quienes no están iniciados en su estudio, en la primera parte de este capítulo intentaré hacer una clasificación de las diferentes Ciencias del Lenguaje, ejemplificando el tipo de análisis y mostrando la clase de problemas que les interesan. Esta presentación corresponde a una visión de las Ciencias del Lenguaje como complementarias. Creo que la Lingüística como ciencia ha seguido una trayectoria ascendente y se ha ido enriqueciendo con la incorporación de nuevos niveles y perspectivas que llevan hacia una Lingüística Integral (Coseriu, 1978), posición que no todos los investigadores comparten.

En la segunda parte, a fin de ejemplificar con un poco más de detalle una de estas orientaciones, mostraré un tipo de investigación que realizamos en el Instituto de Lingüística de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo.

### **¿Quién estudia el lenguaje? ¿Qué estudian las Ciencias del Lenguaje?**

Tal como hemos expuesto, el mayor problema de la Lingüística ha sido definir el objeto, alcances y límites de su estudio. Seguir la trayectoria de los estudios lingüísticos, con una extrema simplificación, permitirá distinguir lo que constituye la Lingüística Integral: el estudio de la LENGUA como sistema y como norma social, el estudio del HABLA como uso individual y el estudio del LENGUAJE como capacidad humana universal de semiotizar la realidad, de crear y transmitir información, de comunicarse por medio de un lenguaje verbal doblemente articulado. Todos estos abordajes consideran los niveles fonológico, morfológico, sintáctico y semántico. Algunos de ellos incorporan también el nivel pragmático, según explicaremos más adelante.

## La lengua como sistema

Hasta principios del siglo XIX la Lingüística no aparecía como una ciencia independiente y compartía su objeto con la filosofía, la historia, la literatura y en general todos los estudios humanísticos. Los primeros intentos por diferenciarla surgieron con los historicistas y comparatistas que estudiaban la evolución de las distintas lenguas a partir de un tronco común, pero fue Ferdinand de Saussure (5ª ed.1979) el que a principios del siglo XX hizo el primer recorte y limitó el campo de la Lingüística como ciencia al estudio de la lengua, es decir, el sistema de signos verbales que combinan un contenido o SIGNIFICADO con una expresión o SIGNIFICANTE (si lo comparamos con otro tipo de signo, el semáforo, el SIGNIFICADO es AVANZAR y el SIGNIFICANTE es el color verde). De esta manera Saussure relacionó a la Lingüística con la Semiología o estudio de los sistemas de signos. Este recorte le permitió delimitar el objeto de estudio y eliminar la variación que se observa en el lenguaje. Este tipo de análisis llevó a los estructuralistas que lo siguieron a establecer reglas que describen cada una de las lenguas o idiomas: el sistema del inglés, el sistema del español y un largo etcétera. Quedó así fuera del estudio científico todo lo que se denominó HABLA y que se refiere al comportamiento individual, de cada persona, al usar el lenguaje en situaciones concretas, en un espacio y un tiempo.

Determinó, además, como una segunda limitación en cuanto a la unidad de análisis, que el estudio de la lengua termina en la oración, por lo que también quedó fuera de la ciencia Lingüística el estudio del texto o discurso, que es la manera que usan naturalmente las personas para comunicarse.

El estudio de la LENGUA COMO SISTEMA es una de las perspectivas actuales, que suele llamarse LINGÜÍSTICA PROPIAMENTE DICHA y engloba teorías tan diferentes como el estructuralismo, generativismo, Lingüística matemática, Lingüística lógica entre otras, con principios y metodologías que se oponen en algunos casos y se complementan en otros. El estudio del sistema comprende el análisis de los diferentes niveles de la doble articulación y es abordado por la fonología, morfología, sintaxis y semántica, con o sin formalización, como sistema gramatical correspondiente a las distintas lenguas o idiomas. En algunas formulaciones más actuales, este tipo de estudio ha extendido su unidad de análisis al texto.

Veamos un ejemplo prototípico de este tipo de estudio de la lengua, que tiene como objetivo describir la estructura de la oración: el ANÁLISIS SINTÁCTICO DE LA ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LA ORACIÓN, SEGÚN LA TEORÍA ESTRUCTURALISTA DE LOS CONSTITUYENTES INMEDIATOS ( Simone, 1993):

El lingüista parte de la idea de que la estructura está oculta en el enunciado y para identificarla y describirla debe descubrir los constituyentes por descomposición y establecer su relación jerárquica. En la oración Pedro duerme en su habitación, el análisis (y perdonen los expertos la excesiva simplificación) distingue dos componentes: Pedro + duerme en su habitación, si seguimos con la descomposición, en el segundo componente distinguimos: duerme + en su habitación; en + su habitación; su + habitación. La relación jerárquica entre los componentes –que puede representarse a través de un árbol (diagrama arbóreo), con notación entre paréntesis indiciados, o en forma de casilleros– permite descubrir las relaciones sistemáticas entre los constituyentes inmediatos y de esa manera identificar y describir los distintos tipos de estructuras de las oraciones de una lengua.

La Ciencia del lenguaje que estudia la LENGUA, extendiendo su unidad de análisis al texto, Lingüística o Gramática textual, analiza las propiedades de los textos orales y escritos y sirve de base hipotética para el estudio de la norma, del habla y de los procesos cognitivos que realiza el hablante en la producción y comprensión de textos.

### **La lengua como norma o uso social**

Siempre dentro del estudio de la LENGUA y con la oración como unidad de análisis, surgió a mediados del siglo XX un tipo de estudio de la LENGUA COMO NORMA, que tiene como objetivo estudiar la variación que se observa en el uso social de una lengua, según las convenciones de las distintas comunidades lingüísticas o los distintos grupos sociales. Desde esta perspectiva, los lingüistas describen la variación en el uso del lenguaje de comunidades con diferente ubicación espacial (variación diatópica) por ejemplo entre el uso de PIBE en Argentina y CHAVAL en España; la variación entre personas de distinta

clase social (variación diastrática): p.e. “haiga / haya” ; la variación en distintas situaciones, a las que corresponden estilos más o menos formales (variación diafásica): p.e. “can / perro/ choco” y otras variables contextuales. Este tipo de estudio que he ejemplificado en español en el plano léxico, también estudia la variación en la fonética- fonología, la morfología, la sintaxis y la semántica. La interdisciplina que realiza este tipo de análisis es la Sociolingüística, que actualmente ha ampliado su objeto de estudio al habla y su unidad de análisis al texto en algunas escuelas lingüísticas. Su método de análisis, que comparte técnicas con la Sociología, suele aplicarse a un corpus representativo y estratificado de actos de habla reales, preferentemente grabaciones de conversaciones espontáneas; otras técnicas de recolección de datos son las encuestas y entrevistas que reflejan tanto el uso real como la actitud de los hablantes de los distintos grupos sociales hacia su propia lengua y/o hacia otras lenguas. Por ejemplo, el estudio del bilingüismo y el uso del cocoliche, variedad de español usada por los inmigrantes italianos en su interacción con los miembros de la población argentina es realizada por Lavandera (1985) a través del análisis de 50 horas grabadas del habla de 50 inmigrantes italianos de la primera generación en Buenos Aires. El análisis fonológico y morfológico muestra que la elección entre formas que dicen referencialmente lo mismo puede aprovecharse para transmitir significación social y estilística .

Algunas teorías como la de la Lingüística Sistémica Funcional se ocupan de analizar la relación sistémica de la gramática con el contexto social e ideológico y en sus últimas formulaciones incorporan el texto como objeto de estudio. (Martín, J. and Rose, D., 2003)

### **El habla como discurso individual producido en una situación determinada**

El ANÁLISIS DEL TEXTO O ANÁLISIS DEL DISCURSO es una de las Ciencias del Lenguaje que estudia el habla. Es una de las disciplinas lingüísticas que mayor desarrollo ha alcanzado en las últimas décadas, con una gran diversidad de enfoques, teorías y métodos diversos, que ponen en foco diferentes aspectos de los textos: hechos lingüísticos de la enunciación,

estrategias discursivas, relaciones de coherencia y cohesión, tipos de textos y discursos, interacción verbal, relaciones entre el texto y el contexto, entre discurso e ideología, entre otros. El estudio del discurso se enriquece con los enfoques pragmáticos, que intentan mostrar qué hacen las personas al hablar en una situación determinada, qué actos de habla producen en situaciones concretas: si amenazan, prometen, preguntan, mandan, etc.

Un ejemplo de este tipo de análisis, que relaciona discurso e ideología, es el estudio que hace van Dijk (2003) del racismo en los discursos políticos. En ellos muestra cómo el uso de *Nosotros* para referirse a los ingleses y *Ellos*, para referirse a los inmigrantes en Europa, pone el acento en *Nuestros* aspectos positivos y *Sus* aspectos negativos y establece un contraste recurrente que marca la desigualdad étnica y las prácticas sociales discriminatorias, en frases como las pronunciadas por un parlamentario británico: Es inaceptable que nuestros contribuyentes tengan que asumir el gasto que generan ellos, los inmigrantes

*(...) que seguramente encuentran divertido que los ancianos británicos que sobreviven con una modesta pensión tengan que mantener a presuntos refugiados que son simples parásitos.*

El análisis del discurso, en este caso, analiza también la figura del *Nosotros*- víctima y *Ellos*-victimarios, el acto de habla de acusar, la modalidad axiológica que se advierte en el metadiscurso (Es inaceptable) o en el léxico (simples parásitos), la organización de la información, las implicaciones y suposiciones, entre otras estrategias discursivas que se advierten en los enunciados.

### **El lenguaje como capacidad humana de comunicarse por medio de un sistema de signos doblemente articulado**

Este tipo de estudio es abordado, entre otros, por la PSICOLINGÜÍSTICA, Psicología del lenguaje y la NEUROLINGÜÍSTICA. La Psicolingüística y la Psicología del lenguaje estudian los procesos cognitivos que posibilitan la

comprensión y producción del lenguaje y los fenómenos de adquisición y pérdida de la capacidad lingüística (Fodor, 1994; Segui y Ferrand, 2000). Analizan las características funcionales del sistema cognitivo, los conocimientos, los mecanismos y las estrategias que utilizan los hablantes para procesar el lenguaje. Este estudio comprende dos tipos de enfoques: el de la actuación (PROCESOS Y REPRESENTACIONES MENTALES) y el de la competencia (CONOCIMIENTO DEL SISTEMA LINGÜÍSTICO QUE TIENE EL SUJETO) y apunta a la descripción cognitiva del lenguaje como un conjunto de operaciones mentales.

La Neurolingüística estudia las bases neurológicas del lenguaje, la actividad cerebral implícita en el lenguaje en personas normales y con patologías. El contacto con las Neurociencias le permite acceder a información como la aportada por las técnicas de neuroimagen, por ejemplo, que muestran las estructuras cerebrales que se activan o tienen mayor consumo metabólico durante determinadas tareas verbales.

Los principales métodos y técnicas de investigación utilizados para analizar el lenguaje como capacidad humana universal son la observación, la experimentación con variables controladas –métodos comunes a otras ciencias– y la simulación. La simulación cognitiva, que utiliza métodos de la Inteligencia Artificial, consiste en comprobar si las teorías psicolingüísticas son acertadas traduciendo a un lenguaje de programación las hipótesis acerca de los procesos que ejecuta la mente humana al realizar ciertas tareas verbales. Si se comprueba que los resultados obtenidos al ejecutar el programa de computación concuerdan con las predicciones de la teoría, el modelo queda confirmado. La simulación cognitiva es hoy una importante fuente de datos.

Existen, además, algunas teorías cognitivas relativamente recientes que relacionan lenguaje y cognición, como la SEMÁNTICA COGNITIVA, representada por George Lakoff (1987), Ronald Langacker (2000), Leonard Talmy (2003) entre otros, que investigan las estructuras de conocimiento que se relacionan con los significados en los llamados MODELOS COGNITIVOS IDEALIZADOS. Estos estudios parten del presupuesto de que los significados de una construcción

gramatical no son computables ni predecibles mediante reglas generales sino que están motivados por el significado de ésta. Un nuevo enfoque de la metáfora les permite demostrar que el mecanismo por el cual los seres humanos comprenden acciones o situaciones abstractas en términos de algo más familiar y conocido, es un fenómeno que tiene mayor generalidad que la que tradicionalmente se le atribuía. Por ejemplo, analizan expresiones del lenguaje cotidiano como ME LAS PAGARÁS O YA TE AJUSTARÉ LAS CUENTAS y otras como TE DEBO UNA O ESTOY EN DEUDA CONTIGO y muestran la asociación entre las relaciones interpersonales y las transacciones comerciales, en el lenguaje de todos los días (Santos Domínguez et al, 1996).

Además de las orientaciones teóricas, existe un amplio campo de estudios del lenguaje que reciben la denominación de LINGÜÍSTICA APLICADA. En estas investigaciones se atiende a problemas que surgen tanto en el conocimiento como en el uso del lenguaje (competencia y actuación). El mayor caudal de estudios de este tipo se refiere a la relación lenguaje-educación. La enseñanza-aprendizaje de lengua materna y de lenguas extranjeras, de lectura y escritura son algunos de los temas que se abordan en este tipo de investigaciones. Otra rama de reciente desarrollo dentro de la Lingüística Aplicada es la que se llama Ingeniería Lingüística y se relaciona con la Inteligencia Artificial para resolver, por ejemplo, problemas de automatización del lenguaje y de traducción. Desde esta perspectiva, la Lingüística Computacional se ocupa de la generación y el análisis automáticos de textos, o sea, de la emulación informática de la producción y la comprensión de textos ,a partir de hipótesis provistas por la Lingüística strictu sensu. Este tipo de estudio analiza las propiedades de los textos escritos como resultado o producto y no analiza el proceso cognitivo que lo posibilita (Castel y Miret, 2004).

Es importante recordar que esta clasificación de las Ciencias del Lenguaje en tres grandes vertientes, es una simplificación destinada a facilitar la comprensión del lector no acostumbrado a leer textos de Lingüística. La realidad de estos estudios es mucho más compleja y está recorrida por las interrelaciones entre las distintas posiciones teóricas y las distintas

interdisciplinas. Teorías como el Generativismo de Noam Chomsky (1982), por ejemplo, desde la formulación inicial como Gramática Generativo Transformacional hasta versiones más actuales muestran, en su evolución a través del tiempo, cambios teóricos fundamentales que hacen muy difícil su ubicación en una vertiente específica.

Una vez presentadas las principales perspectivas desde las que se estudia el fenómeno lenguaje, en la próxima sección veremos con un poco más de detalle, y a modo de ejemplo, la investigación aplicada que llevamos a cabo en el Instituto de Lingüística de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo sobre procesos de comprensión, desde una perspectiva psicolingüística<sup>1</sup>.

### **El estudio del proceso de comprensión lingüística de textos escritos. ¿Cómo, por qué y para qué?**

En Psicolingüística, como en la mayoría de las disciplinas, se busca mejorar la representación del objeto de estudio para explicar su complejidad. Describir y explicar el proceso mental que realiza un sujeto cuando produce, comprende o adquiere el lenguaje, desde el punto de vista teórico, es el primer paso necesario para la posterior propuesta de modelos de enseñanza-aprendizaje que tiendan a optimizar esos procesos.

Dado que existen ya modelos de proceso suficientemente desarrollados, el grupo de investigación decidió abordar, desde esos modelos, un problema que se presenta en nuestra sociedad: alumnos que leen pero no comprenden.

---

<sup>1</sup> Programa de investigación sobre “Los procesos de comprensión y producción de textos académico científicos. Herramientas para su escritura”. Instituto de Lingüística. FFL. Instituto Balseiro. UNC. 2003- 2004. Programa de Incentivos de Secretaría de Ciencia y Técnica ,Ministerio de Educación de la Nación,- Secyt, Universidad Nacional de Cuyo: Director: Cubo de Severino, L. Codirectores: Castro de Castillo, E.; Borsinger de Montemayor, Ann y Cuadrado, Guillermo; Investigadores: Ejarque D.; Dúo de Brottier,L.; Prestinoni de Bellora, C.; Puiatti, H.; Vega, A.M.; Támola, D. ; Lacon de de Lucia, N. Sacerdote, C.; Bosio, V.; Gazali, A.; Zanni, A.; Girotti, E.; Milone, R.; Müller,G.y M. Carbonari (becaria)

La comprensión de textos es un problema que afecta a numerosos estudiantes que no han desarrollado las estrategias de comprensión lectora en un grado suficiente para el nivel educacional en el que se encuentran. A fin de saber cuáles estrategias han desarrollado y cuáles no, el equipo de investigación decidió diseñar un instrumento de diagnóstico de procesos y resultados que permitiera establecer de manera válida, confiable y selectiva el grado de desarrollo lector alcanzado por lectores jóvenes y adultos, de acuerdo con variables predeterminadas.

Luego de una revisión de las principales teorías sobre comprensión de textos desde una perspectiva psicolingüística, discursiva y cognitiva, se decidió partir del modelo de procesamiento estratégico del discurso de Teun van Dijk y Walter Kintsch (1983) con las modificaciones de van Dijk (1990, 1997, 2003) por su fuerte poder descriptivo y explicativo. Este modelo permite conocer cómo funciona la memoria de corto y largo plazo, la atención, los procesadores perceptuales y lingüísticos y otros componentes del sistema cognitivo que intervienen en el proceso de lectura.

El modelo de comprensión que sirve de base al instrumento de evaluación considera que cuando un lector comprende un texto escrito, construye un modelo texto-contextual ( van Dijk, 2003) o representación mental subjetiva, de tipo experiencial en la que une texto y contexto. Este modelo texto-contextual incluye tres niveles de representación que se dan en forma simultánea en la mente del lector:

1. la representación de un modelo de la situación comunicativa en la cual el lector con sus intenciones e ideología lee lo que el autor con sus intenciones e ideología escribió, de acuerdo con las convenciones de un género, en un espacio y tiempo determinado;

2. la representación de un modelo de texto base en el que aparecen elaboradas las diferentes estructuras del texto: superestructura, macroestructura y microestructura;

3. la representación de un modelo de evento en el que los objetos e individuos, participantes de los hechos referidos en el texto presentan propiedades y contraen relaciones.

¿Cómo construye el lector estos modelos? A partir de sus conocimientos previos y de los significados o representación semántica de lo que expresa el texto.

Para caracterizar los conocimientos previos, como todos sabemos, los psicólogos reconocen la existencia de distintos sistemas de cognición entre los que se encuentra una memoria de largo plazo (MLP) en la que los seres humanos guardamos, por una parte, nuestras experiencias personales episódicas, referidas a lo que nos ocurre todos los días y por otra parte, guardamos creencias o conocimientos más generales que compartimos con los miembros de nuestro grupo cultural.

Estos conocimientos se archivan como modelos cognitivos con los que representamos el mundo, con los que tratamos de entender los distintos fenómenos que nos rodean y los textos orales y escritos que se refieren a esos fenómenos. Podemos tener modelos más o menos completos según cuán “expertos” seamos en un dominio. Sobre algunos fenómenos como la electricidad, por ejemplo, tal vez los profesores de lengua tengamos sólo modelos folk o de sentido común pero de otros fenómenos como por ejemplo el lenguaje, tenemos modelos científicos contruidos a través de un arduo estudio de textos de la disciplina. Pero además de estas variaciones personales extremas en cuanto al conocimiento del mundo, existe un conocimiento sociocultural básico, un fundamento común o *common ground* según van Dijk (2003), que aceptamos todos los miembros de un grupo o de una cultura y que generalmente no discutimos. Estas creencias compartidas son representaciones mentales que forman la memoria social y son lo que la escuela enseña y los estudiantes de universidad saben (o deberían saber) al ingresar. Son modelos cognitivos intermedios que nos permiten entender los discursos de todos los días, los discursos de los medios masivos de comunicación dirigidos al hombre común educado y los textos que se utilizan en los distintos niveles educativos.

Estos conocimientos o modelos cognitivos previos son reformulados a medida que el lector lee un texto. Como resultado de esta re-elaboración el lector construye en forma simultánea, mientras lee, los tres tipos de representaciones mentales antes mencionadas: el modelo de situación comunicativa, el modelo de texto base y el modelo de evento, utilizando distintos tipos de estrategias en cada caso.

A partir de este modelo de comprensión diseñamos un instrumento que nos permite diagnosticar qué estrategias ha desarrollado suficientemente el lector y cuáles son los procesos que no consigue realizar o que realiza en forma deficitaria.

A fin de probar su eficacia se aplicaron diferentes baterías de pruebas de comprensión con método de evaluación a posteriori, a 300 jóvenes lectores de entre 13 y 15 años, que asistían a diez escuelas diferentes del Gran Mendoza. Se utilizó el instrumento diseñado con un sistema de triple clasificación de las preguntas, en pruebas objetivas de múltiple opción y de respuesta abierta. Los resultados mostraron que el instrumento permite obtener información diferenciada referida al uso de estrategias por parte del lector. Los datos obtenidos admiten un análisis del comportamiento verbal individual y grupal y hacen posible diagnosticar el nivel de desarrollo de los alumnos en relación con el grupo, estratificado en lectores expertos, medios e inexpertos. En una segunda etapa, siguiendo el mismo modelo se elaboró un programa de desarrollo de estrategias lectoras que fue probado en un grupo piloto de 165 alumnos, con metodología de pretest y postest en grupos experimentales y grupos de control. Los resultados satisfactorios nos permitieron iniciar el dictado de numerosos cursos destinados a profesores de las distintas asignaturas a fin de que apliquen el instrumento de diagnóstico y de desarrollo de estrategias lectoras como una forma de solucionar el problema planteado. (Cubo et al, 2005)

Frente a los resultados obtenidos, esta investigación aplicada continuó con el estudio de estrategias de comprensión en estudiantes universitarios y

actualmente el equipo estudia la relación comprensión-producción de textos de tipo académico-científico.

### **Comentario final**

En esta exposición sintética solo nos hemos asomado al inmenso y complejo mundo del lenguaje humano y las ciencias que lo estudian. Dado el desarrollo actual de los estudios lingüísticos resulta imposible siquiera mencionar la multitud de teorías que intentan explicar cada plano y nivel lingüístico, cada perspectiva y cada enfoque. Sin embargo, esto no nos debe llevar a pensar que el estudio del lenguaje es una tarea ya hecha. Si bien en algunos aspectos las Ciencias del Lenguaje han avanzado de manera espectacular, queda una gran cantidad de profundas lagunas por rellenar, hipótesis opuestas que no han podido refutarse, teorías que aún no han sido totalmente demostradas. Sin ninguna duda, tanto la investigación teórica como sus posibilidades de aplicación para la resolución de problemas relacionados con el lenguaje tienen aún un largo camino por recorrer.

### **Referencias bibliográficas**

- CASTEL, V. y MIRET, A. M. Generación de textos escritos en un marco sistémico funcional formal. En Castel, Aruani y Severino. Investigaciones en ciencias humanas y sociales: del ABC disciplinar a la reflexión metodológica. Mendoza, Ed. FFL. UNC., 2004.
- CHOMSKY, NOAM. **Some Concepts and Consequences of the Theory of Government and Binding.** Cambridge, MIT Press, 1982.
- COSERIU, EUGENIO. **Gramática, semántica y universales.** Madrid, Gredos, 1978.
- CUBO DE SEVERINO, LILIANA( coord.). **Leo pero no comprendo.** Estrategias de comprensión lectora. Córdoba, Comunicarte Ed., 2005.
- FODORO, J.. **Psicosemántica. El problema del significado en la filosofía de la mente.** Madrid, Tecnosd, 1994.
- LAKOFF, GEORGE. **Women, Fire, and Dangerous Things. What Categories Reveal about the Mind.** University Chicago Press, 1987.
- LANGACKER, RONALD.. **Grammar and Conceptualization.** Berlin, Mouton de Gruyter, 2000.

- LAVANDERAA, BEATRIZ. **Curso de lingüística para el análisis del discurso**. Buenos Aires, Centro Editor de América Latina, 1985.
- MARTÍN, J. AND ROSE, D.. **Working with Discourse**. London, Ed. Continuum, 2003.
- PINKER, STEVEN. **El instinto del lenguaje. Cómo crea el lenguaje la mente**. Madrid. Alianza Editorial, 1995.
- SANTOS DOMINGUEZ, L Y ESPINOSA ELORZA, R. **Manual de Semántica histórica**. Madrid, Ed. Síntesis, 1996.
- SAUSSURE, FERDINAND DE. **Curso de lingüística general**. Buenos Aires, Ed. Losada, 5ª ed. 1979.
- SEGUI, JUAN Y FERRAND, LUDOVIC. **Leçons de Parole**, Paris, 2000.
- SIMONE, R. **Fundamentos de Lingüística**. Barcelona, Ariel, 1993.
- TALMY, LEONARD. **Toward a Cognitive Semantics**. London, MIT Press, 2003.
- VAN DIJK, T. Y KINTSCH, W. **Strategies of discourse comprehension**. N.Y. Academic Press, 1983.
- VAN DIJK, T. **La noticias como discurso. Comprensión, estructura y producción de la información**. Buenos Aires, Paidós, 1990.
- VAN DIJK, T. (ed.) **Discourse as Structure and Process. Discourse Studies: a Multidisciplinary Introduction**. Vol.1 .London, Sage Publ., 1997.
- VAN DIJK, TEUN. **Ideología y discurso**. Barcelona, Ariel Lingüística, 2003.



## Investigación en Arte

### **Arte y parte. La controvertida cuestión de la investigación artística**

**Sonia Raquel Vicente\***

#### **Consideraciones previas**

Las reflexiones que siguen a continuación no han surgido tanto de la lectura de bibliografía como de la observación de la realidad. Desde hace varios años me encuentro a cargo de un curso de Metodología de la Investigación, destinado a los estudiantes del último año de diversas licenciaturas artísticas en la Facultad de Artes y Diseño de la Universidad Nacional de Cuyo con sede en Mendoza.

Llegué a este cargo tras siete años de ejercer un cargo similar, pero en Metodología de la Investigación en Filosofía, en la Facultad de Filosofía y Letras de la misma Universidad.

Durante todos estos años he observado un notable interés, en todas las áreas, especialmente en las de las ciencias sociales por la problemática de la metodología de la investigación: se han escrito y editado numerosos libros y permanentemente se dan cursos sobre el tema, sin embargo, parece que este interés está enfocado ante todo a la investigación en ciencias sociales y al debate que en ellas se ha suscitado entre metodologías cualitativas y cuantitativas.

No hay mucho escrito sobre metodología de la investigación artística, tal vez porque aún no hay suficientes investigaciones artísticas. No hace mucho

---

\* Profesora de Filosofía y Magíster en Arte Latinoamericano, docente investigadora, profesora titular de las cátedras Filosofía del Arte y Seminario de Licenciatura en la Facultad de Artes y Diseño.  
e-mail: sonivicen@hotmail.com

tiempo que las antiguas escuelas y academias de arte se han transformado en Facultades, lo que ha significado el ingreso del arte y de los docentes y estudiantes de carreras artísticas a los circuitos oficiales de investigación.

La experiencia desarrollada en los cursos mencionados me hizo notar las dificultades de aplicar las metodologías en ciencias sociales a un área tan distinta como es la del arte y tuve que renunciar a ese enfoque del problema porque en la práctica no resultaba operativo.

A partir de ahí (de la renuncia) me sentí obligada a buscar una respuesta alternativa que permitiera a los estudiantes de arte realizar investigaciones en el campo artístico (en el cual están formados) sin transformarse en científicos. Un modo de abordar la investigación que les permitiera reconocerse y sentirse cómodos dentro de la carrera que han elegido y al mismo tiempo comprender que la investigación artística no sólo es posible sino que además puede constituir, en el mundo contemporáneo, una fuente laboral importante que hasta el momento es desestimada (por lo general) entre los artistas. Con el deseo de ampliar esta propuesta, de fundamentarla mejor, y de someterla a la consideración pública es que hoy pongo por escrito mis reflexiones.

Antes de abordar directamente el problema de la investigación, me parece conveniente hacer un breve recorrido histórico y problemático sobre la enseñanza de las artes con el objeto de ver de qué manera y por qué las antiguas academias, escuelas y conservatorios son hoy facultades y deben por tanto incorporarse al campo de la investigación.

### **¿Por qué hay que investigar en Arte?**

En las últimas décadas del siglo XX se inicia un proceso por el cual, las instituciones tradicionales de enseñanza del arte (institutos, escuelas, academias y conservatorios) se transforman en facultades, incorporándose a la vida universitaria. De formación terciaria, las artes devienen carreras universitarias. Esto no implica solamente un cambio de denominación para las instituciones, implica sobre todo, importantes consecuencias en el desarrollo de la vida académica y en la actividad de los docentes.

Este proceso no ha ocurrido sólo en Argentina, sino que podemos verificarlo en casi todos los países occidentales<sup>1</sup> y está ligado a las transformaciones producidas por la globalización.

## **La formación de los artistas**

Nos vamos a referir especialmente a los artistas visuales, aunque es posible encontrar muchas coincidencias en la formación de músicos y actores.

Históricamente, los artistas se han formado de tres modos distintos:

El primer modo es el de la FORMACIÓN EMPÍRICA. Esta modalidad predominó en la cultura occidental hasta el siglo XV. Durante esta etapa no hubo distinción explícita entre arte y técnica, ambas eran consideradas actividades que implicaban la realización de ciertos objetos de acuerdo con ciertas reglas. El arte era una destreza, una habilidad. El artista se formaba en un taller, como aprendiz de un maestro. La enseñanza era práctica y pasaba de generación en generación, lo que nos permite calificarla como tradicional. Se trataba de una formación no escolarizada, aunque, y sobre todo a partir de la Edad Media, adquirió una estructura muy ordenada y estable. Su finalidad era, básicamente, lograr que el discípulo aprendiera el conocimiento de las reglas y lograra la habilidad necesaria para formar objetos de acuerdo con ellas.

A partir del Renacimiento, y con los inicios del capitalismo y la incipiente aparición de la burguesía, se produce una transformación, y aparece la FORMACIÓN ACADÉMICA. La Academia surge en los siglos XV y XVI como un ámbito de enseñanza informal, que reacciona contra el carácter cerrado y jerarquizado del mundo medieval, buscando así desligarse del modo de enseñanza corporativo propio del gremio y poniendo en evidencia un espíritu definitivamente moderno.

---

<sup>2</sup> Para conocer cómo se ha desarrollado el proceso en España y otras naciones europeas, véase el texto de RICARDO MARÍN VIADEL, RICARDO LAIGLESIA GONZÁLEZ DE PEREDO, JUAN FERNANDO TOLOSA, JOSÉ, LUIS. La investigación en Bellas Artes; Tres aproximaciones a un debate. Madrid, Grupo Editorial Universitario, 1998.

En los siglos XVII y XVIII la Academia adquiere solidez y se convierte en el marco institucional adecuado para el desarrollo de las transformaciones que requiere la nueva época.

El concepto de arte, de obra y el rol del artista también se están transformando: las artes visuales han dejado de ser consideradas como una destreza y se han convertido en un talento. El artista es el individuo dotado, el genio. El producto realizado pierde su función práctica (ligada a la ornamentación, al culto, a las necesidades cotidianas y sociales, etc.) y adquiere un valor estrictamente estético: es obra de arte, cuya definición incluye la materialización de lo bello y la producción de sensaciones placenteras en el contemplador. La academia es el marco institucional donde se forma un modelo de artista que se adecua a este rol, con criterios claros respecto de qué sea el arte y de cuáles sean las características que deba tener la obra.

*la Academia se proponía educar la mano del artista, pero en mayor grado lo que intentaba era la formación de su mente y la conformación de sus gustos y criterios. No sorprende, por lo tanto que se desarrollara un sistema global en las enseñanzas de la Academia. Todo ello se pudo llevar a cabo porque la Academia se basaba en un concepto determinante de lo que era el arte, en particular el "buen arte", y en qué consistía el proceso creativo.(Barasch: 1999 p. 252)*

Pero la academia es una institución esencialmente formadora. A diferencia de las actuales universidades que además de formar, legitiman las prácticas profesionales a través de los títulos que emiten, en la academia sólo interesan los aprendizajes. En ella el artista aprende a adiestrar "la mirada", a perfeccionar el oficio a través del estudio de la anatomía, la matemática, la geometría, etc. Aprende también a dibujar y el uso correcto de las técnicas (óleo, cincel, etc.). Pero ante todo, adquiere los criterios del gusto y aprende a diferenciar entre lo que es arte y lo que no lo es. Los títulos no son importantes pues la legitimación en el campo artístico no requiere de ellos; se logra a través del reconocimiento del "público de arte" (artistas, críticos, entendidos) y sus circuitos son: museos, salones, crítica.

En el siglo XIX se producen cambios que modifican el paisaje de la cultura estética de occidente. La aparición de la industria, y la posibilidad de reproducir y producir imágenes mediante máquinas (invención de la fotografía, del cine y del gramófono), viene a revolucionar profundamente la esfera de la producción estética: el universo de objetos e información que rodea al hombre occidental se amplía notablemente y su dimensión estética adquiere una importancia creciente. Estamos ante un proceso de estetización masiva del mundo cotidiano que comienza a desarrollarse rápida e inexorablemente. Los cambios en la circulación y consumo de objetos e imágenes, requiere de un nuevo productor estético preparado profesionalmente.

La legitimación de este nuevo productor requiere no sólo de la capacitación sino también del título, se hace necesario entonces crear carreras universitarias que satisfagan la demanda de profesionales. Surge aquí el tercer modo de formación en el campo artístico: la FORMACIÓN PROFESIONAL. Este nuevo profesional universitario debe tener competencias tanto prácticas como teóricas:

- se requiere que domine los nuevos materiales y técnicas que han surgido como fruto de la tecnología (filmación, grabación, informática, etc.);
- se pretende que tenga un buen nivel de comprensión de la realidad que vive y de las características de los sujetos con los que convive, pues a ellos va dirigida su producción;
- se necesita que pueda satisfacer las demandas de la industria de la información y de la comunicación con una variada y constante producción de imágenes (que no apuntan a la perdurabilidad, sino a la fugacidad).
- se espera que logre una aceptable comprensión de los mecanismos de mercado que rigen el mundo contemporáneo.

Para satisfacer las demandas del nuevo mercado se elevan las viejas instituciones formadoras de artistas a la categoría de universidades y aparece la licenciatura en artes como la modalidad propia para la titulación, pues ya dijimos que la legitimación de los nuevos productores requiere de título.

## **Los alcances de las nuevas carreras universitarias**

Las universidades tienen 3 funciones fundamentales: producir, conservar y difundir el conocimiento. La producción de conocimiento es precisamente la investigación, de allí que, recién venidas al concierto de la vida universitaria, las nuevas facultades de arte se ven en la necesidad de ingresar a los circuitos oficiales de investigación.

El nuevo productor no es valorado como un individuo genial, sino como un personaje creativo. Esto significa que ya no se lo entiende como un sujeto privilegiado, dotado de talento innato, sino que se lo considera un individuo que posee competencias que pueden desarrollarse y perfeccionarse a partir de la práctica y el estudio. Este nuevo profesional es capaz de integrarse en grupos de trabajo dependientes de empresas y redes de información, o en grupos de investigación.

Los licenciados no se capacitan sólo en el hacer artístico (aunque éste no pierde el carácter central de la formación) sino que también se los forma para plantearse preguntas, dar respuestas y generar acciones con relación al contexto en que les toca actuar.

La licenciatura se propone, además de la formación en el lenguaje artístico específico, la reflexión en torno al papel de la imagen y de la estética en el mundo contemporáneo, la comprensión de los procesos culturales contemporáneos, y la capacitación para el desempeño en el campo denominado “la industria de la información” (televisión, radio, medios gráficos, cine, internet). Paralelamente, se busca también la capacitación en otra amplia gama de actividades (extensión y gestión cultural en organismos públicos y privados, desempeño en medios de comunicación y desempeño en mercados de arte).

## **Las transformaciones en el rol docente**

Como consecuencia de la transformación en universidades de las instituciones formadoras de arte, y también, como consecuencia de la necesidad de reflexión en torno a las problemáticas artísticas del mundo contemporáneo, surge la necesidad de realizar investigaciones en arte. Al convertirse en facultades, las instituciones de enseñanza artística ingresan en los circuitos de la investigación oficial, lo cual supone tener acceso a subsidios y becas, pero también ciertas obligaciones: categorizarse, realizar investigaciones y legitimarlas mediante los procesos y circuitos existentes, en definitiva, aceptar las reglas de juego impuestas por un sistema ya estructurado con anterioridad.

Pero en el proceso que se inicia las instituciones de arte no sólo deben modificar su prácticas, también deben comenzar a reflexionar sobre su participación en el campo de la investigación oficial y a conquistar posiciones en él.

A partir de aquí ha surgido un gran interés de muchos de los docentes, por iniciarse en las metodologías de la investigación y por conocer las normativas que rigen la confección de informes, monografías, tesis, etc.

## **Investigación y Arte**

Los docentes y artistas que se transforman en investigadores, se hacen muchas preguntas y existe un profundo interés en las respuestas que puedan darse a ellas. La investigación artística ¿existe? ¿qué es? ¿cuál es su objeto? ¿cuál es su método? ¿hay que hacerla? ¿por qué hay que hacerla? ¿quién debe hacerla?

Frente a estas preguntas surgen diversas respuestas que podríamos tipificar en tres grupos: por un lado están los que consideran que la investigación artística es en realidad investigación científica que toma al arte como objeto de estudio, otros la homologan con producción artística y hay quienes, como nosotros, consideran que tiene una especificidad propia.

## **Investigación en (sobre) artes**

Entre quienes comparten esta postura están los que sostienen que la investigación sólo puede ser realizada en el plano de la teoría, en tal sentido, y en el campo del arte sólo puede haber investigación científica sobre el arte, hecha desde cualquiera de las ciencias que se ocupan del arte.

La INVESTIGACIÓN SOBRE ARTES, puede ser definida entonces como aquella investigación que realizan las ciencias cuando toman como objeto de estudio al arte.

Todas las ciencias sociales toman al arte como objeto de estudio. Así por ejemplo, dentro de las ciencias sociales encontramos a la Psicología que estudia los procesos psíquicos del artista y del espectador (la problemática de la creatividad y de la percepción), la Sociología, que estudia los públicos y el rol del artista en la sociedad, la Antropología que estudia las producciones estéticas en sus “relaciones con el otro”, o la Historia que analiza cómo ha sido el arte en el pasado; quiénes han sido los artistas; cuáles las obras y cuál la relación de los hechos artísticos con los históricos y culturales, etc.

Las ciencias naturales, (Química, Física y Biología), circunstancialmente también tocan en sus investigaciones problemáticas relacionadas al arte: el problema del sonido, de los pigmentos, la conservación de obras de arte, etc.

El arte no escapa tampoco a la consideración de las ciencias formales, como la Matemática, que se aproxima en sus estudios a la Música, o que a través de la Geometría auxilia a las artes visuales.

También podemos hablar de una investigación sobre artes realizada desde la Semiótica o desde la Filosofía, específicamente desde una de sus ramas: la Estética.

Todas estas investigaciones toman como objeto al arte, pero lo analizan DESDE LA CIENCIA. Los métodos que utilizan son los propios de cada disciplina.

Estas investigaciones pueden ser realizadas por los artistas, pero con ciertas reservas, ya que éstos tienen una formación específica en el campo del arte y no han sido formados en los marcos teóricos disciplinares ni en el conocimiento de las metodologías propias de las disciplinas científicas. Normalmente, quienes con una formación inicial en el campo del arte se dedican a la investigación científica sobre arte, pasan largos años de su vida adquiriendo las herramientas necesarias para realizar esta tarea.

Mi experiencia como docente de una Facultad de Artes me ha mostrado (infinidad de veces) que suele ocurrir que el docente (sobre todo el joven) o el estudiante de artes, no se percate de la distinción entre su campo de conocimientos y el campo científico, y piense que por ser su actividad el arte, puede hacer cualquier investigación relacionada con el arte. Se embarcan entonces en intrincadas investigaciones sociológicas, históricas, filosóficas, etc. que les traen innumerables dificultades y cuyos resultados no son siempre los esperables. Esto provoca desilusión y frustración y aleja al artista o al estudiante definitivamente de la investigación.

La dificultad radica en que no se advierte con claridad que ciertos estudios o investigaciones son investigaciones científicas que toman como objeto de estudio al arte, pero que se basan en marcos teóricos, procedimientos científicos y prácticas propias de un campo científico determinado.

Esta confusión, me parece, está relacionada con el hecho de que la participación de los artistas en los circuitos de investigación oficial, es relativamente reciente.

### **Investigación como producción artística**

En las representaciones de muchos artistas de nuestro medio la palabra investigación, se relaciona con, y se reserva para el quehacer científico. Cuando se habla de investigación, estos artistas entienden que se habla de una actividad sistemática, caracterizada por la aplicación de un método riguroso, el cual incluye en uno de sus momentos la confrontación con los hechos

naturales y la posterior formulación de leyes científicas con validez universal. En este sentido, estos artistas consideran que su quehacer se halla muy lejos de la investigación. La obra de arte es fruto de la libertad, del talento y de sus habilidades técnicas, y la creación artística dista mucho del estructurado mundo de la ciencia y la investigación.

Para otro grupo de artistas, la actividad artística es investigación, pero no entendida como investigación científica, sino de un modo análogo. Para ellos la creación, que se relaciona con la intuición, la inspiración, la expresión y la práctica, implica una búsqueda y a esta búsqueda la llaman investigación. Sostienen que el artista, a diferencia del investigador científico, realiza una indagación formal y una experimentación con los materiales, pero sin sujeción a la rigurosidad de un método pre-establecido. En esto radicaría, para ellos, la diferencia entre ambas investigaciones: una es libre y la otra está determinada por una rigurosa metodología.

Ante la cuestión: ¿se puede investigar en arte?, la respuesta de estos artistas es un rotundo “no”, para los primeros no corresponde hablar de investigación en el arte, pues investigar es cosa de científicos; para los segundos, el arte investiga pero de otra manera. Y esa otra manera es la PRODUCCIÓN ARTÍSTICA, para ellos el artista en su proceso creativo realiza una investigación sobre los materiales, las formas y las técnicas.

Los artistas que así piensan, batallan para que su labor artística sea reivindicada como investigación, y consideran que la comunidad de investigadores deben reconocer su producción como resultados de investigaciones. Esperan que en los circuitos de investigación se equipare investigación y producción de obras porque, sostienen, vale tanto una obra como un aporte científico.

Creemos que en esto no se equivocan; sin embargo, esta postura enfrenta un inconveniente serio. Las obras tienen circuitos de legitimación que corresponden al campo artístico, (salones, salas de exhibición, museos, mercado, etc.) mientras que las investigaciones se legitiman y se validan en

otros circuitos destinados a tal efecto. Como vimos, estos circuitos existen con anterioridad a la oficialización de la investigación en el campo del arte y requieren que los resultados de la investigación circule a través de ponencias, publicaciones, etc., es decir, que circulen expresados en lenguaje verbal.

### **Investigación artística**

Como alternativa ante estas dos posturas, existe una tercera, practicada por muchos artistas, teóricos y docentes del arte y cuyas características han comenzado a ser objeto de reflexión. Esta es la postura que comparto plenamente. Desde ella se asume que si investigar es producir conocimientos; la investigación artística es aquella actividad que tiene como objeto LA PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS SOBRE EL ARTE Y DESDE EL ARTE. A esto podríamos añadir que la investigación artística implica también la explicitación de los conocimientos producidos en lenguaje verbal (discurso artístico) y su circulación en los ámbitos oficiales de investigación.

Esta definición, distingue a la investigación artística de la investigación sobre artes, la que supone producir conocimientos sobre el arte, pero DESDE LA CIENCIA, como así también la diferencia de la producción artística, que supone la producción de obras, pero no de discursos. La especificidad de este tipo de investigación está en que supone un análisis del arte pero realizado desde el arte. El objeto de la investigación artística es entonces: EL ARTE MIRADO DESDE EL ARTE.

Muchas investigaciones de este tipo que se han realizado en distintos marcos oficiales (informes finales de proyectos, tesinas de licenciatura, etc.) y que he tenido la ocasión de conocer, me han permitido observar que las mismas pueden abordar diversos aspectos de la producción artística y que pueden encarar diversas temáticas, por ejemplo, el análisis de las técnicas y procedimientos, un posicionamiento en el campo artístico, la explicitación de los sentidos de una obra o de una serie de obras, o la explicitación de una poética.

Se podría definir a la poética como una cierta “cosmovisión” que el artista desarrolla en relación al arte en general y a su arte en particular, en ella están implícitas tanto la propuesta estética, la preferencia por ciertos materiales y técnicas, como el conjunto de ideas, sentimientos y valores que tiene cada artista acerca del mundo que vive, del arte del pasado y del arte de su tiempo y de la obra que realiza. Estas ideas, sentimientos y valores operan como elementos constitutivos del quehacer artístico.

En tanto explicitación de una poética, el discurso artístico constituye una producción de conocimiento que realizan los artistas. Dicho de otro modo, a través de su discurso el artista esclarece una poética (la suya o la de otro artista) y con ello produce conocimientos relativos al arte, pero no lo hace en tanto científico o teórico, sino en tanto artista.

El resultado de esta investigación no es la teoría, en el sentido en que estamos acostumbrados a definirla, es decir, como explicación sistemática y coherente de un amplio conjunto de hechos, sino un tipo de conocimiento diferente que hace posible un acercamiento a la obra y al mundo en el que esta se inscribe. En este sentido, la teoría es una respuesta a problemas artísticos, que a diferencia de los problemas científicos (generales y sociales) son VITALES e INDIVIDUALES.

La explicitación de una poética o la resolución de un problema artístico no tiene como objetivo un conocimiento universal, ni leyes generales aplicables a un conjunto de fenómenos (en este caso los fenómenos artísticos), sino que por el contrario, se inscribe en la singularidad de un producto o conjunto de productos. Los resultados de la teoría elaborada no son válidos para otros productos, sino sólo para aquellos que se está analizando, es más, una aplicación universal de tales resultados se presenta como totalmente carente de sentido. Su objetivo no es explicar un aspecto de la realidad sino ofrecer elementos que permitan comprender las conexiones que existen entre la obra, el artista y el mundo.

La investigación artística, entendida de este modo, es novedosa dentro de los circuitos oficiales de investigación. Si bien es nueva en este ámbito, y por

tanto difícil de aceptar, debemos decir que no es totalmente nueva en la historia, se puede afirmar que todos los escritos sobre el arte hechos desde el arte por artistas son un caso de investigación artística, sólo que no se los conoce con este nombre. Entre éstos podemos citar como ejemplos el Canon de Policleto, las reflexiones sobre la pintura de Leonardo, las teorizaciones de León Battista Alberti, las cartas de Van Gogh, los manifiestos vanguardistas, los escritos de Kandinsky, los métodos de actuación teatral, etc.

Estos escritos han sido utilizados por la crítica de arte, por la Historia del Arte y por la Estética como fuente (insumos) para la investigación y el análisis histórico o filosófico del arte. Sin embargo, ninguno de estos escritos es considerado en sí mismo como histórico o filosófico. Son escritos hechos por artistas, no por filósofos o historiadores, en tal sentido no están posicionados en disciplina o ciencia alguna. Tanto los historiadores como los filósofos y los críticos los analizan, los estudian pero los consideran siempre como insumos externos a su disciplina, y nunca han tenido un lugar definido en ninguna disciplina constituida. Actualmente es posible considerarlos como resultados de investigaciones artísticas, es decir, de investigaciones realizadas por artistas que han reflexionado sobre el arte, sin abandonar su condición de artistas.

### **El discurso artístico como investigación**

Entre los filósofos, críticos y científicos del arte no existe consenso acerca del lugar que debe ocupar este discurso artístico. Si hacemos una simplificación del problema podríamos distinguir, por lo menos, cinco posturas distintas frente a la cuestión de cuál sea la importancia que tenga el discurso artístico y a su valor como teoría.

En primer lugar encontramos a los científicos y teóricos del arte que han desestimado estos textos y han minimizado el papel que han cumplido en el desarrollo de las ciencias, la Filosofía o la Crítica artísticas. Se ha argumentado que no pueden incorporarse a ninguna disciplina porque los escritos de artistas son visiones dispersas y asistemáticas que provienen de la

experiencia empírica de sus autores y que contienen ideas no siempre bien relacionadas entre sí. Quedan entonces flotando en un ámbito indeterminado que se relaciona con la actividad artística pero que escapa al plano científico, filosófico o crítico porque no logran superar su condición de meros fenómenos.

En segundo lugar tenemos otros autores, que en la misma línea de los anteriores, consideran a los escritos artísticos como meros escritos literarios, es decir, como producciones artísticas, no teóricas.

En tercer lugar y desde otras visiones, estos discursos han sido recuperados y apreciados como fuentes por las distintas disciplinas que se ocupan del arte. Al decir fuentes estamos diciendo que se trata de testimonios primordiales (en el doble sentido de fundamentales y originarios), que operan como puntos de partida, como insumos básicos, a partir de los cuales estas disciplinas construyen sus saberes. Si bien no son reconocidos como estudios críticos, históricos o filosóficos en sentido estricto, los científicos y teóricos del arte, recurren a ellos para construir sus desarrollos. Desde este punto de vista, se reconoce que el discurso artístico, si bien no pertenece legítimamente al campo específico de ninguna de las disciplinas que se ocupan del arte tiene un destacado valor como dato, testimonio o ilustración de lo que ha acontecido, de lo que se ha pensado o valorado en una época determinada.

En cuarto lugar encontramos a quienes quieren revalorarlos y restituirles un valor teórico, pero lo hacen tímidamente, con mucha cautela y sin desligarse de algunos prejuicios. Estos autores, los ubican en un dilatado espacio al que suelen denominar Teoría del Arte, noción que les resulta ambigua e imprecisa. Al parecer, se trataría de un terreno resbaladizo y no bien delimitado en el que se incluye todo lo que siendo expresión verbal de pensamientos, no encuentra un adecuado (y definido) lugar en las ciencias, la crítica, la filosofía o la producción artística.

Por último, y en quinto lugar encontramos a otros autores quienes, con menos reparos de erudición, definen más claramente a la TEORÍA DEL ARTE y la

consideran como un ámbito amplio y tolerante en el que confluyen los resultados de la estética (filosofía) de la crítica y de todas las ciencias sociales que se ocupan del arte, como así también los aportes del propio discurso artístico. En este espacio teórico más general y relajado, el discurso artístico se integra a los discursos teóricos puros.

Particularmente adhiero a esta última postura. Desde ella considero que los discursos artísticos deben estar cercanos a la Estética, a la Crítica y a las ciencias que se ocupan del arte, aunque no se confundan con ellas. Conforman parte de un conjunto mayor, la Teoría del Arte, a la que podríamos definir con un territorio interdisciplinario que recoge los aportes tanto de la Filosofía (Estética), de las ciencias que se ocupan del arte, y de la Crítica, como de los discursos artísticos y de todos los restantes saberes que puedan contribuir a clarificar las problemáticas artísticas y estéticas. Si bien, estos discursos son el fruto de puntos de partida diferentes, de marcos teóricos distintos y de metodologías diversas, no podemos negarles su status de TEORÍA, en el sentido de conocimiento.

Así el discurso artístico queda incluido dentro de la teoría, y considerado como una forma de conocimiento que toma como objeto de análisis al arte pero al tratarse de un conocimiento producido por los artistas, y con estrategias propias, podemos agregar que se ha producido desde el arte, esto es, no se trata de conocimiento científico, sino de una mirada que aborda al arte desde el arte mismo.

### **Referencias bibliográficas:**

- BARASCH, MOSHE. **Teorías del arte De Platón a Winckelmann**, Madrid, Alianza, 1999. 311p. (Arte y Música).
- EFLAND, ARTHUR. **Una historia de la educación del arte**. Buenos Aires: Paidós, 2002.
- MARÍN VIADEL, RICARDO; **Juan Fernando Laiglesia y José Luis Tolosa**. La investigación en Bellas Artes; Tres aproximaciones a un debate. Madrid, Grupo Editorial Universitario, 1998.

ROMERA DE ZUMEL, BLANCA. **Historia de la enseñanza de las Artes Plásticas en Mendoza.** En: Revista de la Junta de Estudios Históricos de Mendoza. Tercera época, N° 2 (1998) p. 225-245.

TATARKIEWICZ, WLADISLAW. **Historia de seis ideas. Arte, belleza, forma, creatividad, mimesis, experiencia estética.** Madrid, Tecnos, 1997.



## Investigación en Diseño

### **Pensar el Diseño...**

## **La práctica de la investigación en la disciplina del Diseño**

**Viviana Irene Zani\***

### **A modo de introducción**

La reflexión sobre la práctica de la investigación en la disciplina del Diseño que se presenta en este capítulo se ha realizado principalmente desde la experiencia personal desarrollada, y desde las distintas capacitaciones de posgrado recibidas desde 1992 a la fecha en el área de la investigación, tanto en el plano epistemológico como metodológico.

Es mi sincera intención de aportar con este texto a:

- una reflexión crítica sobre el tema, a fin de acercar alguna claridad sobre la investigación con respecto a la disciplina del Diseño en general abarcando las especialidades del Diseño Gráfico y del Diseño de Productos;
- promover la práctica de la investigación en la disciplina proyectual del Diseño para el desarrollo teórico de la misma, asumiendo las dificultades y resistencias que la misma actualmente enfrenta;
- promocionar la vinculación de la disciplina proyectual con el medio local productivo, social, cultural y profesional, a través de esta práctica mediante la generación de nuevos proyectos de investigación.

---

\* VIVIANA ZANI, Diseñadora Industrial. Profesora Asociada en Diseño Básico y Profesora Adjunta en Diseño Gráfico I de la carrera de Diseño Industrial de la Facultad de Artes y Diseño. Ha participado en Proyectos de Investigación, acreditados por la Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado de la UNCuyo, como codirectora y directora. Participando también en Proyectos con otros organismos.  
e-mail: viviana\_zani@yahoo.com.ar

## La investigación en la disciplina del Diseño

*El que vive y trabaja en el Diseño está en un punto de mira interesantísimo para un desarrollo de su conciencia crítica; es un privilegiado social. Ahora bien, hay quienes no cuentan lo que ven, no lo analizan, no desmenuzan, no sacan conclusiones, no pasan información. Eso podría muy bien ser considerado alta traición. No el que no produzcan, sino el que no piesen. (Chaves, Norberto, 1996)<sup>1</sup>*

Cuando en general se habla de investigación se la relaciona inmediatamente a investigación científica, y a partir de ese concepto se suele hacer una clasificación de los saberes que encajan en esas dos palabras. De ahí generalmente, surgen juicios de valor sobre lo que es ciencia o no y, si la actividad ligada, en este caso el Diseño, puede practicar y desarrollar la práctica de la investigación o no. (Atencio, Alejandro 2001)

Hay disciplinas que responden definitivamente a una ciencia: Física, Sociología, Psicología, Economía, etc, pero no es nuestro caso específico.

Por lo que es casi obligado preguntarnos: ¿Es el Diseño una ciencia? ¿El diseño puede producir nuevo conocimiento? ¿El Diseño debe producir nuevo conocimiento?

Trataremos de contestar a estas preguntas aclarando primeramente que nos hallamos aquí en el campo de las aplicaciones, es decir de aquellos lugares profesionales que requieren para constituirse de la apelación a distintas ciencias, y por tanto no son ciencias en sí mismas, son eminentemente prácticas y por ello imprescindibles y socialmente útiles. Pero son prácticas de lo científico en tanto abrevan de este campo no sólo cuando requieren de la teoría.

Es decir, los conocimientos científicos enriquecen y fundamentan el PROYECTO DE DISEÑO, proceso distintivo y diferenciador de la disciplina:

---

<sup>1</sup> Citado por Rubén Fontana en Pensamientos Tipográfico p. 134

*El Diseño es una actividad proyectual, según Tomás Maldonado, dirigida a determinar las propiedades formales de los objetos producidos industrialmente. Por propiedades formales no se deben entender solamente las características exteriores, sino sobre todo, las relaciones funcionales y estructurales que hacen de un objeto, gráfico o industrial, una unidad coherente ya sea desde el punto de vista del producto como del usuario<sup>2</sup>.*

Profesionales y teóricos del Diseño, como Jorge Frascara y Gui Bonsiepe, nos permiten colocar al Diseño dentro del marco de la acción social. No son los productos los que ahora cuentan, sino las operaciones y comunicaciones eficaces, hechos posibles para la comunidad de usuarios y receptores o intérpretes.

El Proyecto de Diseño es la mira, el propósito de hacer de manera planificada; es el plan para la ejecución y configuración de un producto industrial o gráfico a una forma tangible, visual, audiovisual, bidimensional o tridimensional, y donde lo estético debe estar, pero no es lo esencial. Y es en la industria donde ocurre esta actividad proyectual, por estar ligada estrechamente a la misma.

El Proyecto involucra al Diseño. Pero el Diseño NO es únicamente el producto que emerge del proyecto; sino el proceso conducente hacia ese producto junto con la evaluación crítica a la que debe ser sometido ese producto para introducir mejoras funcionales, formales, estructurales, productivas, técnicas, ambientales y en sus efectos sobre la gente. (Frascara, Jorge. 1997)

El Diseño es por tanto, UN NUEVO ÁMBITO DE CONOCIMIENTO Y DE ACCIÓN HUMANA. Es un área académica que no se conoce por la producción de conocimiento; está más ligada al hacer y menos al conocer. Por lo que la enseñanza del Diseño ha estado orientada, generalmente, hacia la formación

---

<sup>2</sup> Esta definición fue elaborada y adoptada, en la década del 60, por el International Council of Societies of Industrial Design (ICSID).

de habilidades y capacidades, como se enseña más un oficio. De hecho las habilidades son necesarias, pero no suficientes para diseñar.

Gui Bonsiepe nos dice que:

*hoy las profesiones que no producen conocimientos no tienen futuro. Por eso la investigación en el campo del diseño es indispensable. Abogo por una postura más agresiva, que estimule nuevas experiencias para salir del marasmo y del inmediateismo en los que se encuentra gran parte de la enseñanza del diseño.*

El mencionado autor señala además, los principales errores o malos entendidos que surgen cuando relacionamos el Diseño y la Investigación, como son los siguientes: a la reproducción de textos existentes, adornados con un comentario propio; al estudio escrito sobre un tema; a una colección de datos; a la tendencia con tener ideas, que no se precisan.

Y agrega al respecto que se trata en investigación, de ser capaces de comprender la compleja temática del diseño, produciendo aportes para consolidar en el futuro sus fundamentos teóricos. (Bonsiepe, Gui 1996) (Quiroga, María Berta. 1984)

Es propicio mencionar que durante el año 2000, se llevó a cabo el Congreso DESIGN PLUS RESEARCH (Diseño más Investigación) en Milán, organizado por el Doctorado de Diseño Industrial y auspiciado por el programa de Alto Nivel Científico en conferencias, de la Comisión Europea. Las ponencias seleccionadas y presentadas manifestaron la diversidad cultural, que hizo un debate internacional (alrededor de 20 países) sobre la investigación en Diseño<sup>3</sup>.

La idea central del Congreso fue la reflexión sobre la relación entre Diseño Industrial e Investigación, donde también se abordó el Diseño Gráfico

---

<sup>3</sup> La teoría, el usuario, la educación, la innovación y el contexto fueron los ejes de articulación para abordar el tema de la investigación en Diseño. Otras ponencias estuvieron agrupadas desde la perspectiva de la generación de una cultura de la Investigación, con trabajos presentados por Gui Bonsiepe, Jorge Frascara, Víctor Margolin y Vesna Popovic, entre otros.

pero quedó en evidencia la insuficiencia de foros de discusión del mismo con la investigación.

Tanto en la conferencia magistral ofrecida por Tomás Maldonado como en las ponencias sucesivas quedaron presentados los temas inherentes relativos a la investigación y nuestra disciplina, como:

- considerar la investigación como parte permanente del Diseño;
- validar el ejercicio teórico de la disciplina a través del método científico;
- fomentar una amplitud de criterio que permita vincular áreas tanto técnico-científicas como de ciencias sociales;
- articular el conocimiento en la práctica, la docencia y la teoría del diseño, teniendo como eje la multidisciplinaria e interdisciplinaria en el proceso de formación del diseño.

Se planteó, fundamentalmente, la necesidad de determinar en qué términos hablar de investigación y Diseño.

Se consolidó la idea de que la naturaleza de la investigación y el Diseño se establece con la estructuración de la disciplina y la formulación de los postulados teóricos de origen filosófico, histórico o epistemológico. Y además, quedó planteada la necesidad de generar nuevos programas de Doctorado en Diseño; la institucionalización de la profesión de investigador en Diseño; así como la currícula de esos programas y capacitaciones de posgrado.

La reflexión final fue resumida en una única frase: HACER DE LA INVESTIGACIÓN LA COLUMNA QUE VERTEBRE LA PRODUCCIÓN RESPONSABLE DEL DISEÑO.

En la actualidad, en la disciplina se determina y afirma la importancia y la necesidad de desarrollar la investigación como parte de un sistema universitario, y como forma de desarrollo, evolución y crecimiento de la misma.

Las escasas investigaciones que se desarrollan en Diseño se encaminan, deliberada y sistemáticamente, a la resolución de problemas y se caracterizan por su interés en la aplicación y utilización de conocimientos.

A través del proyecto de investigación se intenta la búsqueda de una solución con ALGO NUEVO, no dicho o hecho hasta el momento. Se trata de un ACCIONAR INNOVADOR, que permita introducir en el mundo algo que antes no existía. Pero la innovación no es casual, sino que es rigurosamente controlada y desarrollada por la investigación sistemática.

Se trata además de poder estructurar ese algo nuevo mediante el proyecto de investigación, como un conocimiento fundado y sistematizado para su transferencia como tal, y su consecuente incorporación a la corriente teórica que permita su circularidad y llegada a todos.

### **Algunas aclaraciones y ampliaciones conceptuales y metodológicas acerca de la práctica de la Investigación en Diseño**

1) Para poder iniciar una investigación en general y también en Diseño es necesario, en principio, tener una idea clara de qué se quiere investigar. Pero tener una idea no es precisar una investigación. Una idea debe formularse en un PROBLEMA, y más precisamente en un problema no cotidiano, ni filosófico, sino en un problema que pueda ser resuelto en forma sistemática y objetiva por medio de la investigación.

Poder formular ese problema –posiblemente la forma más gráfica sea a través de una pregunta– requiere tener un cierto conocimiento sobre el tema que interesa investigar. Ese previo conocimiento es el que permite preguntarse sobre él y, al mismo tiempo, determina el conocimiento que se ignora o no se conoce lo suficiente, para dar un respuesta objetiva, válida y creíble a la pregunta sobre él formulada.

ES DECIR UNA IDEA DEBE MATERIALIARSE EN UN PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y ES AHÍ DONDE SE INICIA LA MISMA.

Por lo que el problema planteado debe ser significativo, pertinente, factible y viable.

El problema puede ser una dificultad, una necesidad que total o parcialmente no esté satisfecha desde el punto de vista del Diseño; una duda o pregunta sobre un tema específico.

Es necesario poseer una experiencia en ese tema, que de alguna forma CALIFIQUE al investigador, y que le permita comprometerse con la profundidad necesaria con el problema a abordar y poder lograr a través de la investigación sobre el mismo, decir algo nuevo o no dicho hasta el momento.

De ahí, por otra parte, la necesidad de delimitar el problema o determinar sus alcances, que pueden ser de diversa índole: de tiempo, de espacio, social, político, legal, económico, etc.

Algunos temas que en Diseño pueden ser objeto de investigación serían, por ejemplo: los relativos al medio ambiente; a la innovación tecnológica; al diseño informático o de información; a la identidad; a la gestión; a las dimensiones de uso y a las relaciones instrumentales y comunicacionales de los productos de diseño. Estos son algunos de los temas que hasta el momento están en el eje de las problemáticas proyectuales y necesitan ser investigados.

Además existen ámbitos en los que se pueden encontrar otros problemas significativos de investigación para alcanzar una transformación o mejora en los mismos. Entre ellos se halla la propia práctica profesional, ya sea cuestionando a la misma o determinando las dificultades en su aplicación o transferencia de los conocimientos pertinentes.

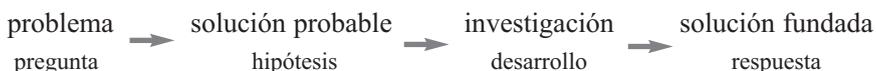
Se pueden también buscar e identificar puntos conflictivos, detectando diferencias entre las explicaciones y las aplicaciones, entre distintos profesionales o marcos teóricos de Diseño.

Otros ámbitos de búsqueda, pueden ser los principios y la filosofía del Diseño en cuanto a códigos de ética profesional, estatutos de asociaciones,

normativas, regulación, incumbencias profesionales y/o disciplinares, etc., donde seguramente se pueden identificar vacíos significativos y factibles de una investigación.

Revisar, replicar, continuar o complementar investigaciones finalizadas, también son espacios donde encontrar y desarrollar una contribución importante a través de un proyecto de investigación

2) En cuanto al proceso de investigación, éste puede ser representado a través del siguiente esquema gráfico:



Se formula la hipótesis como solución o respuesta probable estadísticamente al problema objeto de la investigación, primeramente planteado.

El proceso de investigación apuntará a través de su desarrollo a verificar con hechos la hipótesis formulada. La misma debe poseer un cierto alcance general en el campo o sector al que se refiere, para permitir determinar regularidades. (Quiroga, María Berta. 1984). Sin olvidar que el desarrollo de toda investigación tiene que ser el adecuado según los objetivos previamente planteados.

El proyecto de investigación es un proyecto común a toda investigación. Pero también se desarrolla un proyecto profesional de Diseño. Hablar de objetivos, problema, hipótesis, son términos empleados y presentes en el proyecto de la práctica profesional. Sin que ello nos lleve a confundir un proyecto de investigación con un proyecto profesional. Las diferencias se encuentran en lo que se proponen y en las técnicas operativas utilizadas.

El quehacer pragmático, el quehacer profesional no es investigación, si bien el mismo hace nuevas aplicaciones de los resultados de investigaciones y demanda investigaciones.

Hasta el momento, son las investigaciones aplicadas, las requeridas casi siempre por el Diseño, y los aportes son eminentemente teóricos.

3) En el desarrollo de la investigación en Diseño es necesario, según Gui Bonsiepe, la obtención de datos cualitativos y/o cuantitativos. Y al respecto se debe saber cómo, cuándo, dónde recolectar los datos; qué se le quiere preguntar a ese dato y a quiénes preguntar. Es necesario recurrir al profesional especializado en las tareas que demanda esta etapa para realizarla efectivamente.

La tarea de recolección de datos en un proyecto de investigación debe ser: sistemática y organizada; con clara y deliberada manifestación de sus objetivos, y asegurando y ofreciendo las garantías suficientes de validez y fiabilidad en los datos obtenidos. Para ello es preciso determinar y describir la población considerada, y seleccionar aquellas técnicas o procedimientos más pertinentes de acuerdo con “aquello” que se quiere estudiar y el tipo de información que se quiere obtener (encuestas, entrevistas, grupos focales, la observación, el diferencial semántico, informantes claves, etc.) (Ander Egg, Ezequiel. 2003)

Los datos obtenidos son visualizados la mayoría de las veces, a través de diversos gráficos estadísticos. Pero el dato obtenido sigue siendo dato, y eso sólo NO ES investigación . Es a través de la interpretación que el dato deja de ser dato para ser información. Cuando la información obtenida se comprueba, se puede recién hablar de la obtención de un conocimiento fundado.

El siguiente esquema, puede ayudar a la comprensión sobre el proceso mencionado:



4) El proyecto de investigación en Diseño, es UN PROYECTO MEDIADOR entre la universidad y la sociedad. en ese aspecto, nuestra disciplina se encuentra en una posición de privilegio con respecto a las demás.

Esta mediación se realiza a partir de los productos tangibles y visibles que se obtienen como resultados de las investigaciones, considerándose a éstos como el elemento diferenciador con otras investigaciones; y son los que permiten la vinculación y transferencia no convencional al medio social, productivo, cultural y político, también muy efectivos y muy acordes a las exigencias actuales tanto sociales como académicas. Pero sin prescindir, desde luego, de las difusiones convencionales (como serían las publicaciones, por ejemplo).

La difusión y divulgación de los resultados de las investigaciones en general, es una etapa indiscutible dentro del proceso. No existe investigación si no es difundida y/o divulgada al medio local, regional nacional.

Por lo tanto, el proyecto de investigación no es solitario, para su planeación y ejecución es necesario equipo de investigación, integrado preferentemente por docentes, alumnos y profesionales-egresados y técnicos. Desde lo académico, que sea lo más pluralista posible, para poder dar lugar a la producción y construcción del nuevo conocimiento desde y con distintos saberes y enfoques; y de esta forma dar lugar a la tan reclamada docencia interdisciplinaria, ésta sólo se puede alcanzar mediante investigación.

5) Para hablar de las condiciones o competencias necesarias que se requieren de una persona, por ejemplo de un alumno o docente, para investigar, se tendría que nombrar la lectura en primer lugar.

El leer sería una de las competencias básicas y elementales que se requiere de la persona que desea iniciarse en la práctica de la investigación. Seguida ésta de un espíritu analítico, reflexivo, crítico y curioso que es el que permitirá indagar, inquirir y preguntar sobre la realidad como actitud mental frente a los hechos y cosas que nos rodean.

Hay competencias propias que se desarrollan con la misma práctica como por ejemplo: aprender a identificar necesidades de investigación; atreverse a cuestionar problemas aparentemente resueltos; determinar técnicas apropiadas de recolección de datos; etc.

Es necesario, además, contar con el deseo de contribuir con el conocimiento a cambiar determinada situación social o mejorar una determinada condición o calidad de vida de nuestra comunidad, éste es uno de los por qué investigar y para qué hacerlo. Junto a lo ya mencionado, si no hay producción de nuevo conocimiento la disciplina será, en el corto plazo, desplazada y marginada por los nuevos contextos caracterizados por la innovación continua y constante.

No se trata de ver el rol del investigador como un desinteresado buscador de verdades (Popper, Karl), sino de un ser universitario que busca su legitimidad desde el quehacer teórico dentro de una comunidad académica y profesional, desarrollando el conocimiento mediante la búsqueda de nuevas generalidades.

6) Por último, agregar que a través de la investigación se desarrolla EL discurso del Diseño, ya que ésta permite insertar el lenguaje en el ámbito proyectual. El diseño se fundamenta en el lenguaje. Están estrechamente relacionados y se igualan estructuralmente.

Hasta el momento el discurso del Diseño está casi ausente; y comparado con otros campos, no sobresale por su diferenciación ni por su exactitud.

En la práctica de la investigación se trata de reflexionar y escribir sobre el Diseño, sobre la base de un profundo conocimiento del proceso proyectual.

Probablemente uno de los motivos de las dificultades de reflexión y articulación del Diseño con su discurso específico y cultural, reside en la lejanía o resistencia de la disciplina con respecto al lenguaje y a la investigación.

No podemos reducir la disciplina a una práctica únicamente. La importancia y relevancia del proyecto, en una disciplina proyectual, no se discute. Es absolutamente necesario, pero en la actualidad no es suficiente.

Las investigaciones en Diseño, aunque escasas, deben salir a la luz para transformarse en un elemento constitutivo e innovador de la enseñanza y del proyecto de Diseño, y para ayudar a la consolidación de un discurso proyectual.

## **Un ejemplo de investigación en Diseño Gráfico**

En este apartado se presenta la síntesis del proyecto de investigación en Diseño Gráfico denominado Imagen y Conducta 1. Función operativa de las imágenes sobre las conductas sociales. San Martín como modelo frente a la Crisis de Valores Éticos, subsidiado, acreditado e incentivado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Cuyo, convocatoria 1996/1998. El mismo se ha tomado como ejemplo dados los productos no convencionales obtenidos del mismo.

La Formulación y fundamentación del problema a investigar fue:

La actual crisis de valores éticos, a nivel público y privado, cuya manifestación más visible es la corrupción en la administración de los bienes comunitarios ha llevado a plantear y aportar alguna solución desde nuestra disciplina que permita reducir el problema manifestado.

Es decir, ante la actual crisis de valores éticos que se observa en nuestra sociedad, el Diseño Gráfico como disciplina proyectual: ¿podría promover cambios de conductas sociales y reducir el problema social detectado?

Se considera que una de las razones de esta desestructuración de valores éticos en la sociedad, sobre todo en los jóvenes, es la ausencia de modelos válidos vigentes con los cuales identificarse. Por eso se ha centrado la búsqueda en hallar una figura paradigmática, y al mismo tiempo universalmente aceptada, y en torno a ella desplegar un plan de difusión gráfico convincente. Después de un primer sondeo de opinión la figura elegida fue la del General San Martín no sólo como estrategia militar, sino porque como gobernador y organizador civil de nuestra región, y como padre de familia, concita la adhesión universal y mantiene valores permanentes y vigencia constante en nuestra sociedad.

Entre los principales objetivos que se plantearon figuran los siguientes: obtener un producto de comunicación visual, sobre la figura paradigmática del Gral. Don José de San Martín, a través de la realización de un sistema de

unidades gráficas (afiches callejeros). Promover cambios de conductas sociales que tiendan a revalorizar la condición ética de la persona, orientados a un mejor desarrollo de la comunidad nacional.

La hipótesis que se formuló fue que el diseño de comunicación visual sustentado conceptualmente por sus teorías y por otras disciplinas pertinentes, específicas y complementarias, podría ser una herramienta persuasiva eficaz para provocar cambios de conductas sociales, a través de un sistema de transferencia adecuado, basado en la presentación visual de alto contenido ético de la figura del Gral San Martín.

El sistema gráfico pretendería incrementar la capacidad de reflexión e intentaría recuperar los valores éticos, parte de nuestra condición de personas, frente a un estado de corrupción generalizado y de desesperanza de los jóvenes.

Sobre la base del marco teórico filosófico correspondiente se elaboró la siguiente metodología en la cual se logró cuantificar y cualificar la crisis a través de la observación de los acontecimientos actuales surgidos de: la recolección de la información periodística, encuestas y entrevistas.

En la primera se relevó la información correspondiente a un período de 12 años desde 1986 hasta 1997, observando cada año en los meses de enero, mayo y octubre en sus primeros 15 días. Esta tarea se llevó a cabo en el archivo del diario Los Andes de la provincia de Mendoza, por ser el único medio periodístico local que permitió observar el período señalado, y por el valor concedido, por este medio, a la transferencia de la noticia, de modo más o menos objetivo, lo que conforma su estilo editorial.

La elección del periódico como fuente de datos permitió la observación y discriminación de los acontecimientos en sus diferentes contextos; determinando cuantitativamente y cualitativamente a los mismos en: ámbitos, géneros y valores éticos presentes, ausentes y trasgredidos.

Se diseñó una encuesta que fue aplicada a un universo de quinientas treinta y tres (533) personas jóvenes, adultos y mayores del Gran Mendoza.

Los datos obtenidos de la fase de análisis sociológico, fue transferida a gráficos estadísticos, los que permitieron la aproximación a una serie de cantidades y cualidades y a una mejor visualización de los resultados obtenidos.

Los principales datos generales obtenidos son los siguientes:

- Según encuesta el 95% de las personas consideró que existe en la actualidad una crisis de valores éticos, y el relevamiento periodístico indicó que está presente en los ámbitos nacional, local e internacional. Se considera que es importante tener definida una escala de valores y que la sociedad en su conjunto la comparta.
- La crisis de valores éticos está presente en los siguientes contextos, según relevamiento periodístico: políticos, sociales, derechos humanos, policial, económico, judicial y gremial. Según encuesta está presente en toda la sociedad, en el poder político, en la juventud, en el poder económico, en el poder judicial, en el sistema educativo y en la familia.
- Los valores éticos ausentes en la sociedad, según relevamiento periodístico son: honestidad, justicia, bien común, dignidad, vida, paz, responsabilidad, seguridad, respeto, equidad y solidaridad, libertad.
- Los valores éticos trasgredidos según encuesta son: justicia, respeto, verdad, solidaridad, honradez, responsabilidad, seguridad, paz, vida, patriotismo.
- Los valores éticos más importantes según encuesta son: vida, verdad, amor, paz, honradez, justicia, respeto, responsabilidad, solidaridad.
- Son considerados como modelos éticos, según encuesta: la mamá de cada uno, Madre Teresa de Calcuta, papá de cada uno, L.F. Leloir, Dr. Favaloro, José de San Martín, Mariano Grondona; otros.

Se obtuvieron a través del desarrollo de esta investigación siete (7) sistemas gráficos, con treinta y siete (37) afiches callejeros, resultantes de la

presentación de imágenes visuales que desarrollaron a impulsar una rejerarquización de valores éticos en niños, jóvenes, jóvenes-adultos y adultos de nuestra comunidad local.

Estas imágenes visuales surgieron de la interpretación de los datos obtenidos como así también del estudio y análisis de los distintos aspectos de la figura del Gral. San Martín, tomado como modelo o paradigma ético.

Todos los sistemas gráficos logrados aparecen en la vía pública en forma secuencial, es decir de un afiche por vez ó de a pares simultáneos según los casos, con un tiempo de aparición entre ellos de uno ó dos días hasta terminar el sistema completo. Esta forma secuencial de aparición genera en los públicos receptores un mayor “enganche” visual, y además permite una reflexión más prolongada dada por el tiempo que se necesita para presentar el sistema gráfico completo.

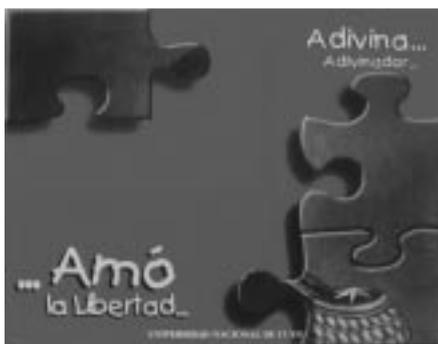
A continuación se presenta el sistema gráfico más representativo, ya que fue dirigido a un público infantil, que en el proyecto de investigación no se había considerado, y que del análisis e interpretación de los datos obtenidos se consideró necesario incorporarlo.

Este sistema gráfico consta de cinco afiches dirigidos a un público infantil correspondientes al primer y segundo ciclo de la E.G.B. Se utilizó la estrategia visual POR EL MODELO LLEGAR AL VALOR ÉTICO. Se emplearon como recursos gráficos dos elementos lúdicos: el “rompecabezas” y el “adivina, adivinador...”, como códigos infantiles pertinentes a su mundo. Se aplicaron colores puros e impactantes; tipografía (texto) de gran tamaño, para una lectura accesible por los niños, y de tipo gestual que connote calidez e informalidad. Las frases son cortas, dándole prioridad a la imagen que es la protagonista.

### Elementos lúdicos del programa



1



2



3



4



5

Al no encontrarse ninguna metodología que permitiera la validación pertinente, ésta se realizó a través de encuestas según los diversos segmentos sociales afectados. Fueron validados solo tres sistemas gráficos con sus “afiches callejeros” correspondientes, en sus aspectos sintácticos y semánticos. Los resultados generales de la validación de los sistemas gráficos fueron los siguientes: los afiches fueron observados por adolescentes y adultos y llamaron la atención, causaron sentimientos de adhesión, fueron apreciados y comprendidos y finalmente los hizo pensar en un modelo de vida; un prócer; un objetivo posible; una utopía.

El proyecto de investigación pudo determinar que:

- Es necesario dejar de considerar al Diseño Gráfico como una actividad que empieza con un problema y termina con la producción gráfica. En la estimación de la eficacia de un diseño, EL PROYECTO NO TERMINA EN LA SOLUCIÓN GRÁFICA QUE SE IMPLEMENTA, SINO CUANDO EL PROBLEMA SE REDUCE. Esto implica recurrir a una comunicación visual continua y permanente. El objeto de toda comunicación visual es un cambio que ocurre en la gente después de que la comunicación ha tenido lugar. No obstante es difícil generar esos cambios, sobre todo cuando se involucran problemas sociales complejos, como es la actual crisis de valores éticos.

- Las comunicaciones visuales por sí mismas no son capaces de generar cambios significativos en la sociedad. Si se persigue un cambio, su realización requerirá acciones en más de un frente: disciplinario, político, legislativo, judicial, económico, administrativo, institucional; y el compromiso de participar conjuntamente en el esfuerzo.

- Una disciplina proyectual como el Diseño Gráfico es competente en relación a un problema social específico, participando en la concepción de una utopía realizable que se persigue, en la creación de una estrategia comunicacional y en la reducción del problema social que se aborda

- Se ejerce un impacto en el espacio público, lo que implica, en consecuencia, desarrollar una responsabilidad ética profesional que va mucho más allá de lo técnico, conceptual o estético.

- Por lo que se considera necesario generar una metodología de evaluación de los productos gráficos implementados en el medio, que permita la determinación de su calidad gráfica en cuanto al nivel de eficiencia, eficacia y efectividad alcanzada por los mismos<sup>4</sup>.

#### A MODO DE REFLEXIÓN FINAL

En la actualidad en la disciplina, se participa de un momento social y cultural de dimensiones gigantescas, similar en envergadura a la invención de los tipos móviles de Gutemberg: LA TRANSFORMACIÓN DE UNA SOCIEDAD PRODUCTORA DE BIENES MATERIALES EN UNA SOCIEDAD DE GENERACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS,

Este proceso constituye la transición de una sociedad industrial a una posindustrial.

Se encuentra frente a los docentes, investigadores y profesionales del Diseño uno de los retos más importantes en la historia de nuestra disciplina.

Se trata nada más y nada menos que de desarrollar y generar la cultura de investigación en el campo del Diseño. Además de transferir, difundir y divulgar los resultados y productos obtenidos de las investigaciones a nuestras aulas y a nuestra sociedad; tratando de transformar una realidad y un

---

<sup>4</sup> La investigación presentada fue aprobada en su Informe Final con la calificación de Excelente. Los afiches obtenidos fueron registrados en la Dirección Nacional del Derecho de Autor. Se continuó con la línea de investigación, a través del Proyecto Imagen y Conducta 2. Una propuesta metodológica para la medición de la calidad en productos de comunicación gráfica: afiches callejeros de propaganda y/o culturales.

Actualmente se está desarrollando conjuntamente con la Facultad de Ciencias Agrarias: Imagen y Conducta 3. la identidad corporativa como estrategia de gestión de comunicación. Desarrollo del modelo de la Identidad Institucional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCUYO.

espacio pedagógico en otra más acorde a las exigencias y necesidades actuales.

Se trata de dejar de ser reproductores del conocimiento, para ser productores y autores.

¿QUÉ HAREMOS? PENSAR, EN LUGAR DE IMITAR. (Rodríguez, Simón)

Se trata de precisar más en lo “científico”, en el adjetivo más que en el sustantivo; en preocuparnos en producir un conocimiento fundado, sistematizado y organizado.

No se cree, sobre la base de la experiencia personal y dada la escasa masa crítica existente, que por el momento se pueda hablar de una investigación específica del Diseño, pero sí se puede hablar, y de hecho lo estamos haciendo, de investigaciones desarrolladas desde el Diseño. Para ello se tendrá que mostrar y demostrar, a la sociedad actual y a la comunidad académica, que el Diseño como otras disciplinas produce conocimiento fundado y sistematizado. Algunos de los diseñadores tímidamente hemos empezado a escribir, con lo que eso significa en lo relativo a vencer miedos, inseguridades y dudas, pero con la voluntad expresa de superar el silencio colectivo y con la conciencia clara del deber con la profesión y la disciplina de producir conocimiento más allá de resistencias y dificultades.

Es necesario que el Diseño como disciplina universitaria desarrolle la práctica de la investigación. Lo que permitirá desarrollar y consolidar la disciplina en una sociedad donde, el diseño ocupa hoy un lugar privilegiado<sup>5</sup> como instrumento de desarrollo económico.

---

<sup>5</sup> No se puede dejar de mencionar la reciente creación (Resol. N° 148/03) del Plan Nacional de Diseño, por el Ministerio de Economía y Producción y la Secretaría de Industria, Comercio y de la Pequeña y Mediana Empresa, a través de la Subsecretaría de Industria. Con el fin de: promocionar en las empresas la gestión del diseño como factor clave de competitividad industrial; alentar a las empresas argentinas a fabricar con calidad e innovación para que aumenten sus posibilidades de inserción en los mercados; tratar de que el diseño se convierta en una práctica cotidiana de todos los sectores productivos.

Por todo lo reflexionado, se está aquí ocupando este espacio. El aquí significa que debemos hacernos cargo responsablemente de nuestra condición de docentes, de profesionales, y de investigadores.

Nuevamente

*¿qué haremos? ¿ayudar a desarrollar la investigación, transferir resultados y lograr una mayor apertura hacia otras comunidades universitarias del país y del exterior, en una actitud de desafío y con un deseo indeclinable de resistir a las llamas incendiarias de la decepción y de la crisis? (González de Díaz Araujo, Graciela. 2001)*

O por el contrario, ¿se seguirá resistiendo y negando una práctica intelectual tan necesaria y relevante como la profesional, para la consolidación y madurez de la disciplina en su espacio universitario?

Como ya se dijo anteriormente, se trata de asumir responsablemente este espacio, dando lugar al bienestar que da la producción y transferencia del conocimiento como un sentimiento que no es una propiedad ni de los filósofos, ni de los científicos sino de la condición humana.

Se trata de ser protagonistas de uno de los hitos en la historia de nuestra disciplina, entendiéndose por ello

*que en ninguna obra bien construida el protagonista monopoliza la acción; el protagonista es quien es, a condición de que sepa que no está solo e interactúe incesantemente con quienes piensan o no piensan o proceden como él. Es ahí donde la obra representada aspira a ser un drama de calidad y no un mero sainete. (Kovadloff; Santiago, 2006).*

Se trata de avanzar hacia el logro de un interés común: *hacer de la investigación la columna que vertebre la producción responsable del diseño.*

Frente a esta problemática no se cree en caminos terminados, se cree en espacios como éstos, de encuentro, de diálogo y de discusión, donde el Diseño irá creciendo y afirmándose en el ámbito de la educación universitaria. Ya se están dando los primeros pasos.

## Referencias bibliográficas

- ANDER-EGG, EZEQUEL. (2003). **Métodos y Técnicas de Investigación Social. Acerca del conocimiento y del pensar científico.** Vol. I. Grupo Editorial Lumen. Buenos Aires. México.
- ANDER-EGG, EZEQUEL. (2003). **Métodos y Técnicas de Investigación Social. Técnicas para la Recogida de Datos e Información. Vol. IV.** Grupo Editorial Lumen. Buenos Aires. México.
- BONSIEPE, GUI. (2001). De la producción a la presentación del conocimiento. *Tipográfica* 35. Buenos Aires. Argentina. p. 35-40
- BONSIEPE, GUI. (1999). **Del objeto a la interfase.** Buenos Aires. Argentina. Ed. Infinito.
- BONSIEPE, GUI. (1996). Maestría en Teoría del Diseño. *Tipográfica* 28. Buenos Aires. Argentina. p. 20 - 23
- CELMAN DE ROMERO, SUSANA. (1989). **Aprender docente: recuperar el pensar del hacer.** Mimeo
- FONTANA, RUBÉN, Y OTROS. (1996). **Pensamiento Tipográfico.** Buenos Aires. Argentina. Edicial. Colección Interfaces.
- FRASCARA, JORGE (1997). **Diseño gráfico para la gente.** Buenos Aires. Infinito.
- GARONE, MARINA. (2000). Investigación y Diseño. *Tipográfica* 45. Argentina. p. 44
- KOVADLOFF, SANTIAGO. (2005). Creerse instrumento de la historia. Diario Los Andes. Mendoza. Domingo 2 de octubre de 2005. Sección Opinión 25A.
- PÉREZ LINDO, AUGUSTO; FOLLARI, ROBERTO; PRIETO CASTILLO, DANIEL. (1996). **La Educación Superior.** Mendoza. EDIUNC.
- QUIROGA, MARÍA BERTA. (1984). *Creación, Desarrollo e Investigación en Diseño.* Publicación N° 8. Mendoza.
- TORRES, JUAN MANUEL. (2005). *Fundamentos Epistemológicos de la Investigación en Ciencias Sociales.* Módulo de la Carrera de posgrado Doctorado en Educación. Facultad de Filosofía y Letras. UNCUIYO.
- VEGA, ROBERTO. (1996). *La Universidad Argentina : visión crítica y aportes para su transformación.* Tesis Doctoral. Mar del Plata. Argentina.





### **III- La calidad de vida**





## Investigación en Ecología

### Los alcances y los límites de la investigación en ecología evolutiva

**Luis Marone\***

Los objetivos de la investigación ecológica son similares a los de la investigación en otras ciencias naturales: explicar y predecir fenómenos que ocurren en la naturaleza. El ecólogo desea comprender las consecuencias que tiene la interacción (por ej., depredación, competencia, mutualismo) entre distintos tipos de organismos sobre la supervivencia y la reproducción de los mismos, y también desea establecer la manera en que el ambiente variable (por ej., factores climáticos, topográficos o edáficos) afecta la supervivencia y reproducción de esos organismos. Superando la mera descripción de fenómenos, su meta es comprender y predecir los cambios en las comunidades naturales y, para ello, desarrolla y utiliza leyes y teorías que, combinadas con información pertinente, constituyen los puntos de partida de sus razonamientos. Por sus objetivos y características, la investigación ecológica puede ser tanto científica como tecnológica. Como ciencia, la ecología desarrolla conocimiento sobre fenómenos y procesos naturales de relevancia y, en última instancia, intenta establecer generalizaciones o leyes con el objeto de construir teoría ecológica. Por su parte, la eco-tecnología utiliza esas leyes y teorías para idear y diseñar objetos concretos (por ej., reservas naturales) o planes de acción (por ej., estrategias de manejo para evitar la extinción de una especie o la contaminación de un lago) tendientes a controlar eficaz y eficientemente el destino de ciertos procesos naturales. Por último, el sistema

---

\* Grupo de Investigación en Ecología de Comunidades de Desierto. IADIZA. Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad, P. Universidad Católica de Chile, Santiago. lmarone@lanet.com.ar

Investigador Independiente de CONICET, Profesor Libre de la Facultad de Ingeniería de la UNCuyo y Vicedirector del Programa de Doctorado en Biología de la UNCuyo.

e-mail: lmarone@lanet.com.ar

de conocimientos científico-tecnológicos (especialmente teorías) desarrollado por ECÓLOGOS INVESTIGADORES constituye el insumo imprescindible para construir la aún inmadura ECOLOGÍA PROFESIONAL O TÉCNICA AMBIENTAL (como analogía fértil, piénsese en la investigación biomédica en ciencia y tecnología como insumo esencial para la técnica o práctica que los profesionales de la salud usan para resolver casos específicos de enfermedad). En resumen, los ecólogos estudian patrones y procesos naturales; fenómenos ecológicos y las causas de su permanencia o cambio. Durante la investigación buscan (esto es, conjeturan y corroboran) leyes ecológicas, superficiales o profundas, con el objeto de explicar y predecir, conocer y hacer pronósticos o comprender y controlar esos cambios en la naturaleza.

**¿Qué estudia la Ecología?** La necesidad de comprender y predecir fenómenos naturales a escala de población, comunidad y ecosistema

Los desafíos científicos y tecnológicos de la ecología son apasionantes porque involucran desarrollar conocimiento sobre la manera en que se modifican las relaciones entre los organismos y su medio físico y biológico por causas naturales, pero también debido a la intervención humana en los ecosistemas (Orians 1986). El estudio de los requisitos reproductivos de ciertas lechuzas, en particular el descubrimiento de que sólo nidifican en huecos de árboles autóctonos viejos, proporcionó fundamentos para corregir planes de explotación y manejo del bosque nativo que, originalmente, arrasaban con árboles avejentados (muchas veces enfermos) y los reemplazaban con juveniles de la misma especie (saludables pero sin sitios para que las lechuzas nidificaran). La detección de los mecanismos de interacción entre especies de peces o ranas permite explicar por qué algunas de ellas comparten las lagunas o lagos y otras nunca lo hacen. Estudios sobre la incidencia de los diferentes mecanismos que afectan el destino de las semillas de varias especies de pastos en suelos del desierto (por caso, consumo por animales, enmohecimiento, enterramiento o germinaciones fallidas) han establecido las bases para definir la vulnerabilidad de cada una de esas especies frente a desafíos ambientales como las sequías o el pastoreo.

Estudios de la biología básica (comportamiento reproductivo, uso del hábitat, vulnerabilidad a predadores) de especies invasoras como el conejo en Chile central han permitido entender las razones de su éxito y constituyen herramientas fundamentales para su control. El análisis de ciertos modelos teóricos y empíricos de las relaciones entre parásitos y hospedadores permite explicar (y quizás predecir) la dinámica poblacional de agentes infecciosos como virus y bacterias que afectan la salud humana, de los animales domésticos y los cultivos. La evaluación de los mecanismos de respuesta de los seres vivos a escenarios climáticamente cambiantes, como los previstos tras la disminución de la capa de ozono o el efecto invernadero, permiten construir modelos predictivos acerca de los efectos de esos cambios sobre las comunidades futuras. El empleo del método de la ciencia para enfrentar desafíos como la disminución alarmante de algunas poblaciones de plantas o animales (por caso, de peces consumidos por el ser humano) y de la biodiversidad ya ha mostrado su eficacia y constituye la principal esperanza en la lucha por mantener ecosistemas sustentables. Estos son solo unos pocos ejemplos del tipo de problema que los ecólogos investigan.

### **Alcances y límites de la investigación en Ecología**

Una meta ambiciosa de este libro es describir cómo se investiga en las diferentes ciencias. Todo investigador, científico o tecnológico, afirma una posición epistemológica cuando hace investigación. A veces, su posición es explícita (esto es, el científico se hace cargo de ella y hasta la defiende en sus escritos), pero otras veces es tácita y sólo puede ponerse en evidencia analizando la manera en que el investigador investiga. Las diferencias epistemológicas y metodológicas que suelen haber entre los cultores de una misma disciplina justifican una primera advertencia. Mi visión de la investigación en ecología depende de ciertos prejuicios o supuestos epistemológicos; por lo tanto, la doy como testimonio personal que no necesariamente refleja la manera en que otros ecólogos investigan. La segunda advertencia está dirigida a matizar el peso subjetivo de la primera. Mi visión de la investigación no es arbitraria, sino que puedo comunicarla y

justificarla y, por lo tanto, el lector puede debatir sobre esa justificación, criticar sus fundamentos y compararla con otras elecciones posibles.

### **Reflexiones preliminares: realidad ecológica y teoría evolutiva**

La investigación científica no es caótica sino metódica. Sin embargo, el método empleado no se reduce a un conjunto de reglas o técnicas de aplicación automática, sino que constituye una estrategia general, con componentes críticos y creativos, que requiere cierta reflexión y adaptación a cada ciencia en particular. No parece posible, por ej., tomar decisiones acerca del método usado en ecología sin antes analizar cuáles son las propiedades básicas de las cosas y procesos que constituyen el objeto de estudio de los ecólogos. Por lo tanto, antes de referirnos al método, y en particular a la necesaria rigurosidad metódica de la ecología, introduciré algunas reflexiones ontológicas (esto es, sobre las propiedades básicas de las cosas y procesos analizados por ecólogos).

### **¿Cómo es la realidad que estudian los ecólogos y qué consecuencias tiene para la investigación?**

La realidad que desea comprender el ecólogo científico o controlar el ecotecnólogo es compleja. Dicha complejidad surge, básicamente, porque diversos mecanismos causales suelen contribuir a la manifestación de un determinado fenómeno. En algunas ciencias hay sucesos mayormente unicausales, como la aceleración con la que cae una roca desde un risco, el mecanismo por el que se combinan ciertos átomos para formar moléculas, el origen de algunas enfermedades como la malaria, la poliomielitis, el tétanos, la viruela o el cáncer hereditario de tiroides. En ecología, en cambio, los mecanismos que explican, por caso, la abundancia de ciertas aves en un hábitat dado o la manera en que se modifica la vegetación a partir de un incendio (esto es, sucesión) suelen ser varios y de acción simultánea. Por ej., el número de chingolos que habitaban la llanura Este de Mendoza en el invierno de 1998 quizás estuvo afectado por la abundancia de alimento en

Patagonia (la región donde se reproducen) durante la temporada de cría previa, y por la presencia allí de aves que parasitan sus nidos (por ej., tordos renegridos), pero también por la disponibilidad de semillas en la llanura mendocina en ese invierno, la presencia de organismos que compiten con los chingolos por el alimento, y un largo etcétera. Del efecto combinado de todos, o al menos algunos de esos mecanismos, habría dependido, finalmente, la abundancia de los chingolos en la llanura de Mendoza. Como contraste, la manifestación de las enfermedades antes mencionadas depende casi exclusivamente de la presencia del agente causal único en el organismo enfermo: ciertos microorganismos o la mutación de un gen particular.

Otro factor que contribuye a esa complejidad es que, además de que las causas de un fenómeno son varias, la importancia de las mismas suele variar en el tiempo y el espacio. O sea, el número de chingolos en el invierno de 1998 pudo estar determinado fundamentalmente por el alimento disponible en el área de cría, pero en 1994 pudo muy bien estar afectado primariamente por la abundancia de semillas en Mendoza. O sea, el conocimiento de las leyes fundamentales que describen cambios en las poblaciones de chingolos (requerimientos fisiológicos, competencia y parasitismo de cría) es necesario pero insuficiente para predecir el número de organismos porque el razonamiento predictivo depende también de ciertas condiciones iniciales y de contorno (esto es, del tipo de invierno en Mendoza, del tipo de verano en el área de cría, de los factores que afectan a las poblaciones de tordos renegridos o de potenciales competidores). Esta situación no es exclusiva de la ecología sino que también ocurre en otras ciencias. por ej., en física, la predicción de la distancia que recorrerá un móvil sobre el suelo no depende sólo de las leyes del movimiento sino también de ciertas circunstancias locales como el grado de oposición que ofrece el tipo de suelo sobre el que se desplaza el móvil (esto es, el roce). Lo que parece ocurrir en ecología es que el número de factores o condiciones de partida que afectan la capacidad predictiva de sus leyes es, al menos en ciertos casos, muy superior al de otras ciencias naturales. En otras palabras, los equivalentes del roce en ecología serían muchos, generando incertidumbre a la hora de usar leyes para predecir sucesos.

Por ello, aún contando con buenas explicaciones causales de ciertos fenómenos ecológicos, la predicción de los mismos no es sencilla. La asimetría entre explicación y predicción, propia de algunas ciencias, afecta también a la ecología, y ello ocurre porque, al igual que la cosmología, la geología, la paleontología y varias otras ciencias naturales, la ecología es una ciencia histórica (Cleland 2001)<sup>2</sup>, en la que prevalecen explicaciones que postulan causas pasadas para dar cuenta de fenómenos presentes. La investigación en ciencias no históricas implica la formulación de predicciones

---

<sup>2</sup> La explicación y la predicción científicas son razonamientos que comparten su forma lógica. En ellas, el enunciado que se desea explicar (explanandum) o se intenta predecir (proyectandum) se deduce de enunciados generales (leyes) y circunstancias particulares (condiciones de partida o datos). Por ejemplo, “Rafael destruyó el manuscrito X” se explica porque “Rafael destruye los manuscritos malos” (ley) + “el manuscrito X era malo” (dato). De igual modo, de la combinación ley + dato se deduce la predicción “Rafael destruirá el manuscrito X”. [Es importante advertir que si bien la explicación y predicción comparten su forma lógica, difieren en otros aspectos que no trataré aquí (ver Bunge 1998)]. El razonamiento predictivo es más seguro cuando se emplean teorías o leyes universales y condiciones de partida legales (i.e., controladas por leyes científicas y que pueden estimarse con bajísimo error). La predicción de la distancia a la que se desplazará un móvil usando las leyes del movimiento más la información sobre la fuerza inicial y el roce (datos) es un ejemplo. Por el contrario, el razonamiento predictivo se hace más inseguro en la medida que las leyes que se emplean no son universales (por ejemplo, cuando son probabilistas) y/o cuando los datos no reflejan hechos legales sino eventos (i.e., accidentes o contingencia). Un evento es un hecho raro (ya sea porque es “irrepetible” o porque la frecuencia con que ocurre es tan baja que no ha permitido estudiarlo probabilísticamente). Ejemplos de tales eventos en biología son la extinción de los dinosaurios por el impacto de un meteorito o la erupción de un volcán que redujo, accidentalmente, una población de plantas a unos pocos individuos. Por ser accidentales, los eventos no son necesariamente anómicos o ilegales (en nuestros ejemplos el comportamiento de meteoritos y volcanes responde a leyes físicas y geológicas), pero su ocurrencia afecta el devenir de ciertas cosas que estudian los biólogos (i.e., dinosaurios y plantas) de manera inesperada e independiente de las leyes que describían su comportamiento previo (e.g., leyes fisiológicas en los dinosaurios y la selección natural que gobierna los procesos adaptativos en las plantas). Una característica importante de los eventos es que, una vez ingresados como datos en razonamientos predictivos, modifican de manera radical la manifestación de procesos. Por ejemplo, las leyes fisiológicas y ecológicas por sí solas no eran capaces de predecir (retrodecir) la extinción de los dinosaurios, pero la introducción del dato sobre el impacto del meteorito modificó radicalmente la cadena causal de sucesos y generó (ahora con la enunciación de las condiciones de partida apropiadas) una explicación o predicción plausible. La dificultad de predecir nuevas extinciones causadas por impactos de meteoritos no se debe a que la trayectoria de los meteoritos no responda a leyes físicas sino a la dificultad de establecer cuándo ocurrirá un nuevo impacto y, más específicamente, cómo afectará ese nuevo impacto al ambiente físico-químico de la Tierra y a los seres vivos que la habitan (que dependerá, por ejemplo, de la masa del meteorito en cuestión, del ángulo de choque con la Tierra, de si el impacto es sobre la superficie de un continente o sobre el mar y de otros factores por el estilo).

usando teorías que recurren a mecanismos actuales cuya manifestación es universal o casi universal (por ej., fuerzas ejercidas por campos electromagnéticos, atracción de masas o gravedad, uniones atómicas). La manifestación de esos mecanismos se ve afectada escasamente o de manera previsible por las condiciones de partida, por lo que las predicciones de las leyes que los involucran pueden ponerse a prueba mediante el recurso a experimentos ampliamente repetibles. La investigación en ciencias históricas, en cambio, involucra explicar fenómenos observables en términos de causas inobservables y muchas veces contingentes (esto es, accidentales), cuya acción efectiva no puede replicarse en el laboratorio ni ponerse a prueba mediante experimentos. La dificultad de la predicción en ciencias históricas puede comprenderse si, por ej., se reflexiona sobre lo arduo que es pronosticar la erupción de un volcán, la ocurrencia de un terremoto, la manifestación de un cáncer espontáneo de tiroides o el tipo de cambio o adaptación que sufrirán ciertos organismos sujetos a una severa presión selectiva. Esas predicciones son difíciles de formular aun cuando se conozcan las leyes o teorías explicativas de los fenómenos, y más allá de la rigurosidad del investigador involucrado, porque las condiciones de partida imponen severas restricciones a la generalidad de la ley usada en el razonamiento predictivo.

En suma, la causalidad múltiple y la variabilidad espacial y temporal de la manifestación de esas causas es parte sustancial de la naturaleza estudiada por los ecólogos. Parte de esa variabilidad espacial y temporal depende, al parecer, de las numerosas condiciones de partida que afectan la explicación y la predicción en ecología. Si bien la deducción de predicciones a partir de leyes ecológicas puede anclarse mejor en la realidad mediante el conocimiento profundo del modo en que son afectadas por las condiciones de partida, la acción contingente de algunas de ellas transforma a la ecología en una ciencia histórica, con especiales desafíos para predecir. Esas dificultades, juzgadas mediante estereotipos no rigurosos del así llamado MÉTODO EXPERIMENTAL, han sido invocadas para situar a las ciencias históricas bajo una luz desfavorable frente a otras ciencias, llegándose incluso a cuestionar su científicidad. Pero la filosofía de la ciencia sugiere que, durante la investigación científica, es el método el que debe adaptarse al tipo de realidad

estudiada y no la inversa. Dicho en otros términos, la estrategia epistémica debe ajustarse a las demandas ontológicas. El estatus científico de las distintas disciplinas no puede juzgarse por la dificultad de los problemas que enfrentan, sino por la rigurosidad con que ponen a prueba sus soluciones, sean estas SIMPLES (por ej., hipótesis unicasales y universales) o COMPLEJAS (por ej., hipótesis multicausales y contingentes).

Introducidos los obstáculos ontológicos, en la próxima sección veremos cómo afectan a la investigación científica y tecnológica en ecología cuando son incorporados a través del principal marco conceptual (teoría presupuesta) de la investigación ecológica: la teoría de evolución por selección natural.

### **El contexto teórico de la investigación en Ecología: selección natural y adaptación**

Buena parte de los ecólogos usan el marco teórico provisto por la teoría de selección natural como punto de partida para sus investigaciones, al interpretar que usualmente los cambios morfológicos, fisiológicos o de comportamiento que favorecen la supervivencia y reproducción de algunos organismos tienen significado adaptativo (esto es, han sido moldeados por selección natural) (Marone et al. 2002). Esta se manifiesta como capacidad reproductiva o mortalidad no aleatorias con respecto a ciertos fenotipos, los cuales son capaces de dejar mayor descendencia y, por lo tanto, se los considera mejor adaptados. La teoría evolutiva no puede predecir cambios o adaptaciones específicas de los organismos porque esos cambios no dependen sólo de leyes biológicas (por ej., las de variabilidad y heredabilidad) sino también de procesos independientes o accidentales (por ej., mutaciones, deriva génica). Ante una determinada presión de selección (por ej., alimento escaso), la teoría ecológico-evolutiva predice que sobrevivirán y se reproducirán más eficazmente aquellos organismos con alguna ventaja fenotípica, pero no predice cuál será la ventaja específica seleccionada. Se reproducirán más eficazmente los individuos capaces de ingerir alimentos que no puedan consumir otros de la misma especie (por ej., semillas

diferentes), o de digerir más eficientemente el alimento escaso, o aquellos que puedan emigrar facultativamente a regiones donde el alimento es abundante. Eso dependerá de las condiciones de partida o, por así decirlo, de la variabilidad ya disponible en la población y la manera en que es seleccionada por el ambiente. Al igual que con la mecánica cuántica, la teoría ecológico-evolutiva puede predecir ciertos comportamientos a escala *MACROSCÓPICA* (esto es, el cambio o selección de fenotipos) pero –al menos por ahora– es incapaz de hacerlo a escala *MICROSCÓPICA* (esto es, qué fenotipo particular incrementará su incidencia en la población ante una determinada presión de selección). El problema es que en ecología, a diferencia de lo que sucede en la mecánica, las predicciones de interés son las de escala microscópica.

En resumen, el análisis de la complejidad de la naturaleza y de la manera en que esta se incorpora a la investigación en ecología a través de su principal teoría presupuesta pone en evidencia ciertos límites a dicha investigación. Pero a pesar de esos obstáculos, los ecólogos investigan, llegan a comprender el funcionamiento de algunos sistemas ecológicos e, incluso, a controlarlo. Apuestan a desarrollar conocimiento explicativo y predictivo sobre la dinámica de poblaciones, comunidades y ecosistemas. En lo que sigue, analizaré cómo la *RIGUROSIDAD METÓDICA* ayuda a la indagación ecológica a pesar de los límites impuestos por la complejidad de la naturaleza; indagaré sobre los alcances de la investigación en ecología.

### **¿Cómo investigan los ecólogos?**

Así como los obstáculos que impone la realidad no deben usarse para subestimar el estatus científico de las ciencias históricas, tampoco deberían invocarse para justificar el abandono de los cánones de rigurosidad metódica. En algunos casos se afirma que, como la realidad es compleja, cualquier explicación ecológico-evolutiva es igualmente valiosa e imposible de corroborar debido a que no se pueden formular predicciones críticas para rivalizarlas. Para quienes abusan de esta tendencia, el método de la ciencia histórica ha pasado a ser una mera narración de hechos plausibles en la que

el delicado asunto de la predicción ha quedado fuera de toda posibilidad e, incluso, interés. Esta particular visión del método sugiere que las hipótesis históricas sólo pueden someterse a prueba de manera muy general, mediante un ejercicio en el que la capacidad de persuasión de quien narra la historia es tan importante como las pruebas que aporta. La literatura avanza sobre la ciencia y la argumentación racional se devora la justificación empírica. De ese modo, TODO VALE y, por lo tanto, prevalece la opinión de quien escribe convincentemente o de quien detenta la autoridad o el poder.

Pero los obstáculos ontológicos de las ciencias históricas no involucran necesariamente que las hipótesis sobre eventos pasados no puedan ser puestas a prueba mediante el método general de la ciencia. Ante un problema de investigación interesante se conjetura o propone una solución a modo de hipótesis plausible, y se deducen una o más consecuencias observables las cuales se buscan allí donde se espera que sucedan (véase la similitud de este esquema con el empleado, por ej., en biología celular y molecular; Mayorga 2005). La hipótesis histórica de la extinción de los dinosaurios debida al impacto de un meteorito provee un buen ejemplo de ello ya que, tras haber sido conjeturada, los investigadores pudieron deducir ciertas consecuencias observables y salir a buscarlas. por ej., la presencia de depósitos de iridio (mineral muy raro en la superficie terrestre pero común en los meteoritos) en el registro sedimentario correspondiente a la época en que sucedió la extinción, la evidencia paleontológica de que esta ocurrió de manera abrupta, y la presencia de un cráter del tamaño apropiado con la antigüedad predicha. Más aún, los científicos históricos frecuentemente ponen a prueba sus hipótesis auxiliares en el laboratorio, como han hecho en el programa de investigación en ecología que intenta establecer las condiciones ambientales que promovieron el origen de las formas de vida más primitivas (por ej., ¿pueden surgir algunos tipos de aminoácidos a partir de ciertas descargas eléctricas que habrían afectado SOPAS PRIMITIVAS compuestas de metano, hidrógeno, amonio y agua?) Esos ecólogos ponen a prueba el grado de verdad de algunos de sus supuestos mediante experimentos actuales, cuyos resultados permiten establecer si los mecanismos invocados por la hipótesis específica son capaces de provocar el fenómeno analizado. Se corroboran así con rigurosidad las hipótesis auxiliares, aunque el

grado de realismo de otros supuestos (por ej., el que afirma que la atmósfera estaba compuesta de metano, hidrógeno, amonio y agua) debe sostenerse usando un conjunto diferente de evidencia.

La comprensión del papel de las hipótesis históricas en la investigación requiere una mentalidad epistemológica madura y una concepción amplia del método de la ciencia por parte de aquellos investigadores que no emplean ese tipo de hipótesis, pero también requiere de altos niveles de rigurosidad metódica por parte de los que las usan con frecuencia. Alcanzar esa rigurosidad involucra, en primer lugar, que los ecólogos postulen y pongan a prueba hipótesis tanto sobre procesos actuales (por ej., disponibilidad de alimento, competencia, depredación) como sobre accidentes históricos (por ej., caracteres no adaptativos mantenidos a través de la filogenia) para explicar un mismo fenómeno. por ej., las aves de los desiertos de América del Sur podrían estar incorporando una mayor proporción de semillas en sus dietas que sus contrapartes norteamericanas porque las semillas son más abundantes en el sur (esto es, una hipótesis sobre procesos que puede verificarse actualmente), o debido a que las aves del norte tienen ciertas restricciones digestivas provenientes de un antiguo ancestro común que las hace consumir menos semillas (esto es, una hipótesis sobre un accidente histórico –el establecimiento de un determinado carácter en el linaje– que, sin embargo, tiene consecuencias mecanísticas actuales). La evaluación simultánea de ambas hipótesis, planteadas como alternativas no excluyentes, se puede llevar a cabo combinando observaciones (por ej., para comparar la abundancia de semillas en desiertos sudamericanos y norteamericanos) y experimentos (por ej., para corroborar si las aves del norte son capaces de consumir tantas semillas como las del sur cuando se les aumenta la oferta de alimento, o para verificar la existencia de cierto mecanismo fisiológico en las aves del norte y sus parientes). La consideración efectiva y la rivalización de hipótesis alternativas es una parte sustancial de la rigurosidad metódica de los programas de investigación más exitosos en ecología. Este ejemplo vuelve a mostrar que la capacidad de explicar los hechos con precisión no se ve seriamente afectada tanto cuando se corrobora la hipótesis sobre procesos como cuando se corrobora la hipótesis sobre accidentes históricos. Lo que sí

difiere sustancialmente, Y ESTE ES EL PUNTO CENTRAL en esta parte de mi argumentación, es la capacidad de predecir NUEVOS SUCESOS por parte del ecólogo a partir de cada tipo de explicación. La verificación de una hipótesis sobre procesos o mecanismos actuales abre la expectativa de que la misma pueda ser, al menos en principio, generalizable a una amplia gama de situaciones. Por ej., si las aves fueran importantes consumidores de semillas sólo en aquellos desiertos donde éstas abundaran, con sólo conocer la abundancia de semillas en cada desierto a lo largo del mundo se podría predecir la importancia de las mismas en la dieta de las aves que los habitan. En cambio, si la proporción de semillas en la dieta sólo dependiera de contingencias locales, como por ej. ciertos caracteres morfológicos, conductuales o fisiológicos que no tienen un estricto significado adaptativo, la posibilidad de plantear predicciones generales quedaría reducida o anulada porque no existiría una ley general para alimentar el razonamiento predictivo correspondiente. Ante esta situación, la búsqueda de leyes generales se vería reemplazada por los ESTUDIOS DE CASO y la incertidumbre frente al próximo resultado (¿qué proporción de la dieta del ave X que habita el desierto Y estará compuesta por semillas?) es igualmente alta en cada etapa de la investigación. Por ello es muy importante agotar la indagación de hipótesis sobre procesos a la par que se conjeturan las explicaciones históricas; porque la capacidad predictiva de la ecología siempre dependerá, en última instancia, del componente no histórico de sus explicaciones.

Dadas las características de la realidad estudiada por la ecología, la variabilidad de los resultados ecológicos en el espacio y el tiempo puede deberse tanto a que el fenómeno varía efectivamente o a que las mediciones del mismo ofrecen resultados distintos a pesar de que, objetivamente, el fenómeno en sí no varía. Por ej., la abundancia de semillas en la dieta de una especie de ave en tres desiertos diferentes puede haber diferido porque es distinta o porque el error de la medición es muy elevado. Este asunto suele ser subestimado por algunos científicos que, entrenados en tradiciones empiristas, creen que una mala medición está solamente asociada a falta de compromiso o entrenamiento, o es resultado de un bajo esfuerzo de muestreo. Piensan que el esfuerzo mancomunado de la comunidad de científicos será

capaz, a corto o mediano plazo, de eliminar los errores de medición. La historia de la ciencia muestra algunos casos de este tipo, aunque siempre en aquellas ciencias donde los experimentos son ampliamente replicables. Pero MEDIR CON ERROR tiene un significado más amplio. La construcción de un dato científico depende, cada vez más, de la aplicación de técnicas sofisticadas para estimar indirectamente el valor de algunas variables, y esas técnicas están basadas en teorías o supuestos particulares, los cuales se aceptan como verdaderos mientras se llevan a cabo las mediciones. El uso de diferentes técnicas para medir un mismo fenómeno puede involucrar supuestos diferentes, que a veces pueden ser correctos y otras no. Pongamos por caso que estamos poniendo a prueba la hipótesis de que las aves consumen más semillas en desiertos de América del Sur porque hay más semillas allí. Esa hipótesis predice que el número de semillas en el suelo de varios tipos de ambientes en los desiertos meridionales será sistemáticamente mayor que en sus contrapartes norteamericanas. Una mirada rápida a la literatura especializada indica que hay técnicas variadas, con fundamentos distintos, para estimar el número de semillas en el suelo. En general, unas están basadas en la búsqueda y conteo, bajo lupa binocular, de las semillas presentes en cada muestra, y las otras consisten en hacer germinar las semillas de las muestras de suelo y contar el número de plántulas que emergen. La primera técnica depende del supuesto *TODAS LAS SEMILLAS PRESENTES SE DETECTARÁN E IDENTIFICARÁN* mientras que la segunda lo hace del supuesto *TODAS LAS SEMILLAS PRESENTES GERMINARÁN*. Podría ocurrir, por ej., que el número de semillas pequeñas sea subestimado por la primera técnica y que el número de semillas de varias especies con altos niveles de dormición en el suelo sea subestimado por la segunda. Toda comparación descuidada de resultados obtenidos con ambas técnicas (esto es, lo que suele ocurrir en los trabajos denominados *DE REVISIÓN*) sobreestimarán las diferencias entre muestreos, con consecuencias negativas para la puesta a prueba de las hipótesis ecológicas. Es posible que, al menos en algunos casos, la variabilidad de los resultados de la ecología pueda reducirse mediante el simple recurso de acordar las técnicas a emplear en los estudios comparativos antes de empezar a obtener los datos (Marone et al. 2000). La conciencia sobre el grado en que los resultados dependen de las técnicas y sus supuestos, y la búsqueda de acuerdos sobre las técnicas a emplear, son también una parte sustancial del método de la ecología rigurosa.

Dado que la manifestación de ciertos fenómenos ecológicos depende no sólo de las leyes generales que los gobiernan sino también, como en cualquier otra ciencia, de variabilidad en las condiciones de partida que afectan a esas leyes, los estudios de largo aliento que incluyen entre sus objetivos identificar y cuantificar las diferentes fuentes de variabilidad (por ej., entre años, estaciones, ambientes) que afectan a los fenómenos estudiados (por ej., cambios en abundancia de aves), también contribuyen a incrementar la capacidad predictiva de los ecólogos. Los estudios de largo plazo en condiciones realistas (esto es, en el campo), orientados a detectar las condiciones de partida que afectan la manifestación de las leyes ecológicas, forman parte de la estrategia que caracteriza a la investigación rigurosa en ecología. Este enfoque ha permitido, en muchos casos, identificar las diferentes causas que contribuyen a la expresión de un fenómeno y el grado de permanencia o cambio de esas causas en relación con otros procesos de los cuales dependen. Por ej., estudios de largo plazo en zonas desérticas han sugerido que la competencia entre organismos que se alimentan de semillas causa mortalidad diferencial sólo durante años afectados por inusuales periodos de sequía. La cadena causal entre sequía, baja producción de semillas y competencia entre animales granívoros sólo pudo ponerse de manifiesto mediante estudios plurianuales. En particular, el hallazgo de que las condiciones para que se manifieste la competencia se dan sólo ocasionalmente pudo establecerse mediante programas de, al menos, una década de duración. Por tanto, si la meta es poner de manifiesto los mecanismos que afectan las complejas cadenas causales ecológicas, la investigación debe contar con objetivos consolidados e hipótesis alternativas que se ponen a prueba repetidamente (por ej., durante varios años) para detectar la variabilidad en la manifestación del fenómeno y los factores que la afectan.

Finalmente, la investigación mecanística y el ESCALAMIENTO (*scaling*) de los resultados a través de los distintos niveles jerárquicos de los sistemas ecológicos constituyen una estrategia útil para construir teoría predictiva. Se trata de integrar en un mismo programa de investigación los enfoques descriptivo, experimental y teórico o, desde una perspectiva epistemológica,

de adoptar el modelo de estudio de sistemas por composición, estructura, ambiente y mecanismo (Bunge 2003). El punto de partida suele ser el descubrimiento de patrones (esto es, regularidades) en la naturaleza que requieren una explicación (esto es, constituyen un problema de investigación). El ecólogo conjetura o postula hipótesis causales (por lo tanto, sobre mecanismos) para explicar ese patrón. Pone a prueba la acción del mecanismo mediante observaciones y, especialmente, experimentos controlados y rigurosos. Cuando las hipótesis son corroboradas, se las usa para formular nuevas predicciones sobre patrones en la naturaleza. En la medida que las explicaciones se muestran generales, adquieren estatus de leyes científicas y se van incorporando a teorías. Veamos un ejemplo. Las distintas especies de aves granívoras se distribuyen más o menos ampliamente a lo largo de gradientes ambientales. Una hipótesis causal plausible es que las aves con mayor distribución son capaces de consumir tipos de semillas a las que no acceden las aves de distribución más restringida, tal vez porque sus picos son capaces de trozar semillas tanto duras como blandas. Dicha atribución causal puede ponerse a prueba rigurosamente mediante estudios de laboratorio y, de ser corroborada, el ecólogo puede formular nuevas predicciones. Por ej., que las regiones del gradiente donde prevalecen las aves generalistas serán aquellas donde también predominan las semillas duras, o que esas aves serán capaces de ocupar sitios perturbados donde prevalezcan semillas duras, o que si se impide experimentalmente en un área restringida (por ej., una isla) que las plantas con semillas blandas se reproduzcan a lo largo de varios años, desaparecerán del área tratada las aves con distribución geográfica restringida. Si las tres instancias fueran corroboradas, el grado de confianza en la hipótesis aumentaría de tal modo que los mecanismos verificados podrían ser incluidos en una teoría rudimentaria que, a su vez, se usaría para describir la cadena causal en términos más abstractos y formular extrapolaciones que, de resultar válidas, irían incrementando tanto la capacidad explicativa como predictiva del programa de investigación. Este enfoque sugiere, de nuevo, que la ecología rigurosa implica estudios de largo aliento, con objetivos integrados e hipótesis que se ponen a prueba mediante esfuerzos variados y redundantes. Implica, por tanto, la conformación de grupos de trabajo altamente críticos e interactivos y la publicación de

resultados sólo después de que los mismos se muestren robustos frente a diferentes desafíos (circunstancias). La proliferación de pequeños proyectos, ampliamente descriptivos y sin contexto teórico explícito, forma parte –en cambio– de la ecología poco rigurosa, diversificadora (esto es, que glorifica la complejidad en lugar de buscar leyes por más esquivas que éstas sean) y poco comprometida con la resolución de los cada día más preocupantes problemas ambientales.

## **Agradecimientos**

El aporte, a través de los años, de bibliografía e ideas por parte de J. Lopez de Casenave ha sido fundamental para desarrollar este trabajo. Las conversaciones con M. Bunge y R. González del Solar inspiraron buena parte de mi enfoque, el cual fue corregido por R. González del Solar meticulosamente y con la eficacia de siempre. M.L. Guichón, F. Jaksic, J. Lopez de Casenave, L. Mayorga y F. Milesi leyeron críticamente distintos borradores de este manuscrito. Los estudiantes de numerosos cursos, algunos llevados a cabo en la UNCuyo, aportaron críticas y excelentes oportunidades para reflexionar sobre el problema de explicar y predecir en biología. Agradezco a CONICET, la Facultad de Ingeniería y el Programa de Posgrado en Biología de la UNCuyo por su apoyo institucional. Foncyt (Pict 01-03187 y 01-12199), CONICET (PIP 6328) y la John S. Guggenheim Memorial Foundation aportaron apoyo financiero. Este trabajo es la contribución número 38 del Grupo de Investigación en Ecología de Comunidades de Desierto (Ecodes), del IADIZA y la UBA.

## **Referencias bibliográficas**

- ORIAN, G.H. (Ed) **Ecological knowledge and environmental problem-solving.** Washington DC, National Academy Press, 1986, 386 pp.
- CLELAND, C. **Historical science, experimental science, and the scientific method.** *Geology*, 29, 2001, 987-990.

- MARONE, L., F. MILESI, R. GONZÁLEZ DEL SOLAR, E.T. MEZQUIDA, J. LOPEZ DE CASENAVE & V.R. Cueto. **La teoría de evolución por selección natural como premisa de la investigación ecológica.** *Interciencia*, 27, 2002, 137-142.
- BUNGE, M. **Philosophy of Science.** Volume 2. From Explanation to Justification. New Brunswick, Transaction, 1998, 423 pp.
- MAYORGA, L. **Las células y sus moléculas.** Capítulo 3 de este libro.
- MARONE, L., J. LOPEZ DE CASENAVE & V.R. Cueto. **Granivory in southern South American deserts: conceptual issues and current evidence.** *BioScience*, 50, 2000, 123-132.
- BUNGE, M. **Emergence and Convergence. Qualitative novelty and the unity of knowledge.** Toronto, University of Toronto Press, 2003.





## La investigación en Clínica

### Sobre enfermos y enfermedades

Isaac Rivero\*

#### ¿Quiénes investigan, qué investigan y dónde lo hacen?

La conservación de la salud, la prevención de enfermedades y la recuperación de la salud de las personas enfermas ha pasado a ser una preocupación cada vez más acuciante de la humanidad. El empirismo que se aplicaba en la antigüedad al ejercicio de la medicina ha sido reemplazado por la aplicación cada vez más exigente de principios científicos en el cuidado de la salud humana. La investigación en ciencias médicas y, dentro de ellas, la investigación clínica contribuyen poderosamente en los avances que diariamente enriquecen el conocimiento científico puro y sus aplicaciones en insospechados campos de la salud. (Houssay B, 1955)

Profesionales de diversas disciplinas (médicos, biólogos, bioquímicos, técnicos y otros), que se dedican a investigar la intimidad de los fenómenos biológicos involucrados directa o indirectamente con la salud humana son frecuentemente considerados investigadores básicos del área médica. Podría decirse que ellos se inspiran fundamentalmente en la naturaleza y que su tarea consiste en examinar, valorar, analizar y definir los fenómenos –normales o anormales– relacionados directa o indirectamente con la salud humana.

Los investigadores básicos frecuentemente examinan la intimidad de fenómenos que permiten explicar también mecanismos de enfermedad. Otras veces, el análisis refinado de circunstancias patológicas echa luz sobre la

---

\* Profesor Emérito de la UNCuyo y ha sido Profesor de Inmunología del Departamento de Medicina Interna de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNCuyo.  
e-mail: riverovidela@lanet.com.ar

intimidad de fenómenos normales, directa o indirectamente relacionados con la biología humana.

Por otro lado, numerosos profesionales se dedican a investigar fenómenos que aparecen predominantemente en situaciones de enfermedad; se inspiran fundamentalmente en los pacientes y son considerados investigadores clínicos.

La investigación clínica se ocupa de examinar, valorar, analizar y definir cuestiones relacionadas con las causas y las consecuencias de las enfermedades, los efectos morfológicos y biológicos de diversas situaciones anormales en los seres humanos, los mecanismos de las enfermedades, los efectos de diversos recursos que se utilizan en el intento de recuperar la salud, la epidemiología clínica, los efectos indeseables de algunos medicamentos e innumerables otros temas relacionados directa o indirectamente con los pacientes o con las enfermedades. (Bazerque P, Tessler J, 1982)

Un campo que ha tenido notable expansión en los últimos decenios es la investigación de desarrollos tecnológicos relacionados con la medicina. En gran medida, la investigación clínica actual se relaciona con la aplicación de nuevos desarrollos tecnológicos, ya sea relacionados con el uso de nuevos aparatos para diagnóstico o tratamiento, o con la utilización de nuevos fármacos.

La contribución permanente de investigadores básicos y clínicos, así como de quienes contribuyen con nuevos desarrollos tecnológicos, permite establecer un entramado que será más eficaz mientras más cercanas sean las relaciones entre los diversos grupos de investigadores.

El ámbito físico en que desarrollan sus actividades los investigadores básicos es frecuentemente diferente del que utilizan los investigadores clínicos. Mientras que los primeros se alojan en laboratorios que se encuentran en edificios académicos, donde se desarrollan predominantemente actividades docentes y de investigación, los investigadores clínicos trabajan generalmente en hospitales universitarios, en los que se desarrollan las actividades asistenciales, la investigación clínica y la docencia. (Lanari A, 1995)

Los investigadores inician su carrera frecuentemente como ayudantes en grupos de investigación básica o clínica. En esta etapa suelen probar su vocación académica y científica, para ingresar después más oficialmente a los grupos de investigación como becarios, estudiantes de posgrado, maestrandos, doctorandos o personal de planta. Los que desarrollarán su actividad como investigadores clínicos frecuentemente tienen necesidad de formarse en los primeros años de posgrado en la disciplina clínica en que desarrollarán su actividad.

Este requerimiento adicional constituye, en la experiencia del autor de este capítulo, uno de los primeros escollos de la formación del investigador clínico por cuanto se le requiere dedicar una gran parte de su tiempo a la formación clínica, sin la cual no podrá posteriormente desenvolverse como investigador. Esta etapa suele disuadir a los presuntos candidatos a continuar su vocación de investigadores. Sólo mediante una sólida vocación científica y por efecto de la atracción que se genera en algunos grupos o por la acción de algunos líderes se salva esta etapa, que puede ser crucial para el futuro del investigador. Esta dificultad, sumada a la posible escapatoria hacia el ejercicio de la profesión independiente, explica la frecuente escasez de investigadores clínicos en las instituciones académicas de todo el mundo. La exigencia de la dedicación exclusiva a la investigación es particularmente difícil para el investigador clínico, que frecuentemente prefiere dedicar sólo medio tiempo a su vocación científica, con lo cual reduce su eficacia como investigador y disminuye el rendimiento de los esfuerzos financieros que hacen las instituciones para formar y mantener este tipo de profesionales, cada vez más indispensable en el mundo actual. (Wikinski J. A, Usubiaga J. E., Hernández H. H., 1977)(Agrest A, 2002) (Zerhouni E. A., 2005)

### **¿Cómo se investiga?**

Después de las consideraciones previas, que intentan esclarecer los diversos campos de acción de los investigadores del área médica, consideraremos cómo se hace investigación clínica.

Los pasos que sigue el investigador clínico no difieren sustancialmente de los que realizan los investigadores de otras áreas biomédicas.

Los pasos que frecuentemente se siguen, más o menos cronológicamente, en la investigación clínica son: 1) elección del tema; 2) revisión de la bibliografía; 3) formulación de hipótesis; 4) selección del diseño de la investigación; 5) desarrollo de la investigación y recolección de datos; 6) manejo e interpretación de los resultados; 7) reflexión sobre los resultados; 8) informe.

Con el objeto de cubrir de forma sintética los grandes temas involucrados en los pasos previamente señalados, consideraremos a continuación cada uno de ellos, separadamente.

1) Elección del tema: el investigador clínico se inspira, generalmente en la observación de hechos o problemas que se le plantean a partir de fenómenos que ocurren en enfermos o en enfermedades.

El tema de estudio proviene generalmente de la observación de un hecho que merece estudio, ya sea por experiencia personal, por sugerencia de otro profesional más experimentado, por deducción, razonamiento o analogía. Facilitan la elección, la curiosidad y el interés en la búsqueda de la verdad, el reconocimiento de áreas oscuras del conocimiento, las aparentes incongruencias o contradicciones que revela la bibliografía, el seguimiento de huellas marcadas por otros.

La reflexión sobre el tema por investigar debe conducir a una definición limitada, clara y precisa del problema. Esta definición deberá incluir como punto esencial la factibilidad real de poner en marcha el proyecto en el lugar, en el tiempo y en las condiciones en que se desarrollarán las investigaciones.

En los comienzos todo investigador necesita que un profesional experimentado dirija su participación en el proyecto y lo guíe durante el desarrollo del trabajo.

En el caso del autor del capítulo, su director de beca inicial, el Dr. Alfredo Lanari –entonces Director del Instituto de Investigaciones Médicas de la Universidad de Buenos Aires– le propuso lo que sería el punto de partida del interés principal en sus investigaciones posteriores: el lupus eritematoso sistémico, como enfermedad que representa un paradigma de los fenómenos involucrados en la Inmunología Clínica.

Los temas que fueron posteriormente despertando el interés de muchos años de tarea giraron siempre alrededor de diversos aspectos de aquella enfermedad, respondiendo a observaciones en pacientes, a hallazgos de laboratorio, a incógnitas que planteaba la bibliografía, a extrapolaciones sobre otros temas relacionados con la Inmunología Clínica, a cuestiones involucradas con los efectos del tratamiento.

2) Revisión de la bibliografía: una actitud estudiosa, reflexiva y crítica, inquisidora y persistente de búsqueda bibliográfica permitirá al investigador mejorar la definición del tema de estudio y le asegurará una permanente actualización de las ideas y de los métodos con que se trabaja en temas similares, en otros ámbitos.

La inmensa bibliografía que tiene hoy a su alcance todo investigador del área biomédica y, particularmente los que trabajan en el área clínica, constituye a la par un estímulo, un aliciente y una prueba. Las bibliotecas universitarias de hoy, particularmente las del área biológica y médica, poseen un inmenso caudal de información en soportes convencionales o electrónicos que el investigador debe saber explotar para cumplir mejor su trabajo científico.

Una buena búsqueda bibliográfica permite al investigador: delimitar mejor el tema, conocer anticipadamente algunas de las dificultades, definir la metodología más apropiada y enriquecer el trabajo mientras se desarrolla la investigación.

El autor del capítulo ha podido ser testigo, en su propia experiencia, del impresionante cambio introducido por las buenas políticas de adquisición y por el avance tecnológico de las formas de llegada de la información

científica, en los más diversos soportes. Desde Medline hasta Cochrane Library o Up-to-Date, pasando por asombrosas bases de datos y de obtención de trabajos en texto completo, la búsqueda bibliográfica se ha transformado en nuestra Universidad en un verdadero placer intelectual que deja, con frecuencia, definitivamente tranquilo al investigador en cuanto a la profundidad y amplitud de sus búsquedas, en los distintos pasos de la investigación. (Wang, KK, Wong Kee Song, LM, 1997) (Melamud A.L., Otero P, 1998)

3) Formulación de hipótesis: en general se aconseja al investigador que, delimitado el tema de estudio y comprendido el mismo en profundidad, después de una minuciosa búsqueda bibliográfica, se plantee la necesidad de anticipar las ideas principales a modo de hipótesis. Se trata de instalar en la mente del investigador la necesaria reflexión sobre la lógica entre el problema planteado, la adecuación de los métodos de investigación y los caminos alternativos según los resultados presuntamente esperables. Es este, esencialmente, un ejercicio de anticipación de ideas cuya consideración frecuentemente esclarece y compromete más profundamente al investigador. De alguna manera, la formulación de hipótesis obliga al investigador a plantearse que los resultados de su investigación podrían eventualmente avalar o rechazar teorías que irán enriqueciendo el entramado total de la ciencia. Esta manera de encarar el trabajo del investigador lo enfrenta con la seriedad y el compromiso de la tarea que se ha propuesto. Deja en claro además que la verificación o negación de hipótesis termina siendo el nudo del avance científico.

Para mencionar sólo un ejemplo: el autor participó en 1959, en un trabajo en el que se intentaba demostrar si los autoanticuerpos podían actuar sobre autoantígenos, ingresando en estructuras celulares. La verificación de la hipótesis fue una contribución para la comprensión de fenómenos relacionados con las teorías sobre la autoinmunidad, que en ese momento se estaban empezando a esbozar.

4) Selección del diseño de la investigación: elegido el tema, según sus características y los recursos disponibles, el investigador clínico se plantea el diseño más adecuado para su investigación. Seleccionar el diseño más adecuado implica definir algunos aspectos de la investigación que se relacionan con: a) tipología; b) elección de las muestras; c) elección de los métodos; d) elección de las medidas; e) definición del plan y f) definición de la cronología.

a) Tipología: según la naturaleza del tema elegido y de la hipótesis propuesta, el investigador tendrá que definir el carácter descriptivo o manipulativo de su trabajo. Se entiende por descriptivo al trabajo que intenta solamente observar y describir características moleculares, químicas, morfológicas o dinámicas del fenómeno en cuestión. Los trabajos manipulativos o de intervención requieren la introducción de variables en los sujetos de investigación, destinadas a analizar más detenidamente los fenómenos, antes y después de la modificación provocada por la maniobra utilizada.

Por otro lado y según el caso, el trabajo podrá ser cualitativo o cuantitativo según la proposición más adecuada a la investigación del tema propuesto.

Se distinguen también en la investigación clínica trabajos retrospectivos o prospectivos. Los trabajos retrospectivos involucran generalmente la recolección de datos que se encuentran en archivos de historias clínicas o en bases de documentación de resultados de laboratorio, que se utilizarán para evaluar el tema propuesto. Los trabajos retrospectivos permiten la obtención más rápida de resultados, pero con frecuencia son considerados de menos valor probatorio que aquéllos en los que, prospectivamente, se planifica el protocolo que constituirá la fuente de información de la investigación.

Los trabajos retrospectivos tienen desventajas que el investigador debe identificar anticipadamente para mejorar el diseño, superándolas en lo posible. Frecuentemente las historias clínicas de archivo son incompletas u omiten detalles que el médico no consideró de interés registrar. La ausencia de algunos

detalles en la historia no significa la inexistencia de hallazgos que eventualmente podrían estar involucrados en investigaciones realizadas a posteriori. La exclusión de algunas historias clínicas –por incompletas– en determinados trabajos de investigación disminuye el valor de la investigación y despoja al trabajo del necesario rigor científico. Esta objeción, así como otras relacionadas con la variabilidad de las características de la población que se atiende en diferentes centros asistenciales, la variabilidad de técnicas que se aplican en diversos laboratorios a lo largo del tiempo y otras limitaciones fácilmente reconocibles (o muchas veces no tan fácilmente reconocibles), disminuyen el valor de los trabajos retrospectivos.

Debe reconocerse, sin embargo, que la descripción de enfermedades se ha enriquecido principalmente con la realización de trabajos retrospectivos. Las dificultades antes mencionadas se minimizan frecuentemente con el aumento del rigor en el número de casos involucrados, con la fineza de la descripción en las historias clínicas, que son características de algunos centros de salud clásicamente reconocidos como muy rigurosos, y con el nivel científico de la institución en la que se realiza la investigación.

El reconocimiento de este tipo de dificultades en la investigación clínica tiende actualmente a minimizarse también mediante la aplicación de criterios cada vez más estrictos para selección de muestras y con la introducción de recursos estadísticos cada vez más exigentes.

Como ejemplo mencionemos que la evaluación de la eficacia de un tratamiento requiere la aplicación de un diseño que se denomina ensayo clínico controlado por sorteo, con lo que se intenta asegurar la homogeneidad de las características de los sujetos de estudio y sus controles así como la obtención de similitud numérica en cada uno de los grupos en estudio.

La aplicación de estadísticas de meta-análisis a varios trabajos de investigación previamente publicados es un intento relativamente reciente que viene a promover la aplicación de nuevos criterios de rigor estadístico para la descripción de hallazgos en la investigación clínica.

Por mencionar sólo un ejemplo de investigación retrospectiva: el autor realizó un trabajo considerando la fórmula leucocitaria de pacientes de lupus, revisó gran cantidad de historias clínicas. El trabajo demostró que cuando la enfermedad está activa y aún no ha sido tratada, la mayoría de los pacientes tiene disminución del número de linfocitos en la sangre.

El mismo tema fue objeto de un trabajo prospectivo, en el que se confirmó el hallazgo y se observó que los pacientes más activos tenían además un aumento significativo de neutrófilos con dos segmentos nucleares. Las posibles interpretaciones de este último hallazgo dieron lugar a trabajos realizados por otros autores, que demostraron el efecto de autoanticuerpos in vivo en lupus eritematoso sistémico.

Los trabajos prospectivos, a pesar de ser más exigentes en financiación, tiempo y esfuerzo permiten asegurar más cabalmente los requerimientos de rigor en la investigación clínica, a pesar de las limitaciones propias del trabajo con seres humanos, que revisaremos después. La prospección permite al investigador clínico planificar protocolos minuciosamente, ajustar detalles metodológicos que aseguren rigor científico al trabajo y recoger la información escalonadamente, para reconocer dificultades que eventualmente requieran corrección en la marcha del trabajo. Un trabajo prospectivo bien planificado prevé dificultades y tiene anticipados algunos caminos alternativos que aseguran el mantenimiento del rigor científico.

Esta modalidad prospectiva puede aplicarse a trabajos individuales, grupales o en estudios cooperativos que involucran gran cantidad de centros asistenciales. Los trabajos propectivos en investigación clínica han aportado numerosos logros para la salud humana. Algunos avances en la curación de enfermedades malignas, que hemos presenciado en los últimos decenios, han sido el resultado de estudios prospectivos cooperativos realizados a gran escala.

La aplicación de procedimientos prospectivos permite trabajar con muestras adecuadamente seleccionadas y necesariamente controladas (como los ensayos clínicos controlados que mencionamos previamente). A pesar de

las limitaciones éticas y biológicas involucradas en todo trabajo con seres humanos, los protocolos de investigación prospectiva resuelven dilemas, prevén la toma de decisiones para salvaguardar la salud de los pacientes que participan en las investigaciones y tienen prevista la consideración escalonada de los resultados.

En ocasiones, los trabajos de investigación clínica involucran métodos retrospectivos y prospectivos en su realización.

b) Elección de las muestras: En investigación clínica resulta generalmente imposible pretender contar en cada trabajo con la totalidad de los casos teóricamente involucrados en el problema propuesto. Esta dificultad impone la necesidad de elegir, para cada estudio, la muestra que mejor represente al universo. Algunos de los problemas adicionales en la definición de las características de las muestras y su selección son los siguientes:

- Cuestiones éticas de respeto a la condición humana, con todos sus atributos: Frecuentemente se requiere que los proyectos de investigación clínica sean aceptados por comités de ética, que debe poseer cada institución. Los comités requieren el consentimiento informado de los pacientes y controles que participarán como sujetos de investigación.

- Necesidad de grupos control, que en algunos casos serán elegidos a través de selección de individuos sanos (o no), que tengan similitudes de edad y sexo con respecto a los sujetos enfermos de la muestra (grupos apareados). En otros casos los mismos pacientes actúan en una etapa del experimento como sus propios controles y en otras se someten a los procedimientos manipulativos, en un esquema llamado de crossing-over. Otras veces el control es un grupo comparativo de pacientes con las mismas características, que no son sometidos a la manipulación.

A modo de ejemplo mencionamos que el autor tuvo un paciente que desarrolló reactivación aguda de enfermedad de Chagas mientras recibía tratamiento de lupus. Incidentalmente, poco después detectó otro caso de Chagas agudo en una paciente de Leucemia Aguda. Estos casos generaron

varios trabajos de investigación que, mediante los correspondientes estudios en individuos control demostraron: que el tratamiento inmunosupresor intenso al que se somete a algunos pacientes de lupus y a algunos leucémicos es probablemente responsable de reactivaciones agudas de la enfermedad de Chagas, en individuos crónicamente infectados. Se demostró además que las reacciones serológicas falsamente positivas para enfermedad de Chagas son mucho más frecuentes en lupus eritematoso que en la población normal, y que las reacciones serológicas falsamente positivas para enfermedad de Chagas son mucho más frecuentes en individuos con lupus que en aquellos que padecen otras enfermedades.

Sesgos del muestreo pueden pasar inadvertidos y constituirse en graves escollos durante la realización del trabajo. El investigador clínico debe cuidar minuciosamente que, al elegir los pacientes y sus controles se cuide la similitud de los individuos de ambos grupos en cuestiones tales como el sexo, la edad, la raza, la clase social, los tratamientos previos, la severidad de la enfermedad, el tiempo transcurrido desde el inicio de la enfermedad, el tipo de centro médico en que fueron atendidos, la posible estratificación inadvertida de la muestra.

La selección de los individuos de la muestra debe hacerse siguiendo normas claramente establecidas desde el comienzo de la investigación. Según las características del tema elegido y del diseño que se utilizará, se debe establecer –con la ayuda de métodos estadísticos– el número de individuos que participarán en la investigación, ya sea como pacientes o como controles.

Definido el número, deberá adecuarse la elección de los individuos de la muestra, ajustándose a alguna de las siguientes modalidades: 1) Seleccionada: en la que se definen anticipadamente con gran precisión las características de los individuos enfermos y sus controles; 2) De cuotas: en las que se elige igual porcentaje de individuos ajustadamente similares en cada uno de los diversos grupos que requiere el tema de la investigación; 3) Al azar (randomizado): en la que se define la muestra por las características principales y se va asignando por sorteo o completamente al azar qué

individuos ingresan en cada uno de los grupos de la muestra que será sometida a la investigación.

c) Elección de los métodos: según que el trabajo sea descriptivo o manipulativo, cuantitativo o cualitativo, retrospectivo o prospectivo deberá adecuarse la metodología que se utilizará a los objetivos y características del estudio. Frecuentemente se plantean al investigador clínico cuestiones que deben ser minuciosamente consideradas y resueltas antes de iniciar la recolección de datos, con el objeto de evitar pérdidas de tiempo y esfuerzo. Mencionamos a continuación algunas de las características metodológicas cuya consideración no debe omitirse cuando se realizan los aprontes para iniciar un trabajo de investigación clínica. Además de las cuestiones éticas, y de previsión de grupos control adecuados, si el trabajo tuviera características experimentales, será importante asegurar que la manipulación introducirá en los individuos del grupo problema una sola variable por vez, para facilitar la interpretación de los resultados. Este desideratum, que es clásico en la investigación experimental en ciencias básicas, resulta particularmente difícil de conseguir en las investigaciones clínicas porque el sujeto humano puede tener determinantes genéticos individuales o cambios determinados por factores transitorios endógenos o exógenos. Por otro lado, la evolución espontánea de las enfermedades a lo largo del tiempo introduce por sí misma otra consideración que no puede soslayarse cuando se plantea la evaluación de los efectos de variables introducidas por el investigador en los sujetos de las diferentes muestras. La elección de la metodología que se utilizará debe considerarse como un elemento crucial para la calidad de la investigación.

Una consideración adicional, no menos importante, se relaciona con las características de las pruebas de laboratorio y/o con los instrumentos de medida con que se evalúan los resultados, ya sea en trabajos retrospectivos (en los que ocasionalmente se desconocen detalles de las técnicas utilizadas) o en experimentos prospectivos en los que se medirán efectos presuntamente provocados por la variable introducida. Tanto la sensibilidad como la especificidad de las pruebas, así como su repetibilidad y la confiabilidad de los reactivos y de los instrumentos de medida son datos importantes en los resultados de la investigación y deben ser adecuadamente considerados de antemano.

No puede ignorarse que en todo experimento pueden haber falacias escondidas que podrán consistir en fenómenos como la ceguera para dígitos, la inesperada farmacogenética que determina interacciones medicamentosas insospechadas en algunos individuos de una muestra, todos ellos imponderables que escapan normalmente al manejo del investigador, por más minucioso que sea el proyecto de la investigación.

Un detalle también crucial en la metodología es evitar la subjetividad en la medición de resultados. Por esta razón es aconsejable en investigación clínica el uso de placebo (con pleno conocimiento de las falacias que involucra la sola administración de una pastilla en algunos individuos). También debe recurrirse frecuentemente a la evaluación de los resultados por parte de un grupo de investigadores que desconocen qué individuos recibieron la manipulación y cuáles no, o cuáles recibieron una droga activa y cuáles un placebo, recurriendo al método llamado de doble ciego.

d) Elección de las medidas: la evaluación de los resultados de cualquier investigación involucra frecuentemente mediciones. Se distinguen medidas directas (por ejemplo medir el nivel de la droga administrada en la sangre) y medidas indirectas (como medir la eliminación de un catabolito de la misma droga en la orina). También se reconocen medidas objetivas (por ejemplo cuántos mg por ml de una proteína apareció en la sangre después de la administración de una determinada droga) y subjetivas (cómo se siente el enfermo después de la administración de la droga).

Se reconocen al menos tres tipos de mediciones: por intervalos o continuas (por ej. mediciones siguiendo el sistema métrico decimal), nominales (por ejemplo: grande, mediano, chico), ordinales (primero, segundo, tercero...)

El investigador deberá elegir cuidadosamente el sistema de medidas que resulte más adecuado a las características de su investigación, sin dejar de considerar los sistemas de medición que se utilizan en la bibliografía sobre el tema, a fin de contribuir para que se generen convenciones que permitan realizar comparaciones entre trabajos de diferentes autores. También interesa

hoy homogeneizar criterios que permitan aplicar estadísticas de meta-análisis a trabajos de investigación de diversos orígenes. La aplicación adecuada del diseño de ensayos clínicos controlados favorece la aplicación posterior de meta-análisis, como señalamos previamente.

e) Definición del plan: con todos los elementos del diseño de la investigación, se aconseja al investigador que efectúe un minucioso plan que contemple los pasos a seguir, cronológicamente en el tiempo. En esta etapa el investigador se plantea frecuentemente un algoritmo que involucre el camino crítico (o deseable) y presuntos caminos alternativos para el desarrollo de su proyecto.

f) Definición de la cronología: se aconseja también realizar cálculos aproximados de los tiempos que requerirán cada uno de los pasos de la investigación; una secuencia ordenada metodológica y temporalmente de la totalidad del proyecto. Este ejercicio de anticipación resulta particularmente útil para que el investigador mida el compromiso que asume consigo mismo y, eventualmente, con el grupo de investigación al que pertenece o con la institución que financia su tarea.

5) Desarrollo de la investigación y recolección de datos: completadas las fases principales que hemos mencionado previamente llega el momento de iniciar el desarrollo de la investigación, aplicando el protocolo previamente establecido. Se trata de la etapa más crucial del trabajo, en la que se pondrán en juego las principales características y virtudes del investigador.

La recolección de datos deberá ser completa y minuciosa, ordenada y metódica, objetiva, seria y honesta. Se aconseja a los investigadores anotar todo lo que hacen, registrar las dificultades y las ideas que van surgiendo durante el desarrollo del trabajo, sus reflexiones sobre los resultados parciales a medida que los obtienen, los hallazgos laterales o inesperados, el reconocimiento de falacias y de circunstancias accidentales.

Esta etapa demandará al investigador poner en juego su vocación científica, dedicación, energía, interés, diligencia.

Según la experiencia del autor, la etapa de realización del proyecto es la más comprometedora porque el investigador clínico tiene frecuentemente otros intereses: a veces está involucrado en cuestiones asistenciales que demandan su atención y le distraen en las tareas de investigación, otras está urgido por cuestiones económicas que le permitan sobrevivir. Esta diversificación de intereses y de posibilidades reales de trabajo es, sin duda, el conflicto principal de los investigadores clínicos y la principal dificultad para el desarrollo de las actividades que demandará la investigación. Sólo una vocación muy clara y una firme decisión sobre los intereses vitales del investigador le permitirán congeniar cabalmente sus deseos y sus logros.

6) Manejo e interpretación de resultados: el manejo adecuado de los datos obtenidos en la investigación exige frecuentemente la aplicación de recursos estadísticos adecuados a las características del tema y a los resultados recogidos. El investigador clínico muy avezado frecuentemente está familiarizado con los recursos estadísticos que deben aplicarse en cada caso. Se recomienda que el investigador someta los resultados de su trabajo a expertos en estadística, para obtener el máximo posible de rigor adicional sobre los datos. La aplicación de recursos estadísticos adecuadamente ajustados al experimento, a las características de las muestras y a los resultados obtenidos resulta indispensable para la interpretación adecuada de los resultados, que deberá realizar el investigador, según que las estadísticas verifiquen o no las hipótesis propuestas. La aplicación del procedimiento estadístico adecuado a los datos obtenidos es crucial en la interpretación de los resultados. Además, la familiaridad del investigador con los procedimientos estadísticos resulta ineludible. No obstante, dada la importancia de la elección del recurso estadístico que se aplicará es aconsejable recurrir al especialista en todos los casos.

La participación de entendidos en estadísticas ayudará también al investigador clínico en la selección de los recursos de tabulación o representaciones gráficas que servirán para contribuir a una mejor interpretación de los resultados.

7) Reflexión sobre los resultados: en la etapa de interpretación, enriquecida por la continua y actualizada búsqueda bibliográfica, el investigador saca conclusiones sobre la validez de los recursos de verificación de las hipótesis propuestas en su proyecto. Lo debe hacer siempre atado a principios fundamentales de honestidad intelectual.

Corroborada o no la o las hipótesis propuestas, el investigador considera otras implicancias de los hallazgos, otras posibles aplicaciones de los datos o nuevas líneas de investigación.

Como ejemplo mencionemos que el interés del autor por describir casos de lupus eritematoso en gemelos y en hermanos no gemelos promovió un estudio epidemiológico que demostró que aproximadamente diez por ciento de los pacientes de lupus tienen otro familiar cercano con la misma enfermedad. El trabajo se había iniciado como una mera descripción de casos, pero los resultados de la búsqueda bibliográfica y la reflexión sobre el tema demostraron la conveniencia de encarar el trabajo con métodos de epidemiología clínica.

En la etapa de reflexión sobre los datos corresponde considerar la posible contribución de los resultados al conocimiento sobre el tema en cuestión así como la contribución del trabajo a posibles teorías que van enriqueciendo el conocimiento científico.

8) Informe: cualquiera sea el resultado de la investigación es provechoso, particularmente para quienes recién se inician en la tarea, realizar un informe escrito sobre el trabajo de investigación, respondiendo aproximadamente al esquema que habitualmente se sigue en las publicaciones originales de revistas de la especialidad. La mayoría de las publicaciones exigen la presentación del trabajo con los siguientes datos: Título, autores, institución en la que se realizó, introducción, material y métodos, resultados (incluyendo tablas y gráficos), discusión, conclusiones, bibliografía y resumen.

La decisión de publicar o no un trabajo terminado depende del o de los autores y de su apreciación sobre el aporte que significa el contenido al conocimiento sobre el tema. En caso de enviarlo para su consideración y eventual publicación, el autor elegirá la revista que mejor se acomode a las características del trabajo y deberá adecuar el manuscrito estrictamente a los requerimientos de la revista elegida. En todos los casos es aconsejable considerar como preferibles las revistas de mayor prestigio en la especialidad. La decisión de publicar en español o en inglés es también un factor que influye en la elección. En el caso de las investigaciones clínicas, existen numerosísimas revistas de gran tiraje internacional. Cada especialidad de la Medicina tiene alguna o algunas revistas de gran prestigio. En Internet se publica un listado que registra el impacto que tienen las diferentes revistas médicas, de acuerdo a criterios que incluyen fundamentalmente el número de veces que artículos de una determinada revista son citados por autores en otros artículos. (O'Connor M., Woodford F. P., 1977) (Committee on Form and Style, 1963).

Enviado el trabajo para su consideración por parte del comité editorial de la revista sólo cabe esperar la contestación. Si fuera rechazado conviene aceptar los argumentos y, eventualmente optar por intentar su publicación en otra revista. Si fuera aceptado con recomendación de efectuar otros experimentos o de introducir correcciones en el texto, es aconsejable seguir las instrucciones de los editores.

Existen formas para dar a conocer los resultados de un trabajo de investigación, como son la presentación en congresos o en reuniones científicas de diverso nivel. La comunicación del trabajo a otros profesionales del mismo campo promueve la discusión y enriquece frecuentemente los puntos de vista de los autores.

Los trabajos de investigación clínica se presentan además, frecuentemente, en reuniones científicas de la misma institución asistencial o académica en la que fueron realizados, sirviendo como aliciente para mejorar la atmósfera científica de la institución.

### **Referencias bibliográficas:**

- AGREST A. **Más reflexiones inexactas de un observador médico.** Buenos Aires, Edic. Aventis, 2002, 323 p.
- BAZERQUE P., TESSLER J. **Método y técnicas de la investigación clínica.** Buenos Aires, Edic. Toray, 1982, 396 p.
- COMMITTEE ON FORM AND STYLE. **Style manual for Biological Journals. Conference of Biological Editors.** Washington, USA, Edic. American Institute of Biological Sciences, 1963, 117 p.
- HOUSSAY, B. **La investigación científica.** Buenos Aires, Edit. Columba, 1960, 48 p.
- LANARI, A. **Vocación y convicción.** Edit. Fundación Alfredo Lanari, Buenos Aires, 1995, 247 p.
- MELAMUD A. L., OTERO P. D. **Internet para médicos.** Montevideo, Uruguay, Edic. Rosgal, 1998, 202 p.
- O'CONNOR M., WOODFORD F. P. **Writing scientific papers in English.** London, Edic. Elsevier, 1977, 108 p.
- WANG K. K., WONG KEE SONG, L. M. **The physician and the Internet.** Mayo Clin Proc. 72: 66-71, 1997.
- WISINSKI, J. A., USUBIAGA J. E, HERNANDEZ H. H. **El trabajo científico.** Buenos Aires, Edic. Diagraf, 1977, 287 p.
- ZERHOUNI E. A. **Translational and clinical science. Time for a new vision.** New Engl. J. Med. 353: 1621-1623, 2005.



### Sobre ingenieros ingeniosos

**Jorge Barón\***

**Alicia Ordoñez Yapur\*\***

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, la palabra ingenio proviene del latín *ingenium*, “facultad del hombre para discurrir o inventar con prontitud y facilidad”. Por supuesto, de ahí deriva también la palabra ingeniero, y como invención de los ingenieros, se llaman asimismo ingenios las fábricas, máquinas, etc. (en inglés, *engine*).

Se ve que aún etimológicamente la profesión del ingeniero tiene ese toque de inventar, o dicho de otro modo, de creatividad. Desde luego que un ingeniero investigador deberá ser un ingeniero inventivo, creativo y formado metodológicamente. En general, entendemos al ingeniero como alguien con gran sentido común que sabe encarar problemas y solucionarlos.

Lo cierto es que nos hacen falta INGENIEROS CON INGENIO, personas capaces de encontrar soluciones novedosas a problemas nuevos o viejos, y soluciones mejores en todo sentido (técnico y económico). Como ejemplo, podríamos decir que ante un problema como la necesidad de sacar agua de un pozo, un

---

\* Doctor ingeniero industrial y doctor en Ingeniería Nuclear. Profesor titular e investigador de la Facultad de Ingeniería.

e-mail: jbaron@uncu.edu.ar

\*\* Dra. en Ciencia e Ingeniería de los alimentos. Universidad Politécnica de Valencia, España. Prof. Titular de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, UNCuyo en Tecnología de los alimentos de origen vegetal y Legisla en bromatología. Secretaria de Ciencia y Técnica FCAI. Docente e Investigadora de la UNCuyo, cat. II. Directora-Coodirectora Programa de Investigación.

e-mail: aordonez@fcai.uncu.edu.ar

Ambos poseen una larga trayectoria en la formación de recursos humanos, proyectos de investigación y transferencias al medio productivo.

ingenioso inventó el tornillo (hoy le llamaríamos bomba de tornillo, en la jerga es el tornillo de Arquímedes). Con esa invención logró solucionar un problema de su momento. En realidad el problema tenía solución previa (balde y cuerda) pero su solución innovadora fue mucho más eficiente.

Muchos años después, otro ingenioso se basó en ese tornillo y se le ocurrió que podría servir para más cosas, si “enroscaba” el agua, podría enroscar otros elementos, y así nació el tornillo para madera, y algo mucho más creativo, el tornillo que se enroscaba en el aire (el helicóptero).

Luego de otro montón de años, un tercer ingenioso quiso mejorar el proceso de atornillar maderas o placas en general, que requería dos operaciones: una para hacer el agujero, otra para aplicar el tornillo. Se le ocurrió modificar el tornillo, de modo que pudiese hacer las dos operaciones en una, nació así el tornillo autotarrajante.

Entonces vemos básicamente tres áreas donde CABE la investigación en ingeniería, siempre pensando en solucionar problemas:

- encontrando soluciones originales (novedosas) para un problema existente
- aplicando soluciones existentes a otros problemas. Esto lo entendemos como una extrapolación
- mejorando (optimizando) soluciones ya existentes. Aquí entra el enfoque económico que discutiremos más adelante.

### **Investigación necesariamente aplicada**

Por la naturaleza del proceso de investigación en Ingeniería, es claro que cualquier proyecto de investigación debe estar orientado a una aplicación. En este sentido, la investigación pura no existe en Ingeniería.

Se entiende como investigación pura aquella que busca el saber por el saber en sí, y existe típicamente en otras disciplinas, como la Física, la

Historia o la Biología. Si bien es cierto que cualquier investigación pura tiene el potencial de transformarse en aplicada, ese potencial no necesita ser explícito en esas disciplinas. En ingeniería, en cambio, la aplicación (aunque potencial) debe existir y estar claramente identificada. Este hecho es relevante también para el enfoque económico que discutiremos más adelante.

La investigación en ingeniería, desde su génesis (solución de problemas) tiene la aplicación ya previamente definida, pero esto no quiere decir que siempre el proceso de investigación vaya en esa dirección (primero el problema, luego la solución). Ya vimos que, a veces, la investigación consiste en aplicar la misma solución a un problema diferente, y en muchos casos los investigadores encuentran algo útil.

Como ejemplo consideremos las aleaciones martensíticas, son aleaciones metálicas que tienen “memoria de forma” que depende de la temperatura. Dicho en otros términos, si uno construye una chapita con esta aleación a alta temperatura y la enfría adecuadamente, tendrá memoria de forma. Es decir, si ahora la doblamos a baja temperatura, permanecerá doblada, pero si la temperatura sube, volverá a enderezarse. Este fue un campo de investigación de la Metalurgia durante mucho tiempo.

Una vez que esas aleaciones empezaron a ser conocidas, los ingeniosos empezaron a encontrarle nuevas aplicaciones, por ejemplo, ponerla en la tapita de un yogurt para asegurar el mantenimiento de la "cadena de frío" y de ese modo la calidad del mismo.

La investigación en Ingeniería, además de ser aplicada, intenta ir un paso más allá, o sea pasar a la innovación tecnológica. La distinción entre investigación aplicada e innovación tecnológica no es trivial, e incorpora la transformación de la innovación en un producto, en algo que tiene valor comercial, que se puede vender.

Como ejemplo, podríamos citar la invención de la baquelita, que según parece fue una investigación aplicada a resolver un problema: las bolas de billar eran de marfil, muy costosas y relativamente frágiles. Un ingenioso se

dedicó a manipular elementos químicos hasta llegar a ese material. Luego se le vieron otras posibles aplicaciones, porque además era aislante eléctrico, y un tecnólogo diseñó y puso en marcha una cadena de fabricación de teclas de luz, que comercializó con éxito (en esa época se hacían de porcelana, más cara y menos dúctil que la baquelita).

Quizá un ejemplo mejor es el de la industria del automóvil. A comienzos del siglo 20 existían varios fabricantes de automóviles, todos innovadores, ingeniosos, que creaban y construían vehículos de manera artesanal, con un elevadísimo costo. A un ingenioso se le ocurrió una innovación tecnológica: dado que un automóvil tiene muchas partes, pongamos una línea de gente y equipos a fabricar parte por parte, y luego ensamblamos esa parte con la previa. Nació así la línea de montaje, y con ella la fabricación en serie. Mediante esa innovación tecnológica Henry Ford revolucionó la industria del automóvil en el mundo. Por supuesto, el ejemplo se aplicó luego a un sinnúmero de productos.

## **El enfoque económico**

Ingeniosos hay en todas las profesiones; puede haber un abogado ingenioso, un médico ingenioso, un humorista ingenioso, hasta un político ingenioso (aunque en general no parece ser así). Entonces la pregunta es, ¿qué tiene de distinto un ingeniero ingenioso?

Un aspecto fundamental de la Ingeniería, y de la investigación en Ingeniería, viene dado en la formación del ingeniero en sí. Durante toda su formación el ingeniero aprende que tiene que manejarse en el mundo real, con recursos escasos, con escenarios cambiantes, con fondos limitados. Es el enfoque económico de la ingeniería, que es inherente a la ingeniería en sí. Dicho en otros términos, no se concibe un ingeniero en un mundo sin limitaciones.

En ese mundo de limitaciones, el ingeniero es formado para CREAR RIQUEZA. Este concepto es fundamental, y se ve mucho mejor con un par ejemplos.

Un ingeniero civil, toma cemento, hierro, ladrillos, maderas, vidrios, tejas, etc., y con su ingenio construye una casa. Está claro que la casa tiene más valor que el conjunto de los materiales que la forman.

Un ingeniero electrónico toma algunos chips, transistores, resistencias, teclas, plásticos, algunas láminas de metal, y crea una computadora. Está claro que la computadora vale mucho más que los componentes que la forman.

En realidad, el concepto de creación de riqueza en general no está explicitado en la mayoría de los casos, pero está implícito en todos ellos. Cuando un ingeniero encara un proyecto, siempre tiene en cuenta que lo que se produce debe valer más que lo que se consumió. Esto no quiere decir que siempre se tenga éxito, y desde luego hay muchos proyectos que fracasan desde el punto de vista económico.

El ingeniero investigador no es ajeno a esta formación y a esta concepción, y como consecuencia sus investigaciones siempre tienen enmarcado el enfoque económico. En otras palabras, las investigaciones en Ingeniería tienen, como componente esencial, la optimización en el uso de los recursos (maximización de utilidades netas).

Es llamativo que los países que han logrado despegues económicos importantes (como el caso de Corea del Sur) tienen en sus cuadros dirigentes (presidentes, ministros) a muchos ingenieros. Si un país dirige sus destinos pensando en producir riqueza, a partir de recursos siempre escasos, tiene grandes posibilidades de transformarse en país rico. Si un país dirige sus destinos pensando en la mediación de conflictos (enfoque de los abogados) también están claras sus posibilidades.

En concreto, el enfoque económico está inserto en la investigación en Ingeniería, y aún más, dado que entendemos que la investigación en Ingeniería no puede quedarse en ser simplemente aplicada, sino que debe tender al desarrollo tecnológico. En este contexto, la investigación más valiosa en Ingeniería sería entonces aquella que produzca el mayor valor

agregado al producto tecnológico que genera. Como ejemplo extremo, el valor agregado que tiene el *software* (como producto tecnológico comercializable) es enorme, ya que su insumo son solamente las ideas de quien lo desarrolla.

Como contraejemplo, digamos que no tiene el mismo VALOR producir ACERO que producir CARAMELOS, a pesar de lo que opinaron algunos mandatarios argentinos.

Si la Argentina exporta azúcar, eso implica un cierto valor agregado. Si exporta caramelos, implica un valor agregado mayor. Si exporta máquinas para fabricar caramelos, ese valor agregado es aún mayor. Y si exporta el *software* de control de las máquinas de fabricar caramelos, el valor agregado es todavía mayor. El ingeniero innovador (tecnólogo) tiene en mente ese tipo de escala de valores.

### **El rigor científico y el juicio de los pares**

Cualquier investigación (y la investigación en Ingeniería no es la excepción) debe realizarse con rigor científico, y su validez (originalidad y valor) se garantiza, normalmente, con el juicio de los pares, a través de publicaciones en revistas, libros, congresos o jornadas. Este es el mecanismo clásico de contralor, donde los referentes en cada disciplina, opinan y validan la investigación en esa disciplina.

Sin embargo, el enfoque económico, y el desarrollo tecnológico asociado, lleva también aparejado el hecho de que muchas innovaciones en Ingeniería son objetos de patentes, secretos industriales y reservas por las entidades que financian la investigación. Debido a esta causa, muchas veces los resultados de su investigación no son publicables, o al menos no son publicables íntegramente.

Este hecho, que de algún modo limita el juicio de los pares en el sentido clásico, en realidad está sometiendo la investigación en ingeniería a otros

pares, posiblemente todavía más exigentes, que son los encargados de velar por los fondos utilizados. Concretamente, si una empresa financia cierta investigación que implica un desarrollo tecnológico, será muy exigente en cuanto al rigor de esa investigación, la calidad de los resultados y el valor que ellos tengan. Dicho claramente, nadie regala plata.

En muchos países, la capacidad de un investigador de captar fondos para sus investigaciones, son un mérito importantísimo a la hora de evaluar integralmente a esa persona. En la Argentina, hasta el presente se ha dado en general mucho peso a la publicación, y escaso peso a la producción con transferencia a empresas, y aunque esa situación está cambiando, posiblemente el cambio será lento. Esto hace que haya excelentes investigadores-tecnólogos en nuestro medio, que realmente contribuyen de manera significativa al desarrollo nacional, y que no son reconocidos por sus pares.

### **Multidisciplinario, interdisciplinario, transdisciplinario**

El origen de la investigación en Ingeniería, la solución de problemas, no está limitada a las ciencias exactas y naturales, sino que abarca un casi ilimitado abanico de áreas de aplicación. Como problemas hay en todas las disciplinas, entre las diversas disciplinas, y muchas veces las soluciones se extrapolan de unas disciplinas a otras, podemos decir que el enfoque de la investigación en Ingeniería es multidisciplinario, interdisciplinario y a veces transdisciplinario.

Pongamos algunos ejemplos: si un ingeniero investigador está desarrollando un nuevo proceso tecnológico, además de las disciplinas propias del producto que desea lograr (física, química, matemática, termodinámica, fluidodinámica, etc.) tiene que contemplar el enfoque económico y la penetración en el mercado (disciplinas de las ciencias económicas), hacerlo en un entorno de trabajo que maximice la productividad (disciplina de las ciencias sociales, psicología, ergonomía), cumpliendo con requisitos de seguridad industrial (disciplina de las ciencias médicas), dentro de un marco legal (disciplina de las ciencias legales), etc. El contexto

multidisciplinario e interdisciplinario es pues, común a la mayoría de los desarrollos tecnológicos que llevan adelante los ingenieros investigadores.

La innovación ingenieril en el envasado de alimentos, por ejemplo mediante el uso de recubrimientos comestibles tales como proteínas, lípidos, derivados de polisacáridos, y a través de los envases activos e inteligentes, revolucionará la producción y comercialización de alimentos donde el objeto de protección ya no es sólo el alimento, sino también el cuidado del medioambiente, y al propio consumidor, va a exigir la intervención de otras disciplinas que aseguren inocuidad, generen un nuevo marco jurídico, informen y formen adecuadamente al consumidor en el manejo, uso o entendimiento de estos nuevos envases dotados de un lenguaje propio y que solucionan, entre otros, el problema que es advertir de la rotura de la cadena de frío, de la poca frescura o la descomposición del alimento.

También existen muchos ejemplos donde los desarrollos en ciertas disciplinas son tomados por los tecnólogos y aplicados a áreas diferentes. Esta extrapolación en muchos casos es transdisciplinaria. Como ejemplo se puede citar la transferencia de modelos probabilísticos (Montecarlo, Markov) inicialmente propuestos para explicar fenómenos físicos, hacia empresas dedicadas al manejo de *stocks* y cotizaciones en bolsa. También es interesante la extrapolación de modelos genéticos (basados en la teoría de Darwin) desde las ciencias médicas, a la resolución de problemas tales como el trazado óptimo de un gasoducto en la selva, o la forma óptima de una torre de alta tensión.

Esta multiplicidad de posibles aplicaciones tecnológicas hacen que la investigación en Ingeniería sea muy rica, en el sentido que no está limitada a una sola disciplina, sino por el contrario, toma elementos de diversas disciplinas, los mezcla, los prioriza, los aplica a disciplinas nuevas, y trata todo el conjunto en un contexto real, con recursos limitados. Es lo más cercano que uno puede imaginar a un desarrollo integral.

El investigador ingeniero en general tendrá, a lo largo de su carrera, una innumerable cantidad de ideas con posible aplicación, y desarrollará aquellas

que impliquen un avance tecnológico técnica y económicamente viable. Desde luego que podrá trabajar para una empresa de medicamentos, para una empresa agrícola, para una empresa de recursos humanos, para entidades con fines sociales, en fin, casi para cualquier actividad humana. Los campos de desarrollo de la investigación en ingeniería y su correlato en aplicaciones tecnológicas son casi ilimitados. Por supuesto, se incluye la investigación en Ingeniería desde la universidad.

### **Desde la universidad**

La universidad constituye un ámbito muy apropiado para la investigación, y hoy se contempla que las actividades de un universitario deben ser de tres tipos: de docencia y formación de recursos humanos, de investigación, y de transferencia. No todos los docentes son investigadores, ni todos están involucrados en transferencia, pero las disciplinas de la Ingeniería en particular, brindan un marco para el desarrollo de estas tres actividades desde la universidad.

Ahora bien, cuando hablamos de Ingenierías dentro de universidades públicas, la realización de esas tres actividades cobra mayor importancia. Es un esquema muy deseable que el ingeniero investigador forme nuevos recursos humanos, investigue soluciones novedosas a problemas diversos, y transfiera los resultados de las investigaciones a entidades del medio y empresas, ya que la sociedad en conjunto es la que sustenta a la misma universidad pública. En este sentido, dado que la sociedad financia el funcionamiento del sistema universitario público, está claro que debe recibir en retorno una PRODUCCIÓN DE RIQUEZA, y en ese contexto los ingenieros ingeniosos tienen su rol definido.

De las tres actividades del profesional en la universidad, la de la transferencia resulta la más compleja, sobre todo porque implica interactuar con otras disciplinas, en otros esquemas de tiempos, compromisos y cumplimientos, dentro de esquemas planificados y muy estructurados, y hasta

hablando en una terminología que muchas veces no es académica, sino propia del mundo de los negocios. En Ingeniería, esta actividad es la equivalente al desarrollo tecnológico, en el sentido que se pasa de una idea, plasmada a través de un prototipo, a un producto con valor comercial. Es decir, que el investigador ingeniero en la universidad pública, no sólo debe ser capaz de enseñar e investigar, sino también de gestionar la transferencia e interactuar con empresas y otras instituciones de la sociedad. Concretamente, un investigador ingeniero no puede estar encerrado en la universidad.

### **Aporte desde el pregrado para formar un ingeniero investigador**

En 1996, el Consejo Nacional de Investigaciones preparó un bosquejo de los objetivos clave para el aprendizaje de la ciencia a nivel de pregrado universitario, indicando que los estudiantes deben:

- entender los principios básicos utilizados en la explicación de fenómenos naturales;
- conectar a la ciencia, las matemáticas, la ingeniería y la tecnología a problemas y temas del mundo real;
- entender los procesos por medio de los cuales los científicos, los matemáticos y los ingenieros investigan y resuelven problemas;
- ser expuestos a información amplia y de actualidad;
- adquirir la habilidad de continuar aprendiendo durante toda la vida sobre estos tópicos.

El proveer a los estudiantes de un fuerte entendimiento de las ciencias, la tecnología y la ingeniería implica más que darles un cuerpo de contenidos, sino que se necesita motivarlos a hacer preguntas y a responder sus propias preguntas, a evaluar y usar evidencia, a aplicar los elementos básicos de la metodología de la investigación científica, a conectar la evidencia científica con las perspectivas sociales, políticas y económicas. La educación a base de temas de importancia provee un vehículo excelente para alcanzar estas metas.

## El aprendizaje con situaciones problema

Un buen tema o problema de investigación en ingeniería se podría definir como un tópico sin resultado o respuesta única claramente definida. Los temas también pueden enmarcarse en términos de estudios de casos, particularmente aquellos conocidos como casos de decisiones o también como problemas abiertos (es decir, aprendizaje basado en problemas).

Para identificar un tema de investigación puede servir como vehículo desde abrir un simple periódico y hacer que la ciencia tome realidad a la revisión de artículos de divulgación científica, científicos, haciendo uso de bibliotecas virtuales, bases de datos de Internet, etc., propiciando el desarrollo de habilidades como:

- lectura crítica.
- identificación de información importante y discriminación de lo que es hecho y lo que es opinión.
- identificación de lo que es un problema por resolver y lo que no es
- entendimiento del método científico y reconocimiento de las debilidades en el diseño de las investigaciones científicas (por ej, falta de replicación o de controles inadecuados).
- procesamiento de la información científica
- tratamiento de datos.

El desarrollo de estas competencias obliga a los educadores a incorporar estrategias que enseñan habilidades de pensar a altos niveles.

El Dr. C.F. Herreid, Director del Centro de Educación en Ciencias con el Uso de Casos de Estudio en la Universidad Estatal de Nueva York, en Búfalo, notó que los casos estudio basados en temas de importancia en las ciencias involucran aprender haciendo, el desarrollo de habilidades analíticas y de toma de decisiones, la internalización del aprendizaje, el aprender como lidiar con problemas reales complicados, el desarrollo de habilidades de comunicación oral, y a menudo, trabajo en equipo. Es una práctica para la vida.

## Referencias bibliográficas

HERREID, C. F. 1994. *Case studies in science: A novel method of science educatio.* **Journal of College Science Teaching** 23: 221-229.

NRC 1996. **From analysis to action: Undergraduate education in science, mathematics, engineering, and technology.** National Research Council. National Academy Press (Washington, D. C.).



## Investigación en Agronomía

### Cultivando la Investigación

**Juan Bruno Cavagnaro\***

¿Cuáles son las razones por las que un porcentaje de los estudiantes de cada curso se siente atraído por la investigación? Seguramente existen múltiples razones para explicar esta preferencia, las cuales incluyen tanto aspectos personales (carácter, preferencias, capacidad de observación, etc.) como externos al individuo. Entre estos últimos, probablemente los programas de difusión científica en diferentes medios (radio, televisión, prensa escrita) pueden ser motivo de atracción al mostrar el avance de la ciencia y el descubrimiento de cosas nuevas. En otros casos, el interés por la investigación se desarrolla debido a familiares, maestros o profesores que describen los avances científicos vertiginosos ocurridos en las últimas décadas. Cualquiera sea la causa, en cada cohorte existe un grupo de alumnos que se siente especialmente motivado por la investigación más que por los aspectos profesionales de la carrera, lo que indica cierta inclinación o vocación hacia la búsqueda de nuevos conocimientos. Muchos de ellos tienen cierto grado de curiosidad o de respeto hacia eso que han escuchado como “investigación científica” y de la que aún no tienen una idea exacta. La investigación es imaginada como una tarea éticamente respetable, prestigiosa y además, apasionante y hasta misteriosa porque no se conoce a priori el resultado final del tema por investigar.

Esta concepción inicial es muchas veces bastante idealista, pues si bien es cierto que la investigación en cualquier rama de la ciencia resulta apasionante, novedosa y creativa, también significa dedicación, paciencia,

---

\* Juan Bruno Cavagnaro. Ingeniero Agrónomo, Profesor Titular de la Cátedra de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Investigador de CONICET.  
e-mail: bcavagnaro@fca.uncu.edu.ar

trabajo constante y a veces rutinario, sacrificio y muchas veces falta de reconocimiento material y social por la tarea desarrollada. Sin embargo, estos últimos aspectos quedan totalmente relegados ante la maravillosa sensación que se logra cuando nuestros experimentos muestran un resultado nuevo e interesante.

Para aquellos que tienen esa vocación, curiosidad y entusiasmo por estudiar y descubrir nuevos aspectos en agronomía van mi aliento y estas líneas que espero clarifiquen las primeras etapas de su carrera de investigador.

La agricultura es una de las actividades más antiguas de las sociedades humanas. La AGRONOMÍA se define como la ciencia de la agricultura. Es una ciencia derivada de la biología vegetal y la botánica, cuyo objetivo fundamental es crear y aplicar nuevos conocimientos respecto a las especies vegetales de utilidad para el hombre. Estos conocimientos deben asegurar a perpetuidad, (es decir en forma sustentable) la supervivencia y el bienestar de la humanidad. La agronomía, como otras ciencias biológicas, es una ciencia compleja, en el sentido de que las respuestas de los cultivos bajo estudio están afectadas por múltiples factores de origen biótico y abiótico que, en la mayoría de los casos, actúan simultáneamente.

El concepto de utilidad abarca muchos aspectos y aunque el más intuitivo es la producción de alimentos para la especie humana y para los animales domésticos, no se reduce sólo a esto. También incluye cultivos que luego son industrializados y consumidos como aceites, bebidas, conservas etc.; forestales para usos diversos (maderas, viviendas, muebles, papel, etc.); obtención de productos vegetales con aplicaciones farmacológicas, aromáticas y textiles; producción de plantas ornamentales y manejo del paisaje, etc. Todos los cultivos mencionados anteriormente son cruzados transversalmente por investigaciones en aspectos inherentes a la biología (botánica, microbiología, fisiología, genética, sanidad vegetal), al uso de los recursos naturales en los cuales se basa la agricultura (clima, suelos, agua, etc.), y a las ciencias sociales (economía, administración y desarrollo rural) etc.

Haciendo un poco de historia sobre el tema de la investigación en agricultura, surge inmediatamente la visión de los primeros hombres

agricultores como etapa evolutiva superior respecto de sus antecesores nómades y recolectores. Los estudiosos del tema ubican este cambio unos 10.000 años atrás. La evolución de hombre recolector a hombre agricultor necesariamente tuvo que ver con la capacidad de observación y un cierto razonamiento organizado de algunos miembros, más curiosos que el resto del grupo, de esas sociedades tribales primitivas. Estos antiguos “investigadores”, comprendieron que las semillas de las plantas que ellos consumían, eran capaces de dar lugar a otras plantas. Que las semillas germinaban en cierta época del año, que era posible almacenarlas y que podían ser recolectadas y luego sembradas al año siguiente. Este descubrimiento cambió la tasa reproductiva de la especie humana y la organización social de las tribus primitivas (Minc y Vandermeer, 1990). Paulatinamente aparecieron poblaciones sedentarias con una estructura jerárquica totalmente diferente de las tribus anteriores y a partir de allí se originaron sociedades humanas mucho más parecidas a las actuales. Es decir, la necesidad de solucionar un problema (en este caso la falta de alimentos), sumados a la curiosidad del hombre, a su capacidad de observación y a la interpretación racional de esas observaciones aparecen como atributos importantes de la actividad investigativa en épocas bien tempranas de la humanidad.

### **¿Qué se investiga en Agronomía?**

Generalmente hay dos causas básicas que determinan el tema a investigar. Una de ellas es la curiosidad humana por investigar o conocer aspectos aún no develados. La otra es la necesidad de resolver un problema de interés para alguien (ciencia, sociedad, Estado, empresa, individuo, o varios de ellos en conjunto). En el caso de los tesisistas o jóvenes investigadores, raramente serán ellos los que eligen el tema sino que, en la mayoría de los casos, se incorporan a un grupo de investigación que ya tiene un gran tema elegido y el tesisista sólo opta entre alguno de los subcapítulos que le proponen los investigadores formados del grupo. Con el tiempo, ese joven seguramente encontrará nuevas líneas de investigación que lo pondrán en la necesidad de seleccionar los futuros temas de investigación.

El campo de investigación en agronomía es muy amplio. En primer lugar podríamos decir que se investiga tanto en aspectos básicos como aplicados, aunque esta separación no es nítida y tajante. En efecto, lo que en un momento de la ciencia es visto como investigación básica, en pocos años puede ser investigación aplicada o tecnológica. Es interesante mencionar un ejemplo de mis épocas de estudiante en las cuales el cultivo *in vitro* de tejidos vegetales era un tema considerado de investigación básica, de gran auge en ese momento. Como resultado de esos estudios, la ciencia demostró por primera vez que era posible obtener una planta completa, normal, a partir de células aisladas que se hacían crecer dentro de tubos de ensayo, en medios de cultivo apropiados y en condiciones ambientales controladas. Es decir, se había logrado en vegetales la clonación de una planta a partir de la multiplicación de sólo una célula de la planta madre. Cuatro décadas después, el cultivo *in vitro* se ha convertido en una técnica de rutina y una importante aplicación tecnológica para la propagación masiva de plantas de numerosas especies. Estas investigaciones también fueron la base para entender el concepto de totipotencia de las células vivas de los organismos, que hace poco tiempo desembocó en las primeras clonaciones de animales. En vegetales, la clonación a partir de estacas, yemas, raíces, etc. es una práctica aplicada por los agricultores desde hace muchos siglos para obtener individuos idénticos a la planta madre y de esa manera lograr uniformidad en ciertos cultivos como frutales, forestales, ajo, algunas flores, etc.

La producción de alimentos es una de las necesidades básicas de la humanidad. Teniendo en cuenta el rápido crecimiento de la población mundial y la capacidad finita de la tierra para producir esos alimentos, no es sorprendente que el tema tenga especial interés en Naciones Unidas, la cual posee una rama especial, FAO (Food and Agriculture Organization), dedicada al tema de la alimentación de la raza humana. El tema de los alimentos también se considera prioritario a nivel de naciones y provincias dentro de ellas. Además de las Universidades donde se realizan estas investigaciones, casi todos los países del mundo han creado otras instituciones para fomentar estudios al respecto, por ejemplo el INTA y la Secretaría de Agricultura a nivel país y organismos similares a nivel provincial. La investigación en agronomía es muy

intensa e incluye todas las ramas de esta ciencia. De ella se espera que surjan conocimientos que aseguren la alimentación de la humanidad en el futuro,

Los niveles de investigación incluyen desde aspectos moleculares hasta el nivel de cultivos regionales. Los aspectos moleculares se investigan utilizando herramientas y técnicas de otras especialidades como la Bioquímica, Biofísica y Biología Molecular. Es interesante mencionar que ya se conoce el genoma de varias especies vegetales, quizás la más famosa es *Arabidopsis thaliana* la cual no tiene aplicaciones específicas en agricultura, pero es muy importante desde el punto de vista de investigación básica ya que es considerada la especie modelo en base a la cual se ha comenzado la larga tarea de entender cómo funcionan y qué factores influyen cada uno de esos genes. Paralelamente con esta especie, se estudia el genoma de la mayoría de las especies correspondientes a los cultivos más importantes para el hombre.

Las investigaciones a nivel celular y planta entera son abordadas en ciertas especialidades como Botánica, Genética, Fisiología, Zoología agrícola, Fitopatología, Microbiología, Biología animal. El nivel de cultivo es abordado por varias de las especialidades anteriores, pero fundamentalmente por aquellas dedicadas a la producción agrícola (Climatología, Suelos y riego, Fruticultura, Viticultura, Horticultura, Dasonomía, Forrajicultura, Sanidad vegetal, Socio economía, etc.).

Una característica especial de las investigaciones en agronomía es la posibilidad de buscar para cada cultivo, nuevas variedades mejoradas genéticamente por los métodos tradicionales y últimamente mediante ingeniería genética. Estas mejoras genéticas tienden a incrementar la producción, aumentar la resistencia a factores bióticos (enfermedades, plagas, malezas) y abióticos (sequía, salinidad, frío, anegamiento, etc.) y mejorar las características organolépticas y nutricionales de los alimentos.

En la agronomía, como en otras ciencias, muchas veces elaboramos modelos de simulación que nos ayudan a integrar conocimientos presentes para poder predecir el comportamiento de un cultivo bajo distintas condiciones de suelo, riego, clima, plagas, etc. Esos modelos también son útiles para detectar

vacancias en áreas del conocimiento sobre ese tema en cuestión. Obviamente que los modelos necesitan validarse sobre casos reales para verificar la exactitud de los postulados del mismo, pero sin duda, son una herramienta valiosa para avanzar más rápido en la investigación de ciertos temas.

### **¿Cómo se investiga en Agronomía?**

En la gran mayoría de los casos la investigación se lleva a cabo en un grupo que reúne investigadores de distinta experiencia y nivel científico. En ese grupo los jóvenes investigadores se van formando mediante el asesoramiento y guía de aquellos que poseen mayor trayectoria.

La investigación en agronomía no es diferente a otras ramas de las diferentes ciencias. Como en toda ellas, la investigación se nutre de a) un cuerpo de conocimientos teóricos y conceptos derivados de ellos, que se ha creado a lo largo de la historia de la ciencia, pero que está siempre sometido a modificaciones y b) de la aplicación de un método riguroso conocido como el método científico.

En agronomía, en la mayoría de los casos, se aplica el método experimental cuyos pasos detallamos a continuación. Sin embargo, existen otros temas de investigación de tipo descriptivo que no requieren seguir las mismas etapas detalladas más abajo. Debe remarcarse que una de las metas a lograr con la investigación, además de aportar nuevos conocimientos, es aumentar la capacidad de los hombres para predecir eventos y resultados futuros, con una base científica cada vez más confiable y segura. Ya mencionamos anteriormente que la agronomía, como otras ciencias biológicas, es compleja y por lo tanto este avance hacia la predictibilidad suele demandar más tiempo y cantidad de experiencias para considerar la mayor cantidad posible de factores que afectan esas respuestas.

Pero retornemos a las etapas a cumplir en nuestra investigación. Una vez determinado el tema a investigar, surgen algunas preguntas, como por ejemplo ¿Qué se conoce sobre este tema? ¿Quién investigó sobre ello o en

temas relacionados? Estas preguntas deben llevarnos a una búsqueda exhaustiva de información y revisión bibliográfica que terminen por definir si el tema ya fue estudiado y aclarado o si por el contrario no fue estudiado o aún subsisten dudas al respecto. Este proceso de revisión bibliográfica, es en realidad una etapa que no finaliza nunca, pues permanentemente debemos seguir conociendo los avances de la ciencia al respecto. En la actualidad, la informática ha facilitado tremendamente la búsqueda de trabajos ligados a nuestro tema de investigación.

Conocidos los resultados de otros investigadores y basados en los aspectos teóricos que existen relacionados con nuestro tema, el próximo paso es postular nuestras hipótesis para tratar de resolver el problema. Otra forma de expresar esas hipótesis es mediante la formulación de preguntas, cuyas respuestas serían el medio para resolver el problema. La etapa de formulación de hipótesis es muy importante y según mi experiencia, es una etapa dificultosa para los estudiantes que se inician en la investigación. En muchos casos esas hipótesis son afirmaciones a priori sobre las causas que determinan el problema. Esas hipótesis serán puestas a prueba en nuestro experimento y al finalizar el ensayo debemos ser capaces de aceptarlas o rechazarlas según el caso. En numerosas ocasiones al finalizar el estudio necesitamos formular nuevas hipótesis o modificar las primeras para llegar a la solución del problema.

La etapa siguiente consiste en seleccionar la metodología apropiada que nos permita poner a prueba esas hipótesis. La metodología a elegir debe incluir las técnicas más probadas y precisas para resolver ese aspecto. Es importante resaltar que las técnicas y equipamientos van evolucionando continuamente. En la mayoría de los casos los equipos más modernos brindan mejores posibilidades para obtener los resultados esperados, aunque paralelamente significan costos de inversión cada vez más altos. A veces, en nuestro grupo de trabajo no contamos con el equipamiento de última generación para resolver el tema. Una forma de solución es buscar el apoyo de otros investigadores que puedan compartir su equipamiento con nosotros. Este tema de los equipamientos y técnicas ultra modernas y sofisticadas puede ser la causa de decepción en el caso de investigadores jóvenes que regresan de países

del primer mundo, pero en estos casos es donde aparece la creatividad propia de los buenos investigadores y la capacidad de superar inconvenientes, ya sea buscando otros métodos alternativos o logrando las alianzas que se mencionaban anteriormente. En la revisión de trabajos de investigadores jóvenes nos encontramos con cierta frecuencia con una serie de mediciones y determinaciones que no tienen ninguna relación con las hipótesis que se intentan poner a prueba; simplemente se las determina porque el equipo o el tiempo lo permiten. Si esas variables medidas son útiles y ayudan a resolver el tema, significa que la etapa anterior de formulación explícita de las hipótesis y la elección de las técnicas no fue suficientemente elaborada. Si por el contrario, esas mediciones o variables recolectadas fuera de las hipótesis, no aportan a la investigación, son un gasto de tiempo y de insumos sin sentido. También encontramos que en muchas investigaciones, por una cuestión de moda, se pone más énfasis en la técnica en sí, que en la resolución del problema agronómico para el cual podría utilizarse esa técnica.

Dentro del aspecto metodológico, debemos considerar luego, el diseño experimental del ensayo. Surgen ahora nuevas preguntas: ¿Cómo será el diseño experimental para asegurar la consistencia de los resultados a obtener? ¿Cuántos años debo repetir las experiencias para disminuir el efecto climático? ¿En cuántos sitios o ambientes diferentes? etc. Para resolver adecuadamente estas preguntas debemos considerar aspectos de diseño experimental, estadística, climatología y otras especialidades como suelos, riego, topografía y los propios del cultivo en estudio. Por ejemplo, no es igual el número mínimo de plantas a incluir en ensayos con frutales que en cultivos hortícolas o de granos o de forrajeras. Tampoco es igual el número de repeticiones de nuestras parcelas experimentales en suelos homogéneos que en suelos con alta heterogeneidad en pocos metros; o en sectores con gradientes de alguna variable que en sectores sin esos gradientes. Para terminar, debemos considerar la posibilidad de prevenir accidentes climáticos como granizo, lluvias, vientos, etc. Todos estos aspectos deben ser considerados en nuestro diseño para evitar la pérdida de ensayos que retrasan o anulan la posibilidad de terminar una tesis.

La etapa siguiente en una investigación es la realización de los experimentos. Generalmente es una etapa de mucho trabajo, en la cual se pone a prueba la capacidad de organización previa y la capacidad de imaginar con anticipación todos los elementos, drogas, equipos y materiales que vamos a necesitar en ese momento. En ensayos de laboratorio, en general, la falta de previsión puede ser superada repitiendo los ensayos nuevamente cuando el material vegetal lo permite. Pero en ensayos de campo, de tipo estacional, muchas veces esa falta de organización previa termina en la pérdida del experimento, el cual sólo podrá repetirse al año siguiente en la misma estación.

La obtención de datos que van apareciendo durante el desarrollo del experimento constituye una etapa realmente apasionante de la investigación, pues comenzamos a vislumbrar el fruto de las etapas anteriores. La recolección de esos datos debe ser meticulosa, precisa y ordenada a fin de facilitar el análisis posterior de los mismos. Los datos deben almacenarse en libros o cuadernos de ensayos específicos para este fin y nunca en hojas sueltas o cuadernos de múltiples usos. En muchas universidades y centros de investigación, se exige que los datos sean tomados en cuadernos específicos para ese objeto, con páginas foliadas, donde se anotan todos los resultados que se van obteniendo cronológicamente, sin borrar ni dejar espacios en blanco. En este período de recolección de datos el joven investigador debe registrar, además de variables previstas en el diseño previo, toda otra observación que aparezca como consecuencia de la aplicación de los diversos tratamientos.

El análisis posterior de esos resultados también constituye un período emocionante de la investigación. El mismo debe realizarse utilizando las herramientas estadísticas adecuadas. Un análisis riguroso nos permite disminuir la incertidumbre y respalda nuestra interpretación sobre el efecto de los tratamientos aplicados.

En este punto de la investigación, con los resultados en nuestras manos debemos cotejarlos con las hipótesis que planteamos en una de las primeras etapas del proceso. Puede ocurrir que los resultados permitan aceptar todas las hipótesis previas con lo cual hemos dado un paso importante para explicar

el problema investigado. Pero también suele ocurrir que sólo algunas de las hipótesis puedan ser aceptadas y el resto rechazadas o bien que todas ellas deban ser rechazadas. En estos últimos casos deberíamos postular nuevas hipótesis o modificar algunas de las previas y reiniciar el proceso.

Un último párrafo para los casos en que después del arduo trabajo realizado, nuestra investigación no pudo dilucidar el problema que nos habíamos planteado. En estos casos es importante sacar conclusiones y provecho de esta falta de éxito. El transitorio fracaso debe ser considerado como tal, transitorio. Es decir, debemos reiniciar la tarea con mejores enfoques teóricos, mejores hipótesis y mejores métodos. Seguramente en esta oportunidad llegaremos a descubrir lo que deseamos o nos acercaremos a ello.

### **¿Para qué investigar?**

Parte de esta pregunta ha sido tratada anteriormente. En ciertos casos, el ser humano investiga para satisfacer la curiosidad innata sobre algunos temas. En otros casos, que probablemente sean la mayoría, el hombre investiga para resolver algunos de los problemas que encuentra en su existencia. A su vez la motivación para investigar, puede ser de tipo altruista o de tipo utilitario. El cuerpo más importante de la investigación científica se ha ubicado tradicionalmente en un objetivo altruista. Esa posición referida al bien común se refleja en que la mayoría de los investigadores publican sus resultados, haciéndolos disponibles para el resto de la comunidad. La ciencia, por definición, avanza en la medida que los descubrimientos de cada investigador se ponen a disposición del resto, los cuales tienen la posibilidad de ponerlos a prueba y/o de utilizarlos para avanzar más en ese tema y así sucesivamente.

Sin embargo, en las últimas décadas, de la mano de un mercantilismo exagerado, han aparecido grandes empresas que investigan con un objetivo prioritario de ganancias monetarias. Para lograr esos objetivos invierten grandes sumas de dinero en laboratorios, equipos y recursos humanos. Por supuesto que quienes están en esa posición mantienen el secreto de sus

investigaciones y el oscurantismo científico tras el objetivo de esos principios egoístas. Lo más grave de la situación, es que muchas universidades y centros de investigación de renombre internacional en la historia de la investigación científica se han plegado a este sistema que tiene poco de científico y mucho de venta de conocimientos. En ciertos casos, los propios Estados que antes financiaban esas universidades y centros de investigación, estimulan este oscurantismo egoísta mediante la tentación a sus investigadores de recibir algo más de dinero a cambio de la CONFIDENCIALIDAD de los resultados obtenidos que ya no están disponibles por igual para todo el mundo sino sólo para aquellos que pagan para tener esos resultados y de esa manera tener mayores ventajas competitivas en sus negocios. Posiblemente se dirá que esas son las reglas del juego en un mundo globalizado y altamente competitivo y que ya no es posible modificar esta tendencia (al menos a corto y mediano plazo), que es una pena pues, sin duda, se va terminando con el concepto altruista y romántico de una investigación abierta y al servicio por igual para toda la humanidad. Por supuesto que siempre queda la opción de no entrar en ese juego y seguir publicando nuestros resultados en forma abierta y generosa, aún a costa de percibir menos dinero, pero con la satisfacción de sentirse retribuido por haberle dedicado la vida a una tarea tan hermosa como la investigación altruista.

Podemos decir en síntesis, que en agronomía investigamos para mejorar la cantidad y calidad de los productos derivados de la agricultura, que permitan asegurar la subsistencia de la raza humana, conservando a perpetuidad los recursos naturales que utiliza esta actividad del hombre.

### **¿Quién investiga en Agronomía?**

En principio, la investigación en Agronomía está abierta a cualquier profesional universitario egresado de facultades de agronomía o de otras facultades ligadas a la biología (biólogos, bioquímicos, microbiólogos, veterinarios, etc.) Pero también es un campo disponible para profesionales egresados de ciencias básicas como química, física o matemáticas y también

para muchos de los egresados de facultades ligadas a las ciencias sociales (economía, sociología, etc.).

Además de los ingenieros agrónomos, la posibilidad de investigar para profesionales provenientes de otras carreras con base biológica es bastante intuitiva, ya que la agronomía sólo difiere de la biología vegetal en que las plantas utilizadas para su investigación son básicamente las plantas cultivadas y las malezas de esos cultivos. Pero no debemos perder de vista que la agricultura hace uso de recursos naturales como clima, agua, suelo y sus elementos minerales los cuales constituyen el área de trabajo de ingenieros, químicos, físicos y también de matemáticos en aspecto de modelización de respuestas a factores bióticos y abióticos. Finalmente los egresados de carreras socio-económicas se desempeñan en áreas en que la Agronomía se solapa con esas ciencias (economía agraria, extensión, desarrollo rural, etc.).

En cuanto a las características personales de los investigadores considero que debe tener una fuerte vocación, creatividad e interés por la búsqueda de nuevos conocimientos; una actitud objetiva, crítica y sobre todo autocrítica; debe ser una persona trabajadora, responsable y muy honesta con la actividad que desarrolla y consigo mismo; debe ser generoso y altruista; pero sobretodo debe estar satisfecho y feliz de realizar esta tarea. Si analizamos estas características vemos claramente que ellas no son excluyentes de los investigadores, sino que de hecho, se encuentran en otras actividades humanas. Finalmente, no debemos olvidar que el investigador es un ser humano común que además de esas cualidades, tiene todas las otras vivencias del ser humano (afectos, familia, problemas, alegrías y desventuras, etc.)

La investigación en Agronomía se lleva a cabo en las Universidades y centros de investigación pertenecientes a instituciones nacionales como: CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas), INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), INA (Instituto Nacional del Agua), CONEA (Comisión Nacional de Energía Atómica) y Secretaría de Agricultura y en otros centros provinciales como CIC (Consejo de Investigaciones Científicas de Bs. As.), CONICOR (Consejo de

Investigaciones Córdoba) además de los organismos dependientes de los ministerios provinciales de agricultura.

Para hacer investigación, los investigadores necesitan fondos para equipamiento, drogas, gastos generales, bibliografía, etc. La obtención de esos fondos también forma parte de la actividad de investigación. Existen instituciones provinciales, nacionales, extranjeras y privadas que llaman a concursos de proyectos para adjudicar fondos con ese objetivo. La elaboración de un proyecto de investigación es otra etapa importante en la formación de los investigadores más noveles. Como en general los recursos son escasos, los investigadores saben que la competencia por esos fondos será dura, y por lo tanto deberán esmerarse en dicha formulación. Si el proceso es exitoso y se logran los fondos, comienza otra etapa de administración y ejecución de los mismos según las reglas determinadas por la institución otorgante. Si el proceso no es exitoso, lo cual es bastante común, habrá que revisar el proyecto, hacer las correcciones pertinentes y reiniciar el proceso.

En resumen, en la Argentina existen numerosas instituciones donde se hace investigación en agronomía. La posibilidad de hacer investigación está al alcance de cualquier investigador que tenga ciertas cualidades y cierto nivel de experiencia. Al comienzo, los investigadores jóvenes se integran a grupos de trabajo que han recorrido este camino previamente y han demostrado que son confiables y capaces para desarrollar esta actividad. En los últimos años, los fondos para investigación, aunque aún escasos, han ido aumentando paulatinamente y las reglas del juego para el otorgamiento de los mismos se han hecho cada vez más transparentes.

## **Final**

Quisiera terminar este artículo alentando a los jóvenes que se sienten atraídos por la investigación científica, a sumarse al mundo de la investigación, el cual tiene un montón de satisfacciones de índole espiritual y personal. Para ese fin, me gustaría reproducir un párrafo de C. Stern que aparece en el excelente libro de Ernst Mayr **Así es la biología**.

*El investigador puede superar todos los peligros que sus debilidades personales le planteen. Puede conservar el entusiasmo de la juventud que lo empujó a contemplar los misterios del universo. Puede seguir dando gracias por el extraordinario privilegio de participar en su exploración. Puede sentir un gozo constante por los descubrimientos hechos por otros tanto en el pasado como en su propia época. Y puede aprender la difícil lección de que el viaje mismo, y no sólo la gran conquista, da plenitud a la vida humana.*

### **Referencias bibliográficas**

- MAYR E. 1998. **Así es la biología.** Edit. Debate. Arroyomolinos, Madrid. pp. 326.
- MINC L.D. AND J. VANDERMEER. 1990. **The origin and spread of agriculture.** Chapter 3. pp 65-111. In: Agroecology. Carroll C.R., Vandermeer J.H. and Rosset P.M. (eds.) Mc Graw-Hill Publ. Co. New York. pp. 641.
- STERN C. 1965. **Thoughts on research.** Science 148: 772-773.

## Índice de palabras clave

- academia, 138, 192, 193, 194, 267  
ácidos nucleicos, 58, 59, 60  
adaptación, 166, 234, 237, 238  
algoritmo, 34, 262  
arte, 41, 43, 73, 192, 193, 194, 195, 196,  
197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204,  
205  
Astronomía, 73, 74, 75, 78  
*behaviorismo*, 93  
Biociencias, 36, 38, 39, 40  
Biología, 21, 22, 24, 25, 33, 37, 38, 44, 46,  
47, 58, 59, 60, 64, 66, 67, 81, 84, 100  
198, 233, 240, 246, 250, 269, 280, 283,  
289, 290, 291  
Biología Celular, 21, 38, 46, 47, 57, 58, 59,  
60, 61, 63, 65, 66, 67, 68, 240  
Biología Molecular, 25, 47, 58, 64, 66, 67,  
283  
Biomédica, 36, 45, 46, 48, 49, 53, 54, 65,  
232, 252, 253  
Biomedicina, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50,  
54  
Bioquímica Endocrina, 34  
Bioquímica, 21, 24, 25, 26, 34, 37, 38, 46,  
47, 58, 283  
Biotecnología, 28  
capacitación, 37, 47, 55, 82, 195, 196  
centros, 36, 37, 38, 47, 72, 131, 133, 156,  
256, 257, 287, 289, 290  
Ciencia Básica Biomédica, 46  
Ciencia de Materiales, 83, 85  
Ciencia Histórica, 236, 237, 239  
Ciencia Jurídica, 149  
Ciencias Sociales, 31, 94, 95, 96, 97, 98,  
102, 104, 127, 128, 134, 135, 137, 138,  
139, 140, 145, 147, 148, 191, 192, 198,  
205, 211, 273, 280, 290  
código genético, 61  
conocimiento jurídico, 149, 151, 153  
contingencia, 242  
controles, 36, 54, 80, 140, 256, 258, 259, 277  
cronología, 30, 255, 262  
Derecho, 25, 125, 147, 148, 149, 150, 151,  
152, 154, 155, 156, 220  
descriptivo, 32, 80, 110, 186, 244, 246,  
255, 260, 284  
discurso, 12, 34, 113, 114, 149, 152, 156,  
179, 181, 182, 186, 187, 201, 202, 203,  
204, 205, 217  
diseños de investigación, 136  
doble ciego, 31, 261  
docencia, 49, 122, 170, 171, 172, 211, 216,  
250, 275  
doctorado, 54, 85, 172, 210, 211  
eco-tecnología, 231  
electromagnetismo, 78  
ensayo clínico, 256  
Epistemología, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97,  
99, 100, 101, 104  
espíritu crítico, 145  
experimentación básica, 45  
experimento, 23, 32, 51, 52, 54, 63, 64, 65,  
66, 75, 76, 168, 237, 240, 241, 243,  
245, 258, 260, 261, 263, 265, 280, 285,  
287  
explicación y predicción, 236  
Física Cuántica, 78, 79  
Física Nuclear, 83  
formación de postgrado, 54  
genoma, 59, 65, 283  
habla, 58, 178, 179, 180, 181, 182, 199, 208  
interdisciplina, 39, 41, 95, 181, 211  
investigación académica, 153, 155  
investigación artística, 191, 192, 197, 201,  
202, 203

- investigación básica, 28, 53, 67, 103, 104, 251, 282, 283
- investigación clínica, 44, 249, 250, 251, 252, 255, 256, 257, 258, 260, 261, 265
- investigación educativa, 108, 109, 110, 112, 113, 120, 122, 125, 126
- investigación jurídica, 149, 150, 154, 155
- investigación profesional, 152, 153, 154, 156
- investigador científico, 37, 40, 50, 200
- lengua, 178, 179, 180, 181, 184, 187, 267
- lenguaje, 41, 73, 77, 97, 103, 149, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 189, 196, 201, 217, 274
- manipulativo, 255, 258, 260
- mecánica newtoniana, 77
- Medicina Experimental, 37
- medidas, 173, 255, 261, 286
- meta-análisis, 256, 262
- método científico, 31, 49, 50, 166, 167, 211, 284, 277
- método experimental, 21, 23, 33, 237, 284
- metodología de la investigación, 137, 148, 191, 276
- muestra, 21, 32, 74, 79, 93, 101, 119, 121, 136, 177, 181, 182, 243, 258, 259, 260, 261
- Nanotecnología, 83
- nuevos materiales, 82, 83, 195
- origen de la vida, 62
- paradigmas, 21, 64, 130, 135, 144
- posgrado, 207, 211, 246, 251
- procesos cognitivos, 180, 182
- profesional, 28, 49, 65, 86, 140, 152, 153, 154, 156, 195, 196, 207, 213, 214, 215, 217, 224, 226, 232, 252, 275, 289
- programa de investigación, 78, 109, 240, 244, 245
- protagonista/s, 22, 168, 173, 226
- proyecto, 84, 87, 109, 122, 141, 208, 209, 212, 214, 215, 216, 217, 218, 221, 223, 252, 261, 262, 263, 264, 268, 271, 291
- química, 21, 24, 25, 29, 32, 33, 34, 35, 37, 60, 66, 78, 81, 83, 100, 255, 273, 289
- randomizado, 259
- rayos cósmicos, 84
- repetibilidad, 260
- representación mental, 92, 186
- rigurosidad metódica, 234, 239, 241
- saber de expertos, 152
- secuencias metodológicas, 34
- sistemas abiertos, 60
- sistemas complejos, 60, 79, 80
- Sociología, 77, 81, 93, 94, 100, 102, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 138, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 181, 198, 208, 290
- teoría, 23, 44, 57, 60, 74, 79, 91, 93, 94, 96, 100, 101, 102, 111, 118, 120, 121, 125, 126, 141, 143, 148, 149, 161, 162, 163, 167, 168, 169, 170, 171, 180, 198, 202, 204, 205, 211, 231, 234, 238, 239, 244, 245, 274
- teoría de evolución, 238
- texto, 13, 46, 74, 179, 180, 181, 182, 186, 187, 207, 221, 254, 265
- tipología, 255
- transferencia, 28, 30, 36, 37, 154, 173, 212, 213, 216, 219, 226, 273, 274, 275, 276
- variables, 31, 32, 93, 109, 121, 160, 162, 163, 169, 171, 173, 181, 183, 186, 243, 255, 260, 286, 287
- vigilancia epistemológica, 136
- vinculación, 136, 139, 207, 216

## Índice general

	Pág.
<b>Agradecimientos</b> .....	7
<b>Dedicatoria</b> .....	9
<b>Prólogo</b> , <i>René Gotthelf</i> .....	11

### I: Los secretos de la naturaleza

#### 1. Investigación en Bioquímica

La Bioquímica como ciencia experimental, <i>Miguel Nelson Palmada</i> .....	21
Origen, alcances y proyecciones. El porqué de la investigación bioquímica básica y aplicada. Desde lo básico hacia el diagnóstico, el pronóstico y la terapéutica. A propósito de las motivaciones y de la metodología. La cuestión en torno del cómo. Calidad en la investigación. El método científico y los enfoques y diseños cuantitativos y cualitativos. Experimentales, no experimentales y multimodales. Condiciones especiales. Las secuencias metodológicas y los procedimientos preparativos y analíticos. Ejemplo a partir de la experiencia (bioquímica endocrina). A propósito de los ámbitos físicos. ¿Dónde investigar? De los actores. ¿Quiénes pueden investigar en ciencias biológicas? Final	

#### 2. Investigación en Biomedicina

Encendiendo luces en las penumbras de la vida humana, <i>Ramón. S. Piezzi</i> .....	43
Los primeros pasos de la Biomedicina. ¿Qué es la Biomedicina? La Biomedicina en nuestro país. ¿Quiénes investigan en este campo de la Ciencia? Los pasos iniciales. Perfil del joven investigador en Biomedicina. ¿Cómo se investiga en Biomedicina? Formación actual en la investigación biomédica	

#### 3. Investigación en Biología Celular y Molecular

Las células y sus moléculas, <i>Luis Mayorga</i> .....	57
¿Qué se estudia en Biología Celular y Molecular? Se trata de entender las bases celulares y moleculares involucradas en el funcionamiento de los seres vivos. ¿Cómo se razona en Biología Celular y Molecular? La base es el método hipotético deductivo. ¿Por qué y para qué se estudia BCM? Todo conocimiento es valioso, pero si es útil es doblemente valioso (al menos así piensan los que financian la ciencia). ¿Quién investiga en BCyM? Cualquier profesional con formación en Ciencias Biológicas	

#### 4. Investigación en Física

Itinerarios de una búsqueda que no cesa, <i>Manuel Tovar, Armando Fernández Guillermet</i> .....	69
Orígenes de la Física: un recorrido “a hombros de gigantes”. La fascinante geometría de los cielos. La nueva ciencia del movimiento. La Física después de Newton: las otras revoluciones. La Física actual: al encuentro de complejidad. La ciencia de los materiales. Los nuevos materiales y la Nanociencia. La Física Nuclear. El estudio de los rayos cósmicos. Se hace camino al andar... también en Física. Epílogo	

### II: La complejidad de las sociedades humanas

#### 5. Investigación en Epistemología

La pesquisa epistemológica como investigación intrateórica, <i>Roberto A. Follari</i> .....	91
¿Qué se investiga en esta disciplina? ¿Cómo investigar? ¿Para qué investigar? ¿Quién investiga? Mi experiencia como investigador ¿Qué investigar? ¿Cómo investigar? ¿Para qué investigar? ¿Quién investiga?	

#### 6. Investigación en Educación

Investigando en educación en los ‘90 y en el 2000 también, <i>María Cristina Romagnoli</i> .....	107
Reflexiones en torno al proceso de investigación en Educación. Condiciones sociales de la investigación en educación.	

#### 7. Investigación en Sociología

¿Una lupa sobre la sociedad?, <i>Ana Graciela Burgardt</i> .....	127
Introducción. La investigación en Ciencias Sociales. ¿Qué se investiga en esta disciplina? ¿Cómo se investiga? ¿Quiénes investigan y dónde lo hacen? ¿Para qué investigar? ¿Hacia dónde va la investigación en Sociología? Conclusión	

#### 8. Investigación en Derecho

¿Hacer Derecho o investigar la realidad jurídica? <i>María del Carmen Schilardi de Bárcena</i> .....	147
Algunas preguntas ya respondidas. ¿Es posible establecer el qué/objeto de la investigación jurídica? ¿Cómo abordar esos problemas o en qué consiste la investigación jurídica? ¿Investigación profesional o saber de expertos? ¿Agenda académica o agenda político-profesional?	

## 9. Investigación en Economía

La Ciencia Económica. Necesidades, escasez y bienestar, <i>Zulema Tomassetti de Piacentini</i> . . . . .	159
Objetivo de la disciplina. ¿Qué se estudia e investiga en Economía? ¿Cómo se investiga en Economía? ¿Quiénes investigan en Economía? ¿Para qué se investiga en Economía? Reflexión final	

## 10. Investigación en Lingüística

Exploración y descubrimiento del lenguaje humano, <i>Liliana Cubo de Severino</i> . . . . .	177
Introducción. ¿Quién estudia el lenguaje? ¿Qué estudian las Ciencias del Lenguaje? La lengua como sistema. La lengua como norma o uso social. El habla como discurso individual producido en una situación determinada. El lenguaje como capacidad humana de comunicarse por medio de un sistema de signos doblemente articulado. El estudio del proceso de comprensión lingüística de textos escritos. ¿Cómo, por qué y para qué? Comentario final	

## 11. Investigación en Arte

Arte y parte. La controvertida cuestión de la investigación artística, <i>Sonia Raquel Vicente</i> . . . . .	191
Consideraciones previas. ¿Por qué hay que investigar en Arte? La formación de los artistas. Los alcances de las nuevas carreras universitarias. Las transformaciones en el rol docente Investigación y Arte. Investigación en (sobre) artes. Investigación como producción artística. Investigación artística. El discurso artístico como investigación	

## 12. Investigación en Diseño

Pensar el diseño... La práctica de la investigación en la disciplina del Diseño, <i>Viviana Irene Zani</i> . . . . .	207
A modo de introducción. La investigación en la disciplina del Diseño. Algunas aclaraciones y ampliaciones conceptuales y metodológicas acerca de la práctica de la Investigación en Diseño. Un ejemplo de investigación en Diseño Gráfico	

## III: La calidad de vida

### 13. Investigación en Ecología

Los alcances y los límites de la investigación en Ecología Evolutiva, <i>Luis Marone</i> . . . . .	231
¿Qué estudia la Ecología? La necesidad de comprender y predecir fenómenos naturales a escala de población, comunidad y ecosistema. Alcances y li-	

mites de la investigación en Ecología. Reflexiones preliminares: realidad ecológica y teoría evolutiva. ¿Cómo es la realidad que estudian los ecólogos y qué consecuencias tiene para la investigación? El contexto teórico de la investigación en Ecología: selección natural y adaptación. ¿Cómo investigan los ecólogos?

#### **14. La investigación en Clínica**

Sobre enfermos y enfermedades, *Isaac H. Rivero* . . . . .249  
¿Quiénes investigan, qué investigan y dónde lo hacen? ¿Cómo se investiga?

#### **15. Investigación en Ingeniería**

Sobre ingenieros ingeniosos, *Jorge Barón y Alicia Ordoñez Yapur* . . . . .267  
Investigación necesariamente aplicada. El enfoque económico. El rigor científico y el juicio de los pares. Multidisciplinario, interdisciplinario, transdisciplinario. Desde la universidad. Aporte desde el pregrado para formar un ingeniero investigador. El aprendizaje con situaciones problema

#### **16. Investigación en Agronomía**

Cultivando la investigación, *Juan Bruno Cavagnaro* . . . . .279  
¿Qué se investiga en Agronomía? ¿Cómo se investiga en Agronomía? ¿Para qué investigar? ¿Quién investiga en Agronomía? Final

**Índice de palabras clave** . . . . .293

**Índice general** . . . . .297













# Publicaciones de la EDIUNC

Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo

## SERIE DOCUMENTOS Y TESTIMONIOS

### **1-Libro del Cincuentenario de la Universidad Nacional de Cuyo 1939-1989**

Prólogo y cuadros cronológicos de R. Gotthelf, textos de Bertranou, Burgos, Calderón, Comadrán, Correas, Fasciolo, Fontana, Ginestar, Martínez Caballero, Millán, Muratorio Posse, Nijensohn, Pró, Puchmüller, Roig, Rojas, Sacchi de Ceriotto, Soler Miralles, Tizio, Villalba, Zuleta y otros. 1989. 330 p. ISBN 950-39-0006-9

### **2-Historia de Extensión Universitaria de la Universidad Nacional de Cuyo (desde sus orígenes hasta 1992)**

de René Gotthelf. 1992. 58 p.

### **3-La memoria y el arte. Conversaciones con Juan Draghi Lucero**

de Daniel Prieto Castillo. Coedición con Ediciones Culturales de Mendoza (Subsecretaría de Cultura de la Provincia). 1994. 108 p. ISBN 950-39-0041-7

### **4-Diseño industrial. Experiencia pedagógica del Arq. Ricardo Blanco**

Selección y compilación de Guillermo Eirín. 1994. 63 p. ISBN 950-39-0050-6

### **5-Evaluación Institucional de la UNCuyo.**

I: Autoevaluación

1996. 162 p. Coedic. con Ministerio de Educación de la Nación. ISBN 950-39-0075-1

### **6-Evaluación Institucional de la UNCuyo.**

II: Evaluación Externa

Coedic. con Ministerio de Educación de la Nación. 1996. 282 p. ISBN. 950-39-0076-X

### **7-Estatuto Universitario. Universidad Nacional de Cuyo**

1997. 46 p.

### **8-Resúmenes. I Congreso Nacional de Extensión de la Educación Superior. II Encuentro Latinoamericano de Extensión Universitaria**

1997. 200 p.

### **9-Revistas Culturales de Mendoza (1905-1997)**

de Gloria Videla de Rivero.

2000. 232 p. ISBN 950-39-0120-0

### **10-Resúmenes de Investigaciones. XVII Jornadas de Investigación de la Universidad Nacional de Cuyo, Secretaría de Ciencia y Técnica**

Varios. 2000. 396 p.

### **11-Resúmenes de Investigaciones. XVIII Jornadas de Investigación de la Universidad Nacional de Cuyo, Secretaría de Ciencia y Técnica**

Varios. 2002. 460 p.

### **12-Resúmenes de Investigaciones. XIX Jornadas de Investigación de la Universidad Nacional de Cuyo, Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado**

Varios. 2004. 470 p. ISBN 950-39-0166-9

## SERIE MANUALES

### **1-Compendio de Farmacología Integral I. Farmacología Integral y Farmacología del Sistema Nervioso**

de Alfredo O. Donoso y la colaboración de Eduardo L. Rodríguez Echandía y Alicia M. Seltzer.

1993. 228 p. ISBN 950-39-0020-9

### **2-Jardín Maternal. Hacia una sistematización constructiva**

de Gladys Palacín de Juri y Norma Bustos y colab.

1993. 175 p. ISBN 950-39-0023-9

### **3-Educar con sentido. Apuntes sobre el aprendizaje**

de Daniel Prieto Castillo.

1993. 92 p. ISBN 950-39-0039-5

EDIUNC, Coedición Novedades Educativas

1995. 96 p. ISBN 987-95-294-4-8

3ª edición, 2000. 96 p. ISBN 950-39-0118-9

**4-Estado ácido-básico. Fundamentos físico-químicos, regulación fisiológica y trastornos clínicos**

de Fernando D. Saraví.  
1993. 240 p. ISBN 950-39-0040-9

**5-Análisis de la estructura de frío en la provincia de Mendoza. Conservación frigorífica. Atmósfera controlada**

de Fernando Solanes, Gabriel Azzoni y Marcos Bajuk.  
1994. 64 p. ISBN 950-39-0046-8

**6-Un desafío para nuevos mercados: los embalajes para frutas y hortalizas**

de Jorge Giunta, Fernando Solanes y Rubén Palma.  
1994. 146 p. ISBN 950-39-0047-6

**7-Psicología y semiología aplicadas al Diseño Gráfico**

de Blanca Hilda Quiroga.  
1995. 170 p. ISBN 950-39-0063-8

**8-Tiempo de investigar. Metodología y técnicas del trabajo universitario**

de René Gotthelf y Sonia Vicente.  
1995. 204 p. ISBN 950-39-0053-0  
2ª edición, 1996. 202 p. ISBN 950-39-0072-7

**9-Recuperar la historia en su valor educativo y social. Orientaciones para el profesor**

de Nidia Carrizo de Muñoz.  
1995. 180 pags. ISBN 950-39-0056-5

**10-La enseñanza en la Universidad. Especialización en docencia universitaria. Módulo 1**

de Daniel Prieto Castillo.  
1995. 256 p. ISBN 950-39-0055-7  
1997. 196 p. ISBN 950-39-0079-4  
3ª edición, 2000. 247 p. ISBN 950-39-0129-4

**11-El aprendizaje en la Universidad. Especialización en docencia universitaria. Módulo 2**

de Víctor Molina y Daniel Prieto Castillo.  
1995. 244 p. ISBN 950-39-0061-1  
1997. 284 p. ISBN 950-39-0089-1  
3ª edición, 2001. 320 p.

**12-La educación superior. Especialización en docencia universitaria. Módulo 3**

de Augusto Pérez Lindo, Roberto Follari y Daniel Prieto Castillo.  
1996. 234 p. ISBN 950-39-0070-0  
1997. ISBN 950-39-0095-6  
3ª edición, 2001. 280 p. ISBN 950-39-0135-9

**13-La historia argentina del presente al pasado. Manual para el Nivel Medio y la Educación Polimodal**

de Susana María Aruani, Martha Páramo de Isleño, Adriana García de Yacióflano y María del Carmen Mañas de Ruiz. Coedición con la Fundación de la UNCuyo.  
1996. 240 p. ISBN 950-39-0071-9

**14-La pedagogía universitaria. Especialización en docencia universitaria. Módulo 4**

de Cristina Rinaudo, Pedro Lafourcade y Daniel Prieto Castillo.  
1996. 245 p. ISBN: 950-39-0073-5  
2ª edición, 1998. 284 p. ISBN: 950-39-0104-9

**15-Identi-kit del Diseño Industrial**

de Élide Pastor de Samsó y Mario Echegaray Carosio.  
1997. 240 p. ISBN 950-39-0077-8

**16-Arte y naturaleza: el mensaje de las formas. Una revisión del mundo cotidiano y el arte**

de Horacio Anzorena.  
1997. 140 p. ISBN 950-39-0082-4

**17-La educación de los sordos. Una reconstrucción histórica, cognitiva y pedagógica**

de Carlos Skliar.  
1997. 183 p. ISBN 950-39-0090-5

**18-Compendio de Farmacología Integral II**

de Alfredo Donoso y otros  
1998. 380 p. ISBN 950-39-0094-8

**19-Arqueología de Mendoza. Las dataciones absolutas y sus alcances**

de Joaquín Roberto Bárcena.  
1998. 420 p. ISBN 950-39-0098-6

**20-Manual de uso operativo para editoriales universitarias**

de René Gotthelf y Andrés Asarchuk.  
1997. 68 p. ISBN 950-39-0084-0

**21-La Universidad hacia la Democracia. Bases doctrinarias e históricas para la constitución de una Pedagogía Universitaria**

de Arturo Andrés Roig.  
1997. 340 p. ISBN 950-39-0100-6

**22-Pilares de la investigación. Formulación. Evaluación. Comunicación**

de C. Wainerman, A. Gorri y D. Prieto Castillo  
1998. 84 p. ISBN 950-39-0105-7

**23-Pilares de la investigación II.**

Lo epistemológico y las ciencias  
de Roberto Follari.  
1998. 66 p. ISBN 950-39-0109-X

**24-Topografía agrícola**

de Alejandro Atencio y otros.  
1999. 316 p. ISBN 950-39-0117-0

**25-Economía urbana y regional. Introducción a la relación entre territorio y desarrollo**

de Mario Polèse. Coedición LUR, Cartago, Costa Rica.  
(Proy. Libro Universitario Regional, EULAC, GTZ)  
1998. 438 p. ISBN 9968-801-00-3

**26-La planta: estructura y función**

de Eugenia Flores Vindas.  
Coedición con LUR, Cartago, Costa Rica. (Proy. Libro Universitario Regional, EULAC, GTZ)  
1999. 2 vols. 890 p. ISBN 9968-801-01-1

**27-Manual para el ceramista. Las arcillas de Mendoza**

de Patricia Biondillo.  
2000. 190 p. ISBN 950-39-0125-1

**28-Diccionario de siglas y abreviaturas argentinas e internacionales**

de Mario Sartor Ceciliot.  
2000. 214 p. ISBN 950-39-0123-5

**29-Dendrocronología en América Latina**

de Fidel A. Roig (comp.).  
2000. 434 p. ISBN 950-39-0122-7

**30-Ciencia y Derecho. La investigación jurídica**

de María del Carmen Schilardi, Consuelo Ares de Giordano, Patricia Chantefort de Valenzuela, Herta Poquet, Adriana Rodríguez y María Delicia Ruggeri.  
2000. 168p. ISBN 950-39-0130-8

**31-Biografía de una lengua. Nacimiento, desarrollo y expansión del español**

de Enrique Obediente Sosa  
EDIUNC, Coedición LUR, Cartago, Costa Rica  
2000. 550 p. ISBN 9968-801-07-0

**32-Léxico del Diseño. Los conceptos más polémicos con enfoque psicológico y semiológico**

de Blanca H. Quiroga (coedición)  
2001. 304 p. ISBN 950-39-0139-1

**33-Flora medicinal mendocina. Las plantas medicinales y aromáticas de la provincia de Mendoza (Argentina)**

Fidel Antonio Roig  
2001. 316 p. ISBN 950-39-0143-X

**34-Medicina basada en evidencias**

de Ricardo Hidalgo Ottolenghi.  
EDIUNC, Coedición LUR, 2002. 290 p.  
ISBN 9968-801-10-0

**35-Ecología y conservación de bosques neotropicales**

de Manuel R. Guariguata y Gustavo H. Kattan (compiladores).  
EDIUNC, Coedición LUR, 2002. 690 p.  
ISBN 9968-801-11-9

**36-Mapeo de alcances. Incorporando aprendizajes y reflexión en programas de desarrollo de Sarah Earl y otros**

EDIUNC, Coedición LUR, 2002. 159 p.  
ISBN 0-88936-989-5

**37-Ecología y epidemiología de las infecciones parasitarias**

de Cristina Wisnivesky  
EDIUNC, Coedición LUR, 2003. 398 p.  
ISBN 9968-801-14-3

**38-Introducción a la lógica**

de Luis Camacho Naranjo  
EDIUNC, Coedición LUR, 2002. 256 p.  
ISBN 9968-801-13-5

**39-El poster científico. Un sistema gráfico para la comunicación**

de María del Valle Nieves y otros  
2003. 126 p. ISBN 950-39-0153-6

**40-Evaluación de los aprendizajes. Manual para docentes**

de Mirta Bonvecchio de Aruani y Beatriz Maggione  
Coedición con Novedades Educativas. 2004.  
283 p. ISBN 987-538-087-3

**41-Tecnología. El otro laberinto**

de Álvaro Zamora (compilador)  
EDIUNC, Coedición LUR. 2004.  
346 p. ISBN 9968-801-15-1

**42-Filosofía o barbarie. La Europa de la razón (logos) y la Europa de la traición. Introducción a la filosofía**

de Oward Ferrari  
2004. 320 p. ISBN 950-39-0028-X

**43-Riego y drenaje. Técnicas para el desarrollo de una agricultura regadía sustentable**

de Jorge Chambouleyron. Tomo I y II.  
2004. 1026 p. ISBN 950-39-0176-6

**44-Ayer y hoy lenguaje visual. Semiótica de las artes visuales... y un relato de yapa**

de Horacio Anzorena  
2005. 430 p. ISBN 950-39-0033-6

**45 La investigación y sus protagonistas. Estrategias y senderos.**

de René Gotthelf (dir.)  
2006. 310p. ISBN 10 950-39-0201  
ISBN 13 978-950-39-0201-1

**SERIE ESTUDIOS**

**1-Costos Educativos para la Gerencia Universitaria. Elementos de Economía y Administración Universitaria: el caso de la Universidad Nacional de Cuyo**

de Ángel Ginestar y colaboradores.  
Coedición con INAP y CICAP-OEA.  
1990. 250 p. ISBN 950-39-0009-3

**2-Las derechas en el ascenso y caída de la segunda guerra fría. Revisión crítica de un tema contemporáneo**

de Cristian Buchrucker.  
1991. 72 p. ISBN 950-39-0015-8

**3-Creadores del teatro moderno. Los grandes directores de los siglos XIX y XX**

de Galina Tolmacheva. Reedición facsimilar de una obra agotada. Presentación preliminar de José Navarrete.  
1992. 318 p. ISBN 950-39-0012-3

**4-Estado y Empresas: relaciones inestables. Políticas estatales y conformación de una burguesía industrial regional**

de José Francisco Martín.  
1992. 314 p. ISBN 950-39-0014-X

**5-La pobreza más de cerca. Las estrategias de supervivencia de las familias más pobres de Mendoza**

de Azucena Beatriz Reyes Suárez.  
1992. 324 p. ISBN 950-39-0015-8

**6-Guillermo de Torre entre España y América**

de Emilia de Zuleta.  
1993. 212 p. ISBN 950-39-0025-5

**7-Ética y cultura contemporánea. Actas del Encuentro realizado en la UNCuyo, Mendoza, abril de 1993**

Varios autores.  
1994. 159 p. ISBN 950-39-0042-5

**8-Gestión universitaria y costos educacionales. Pautas para presupuestar**

Ideas para la gestión financiera educativa de universidades. 1987/1992, (2ª parte) de Ángel Ginestar y colab. de la UNCuyo. Coedición EDIUNC con CITAF-OEA, INAP.  
1994. 200 p. ISBN 950-39-0052-2

**9-La Generación del '80 en Mendoza. Aportes para el estudio de la circulación de las élites y de la pervivencia de los resabios del antiguo régimen colonial en América Latina**

de Pablo Lacoste.

1995. 246 p. ISBN 950-39-0062-X

**10-Participación y catástrofe. Una comunidad afectada por el sismo, Mendoza, 1985**

de Beatriz Susana Sevilla, Lidia Diblasi y Graciela Sandres.

1995. 168 p. ISBN 950-39-0066-2

**11-Materialidad y poder del discurso. Decir y hacer jurídicos**

de Norma Fóscolo y María del Carmen Schilardi.

1996. 160 p. ISBN 950-39-0067-0

**12-Encuentros con la literatura barrojana**

de Carlos Orlando Náállim.

1997. 145 p. ISBN 950-39-0081-6

**13-Sociedades y espacios de migración. Los italianos en la Argentina y en Mendoza**

de María Rosa Cozzani de Palmada.

1997. 196 p. ISBN 950-39-0083-2

**14-Dialogismos. Temas y engranajes sobre escritores mendocinos contemporáneos**

de Ana F. de Villalba.

1997. 180 p. ISBN 950-39-0091-3

**15-Entre la locura y la cordura. Cinco novelas argentinas del siglo XX**

de Marina Guntsche.

1998. 320 p. ISBN 950-39-0096-4

**16-La persona humana y otros ensayos**

de Vicente Cicchitti Marcone

1998. 176 p. ISBN 950-39-0101-4

**17-Identidad, historia y ficciones. La cuestión del otro en América Francesa.**

de Rosa Latino-Genoud, Blanca Arancibia y colaboradoras.

1998. 196 p. ISBN 950-39-0107-3

**18-El miedo y la esperanza. Los nacionalismos en la Europa Centro-Oriental contemporánea**

de Cristian Buchrucker y colaboradores.

1999. 226 p. ISBN 950-39-0156-1

**19-Mendoza: agricultura y ruralidad. Reflejos de la estructura social y agrícola del oasis rural de San Carlos**

de Adriana Bocco, Clara Martín y María Pannunzio.

1999. 158 p. ISBN 950-39-0111-1

**20-Color, sabor y picardía en la cultura. Regionalismos de Mendoza**

de Juan Carlos Rogé.

2ª edición corregida y aumentada

2003. 455 p. ISBN 950-39-0126-X

**21-Los Derechos Humanos en la Argentina. Del ocultamiento a la interpelación política**

de Norma Fóscolo y otros.

2000. 206 p. ISBN 950-39-0121-9

**23-La Poesía Gauchesca. Una perspectiva diferente**

de Rodolfo A. Borello.

2000. 242 p. ISBN 950-39-0133-2

**24-Tecnologías y Ciencia en los albores del tercer milenio**

de Ramón Piezzi y Hugo Martínez (compiladores).

2000. 180 p. ISBN 950-39-0134-0

**25-El Santuario Incaico del Cerro Aconcagua**

de Juan Schobinger (compilador).

2001. 450 p. ISBN 950-39-0140-5

**26-Orfeos Argentinos. Lírica del '40**

de Víctor Gustavo Zonana.

2001. 140 p. ISBN 950-39-0138-3

**27-El miedo y la esperanza II. De la autodeterminación nacional al imperio genocida: 1914-1945**

de Cristian Buchrucker y colaboradoras

2001. 250 p. ISBN 950-39-0142-1

- 28-El costo de la obediencia. El Partido Comunista Argentino en la encrucijada (1939-1945)**  
de Patricia Barrio  
2001. 140 p. ISBN 950-39-0026-3
- 29-Ética del poder y moralidad de la protesta. Respuestas a la crisis moral de nuestro tiempo**  
de Arturo A. Roig  
2002. 292 p. ISBN 950-39-0145-6
- 30-De magia y otras historias. La narrativa breve de Juan Draghi Lucero**  
de Marta Elena Castellino  
2002. 245 p. ISBN 950-39-0146-4
- 31-La agonía de la Argentina criolla. Ensayo de historia política y social, c. 1870**  
de Beatriz Bragoni  
2002. 136 p. ISBN 950-39-0148-0
- 32-El espacio y el tiempo del Quijote**  
de María Rosa Cozzani de Palmada, Coordinación Cristina Quintá de Kaul, María Banura Badui de Zogbi, Adriana García de Yaciófano  
2003. 173 p. ISBN 950-39-0151-0
- 33-El pensamiento conservador de Alberdi y la Constitución de 1853. Tradición y modernidad**  
de Dardo Pérez Guilhou  
2003. ISBN 950-39-0158-8
- 34-Peronismo vs. peronismo. La economía de los gobiernos justicialistas**  
de Ricardo Augusto Podestá  
2004. 356 p. ISBN 950-39-0162-6
- 35-Agua y sociedad. Un ensayo económico sobre la política hídrica**  
de Carlos E. Abihaggle y Jorge A. Day  
Primera edición, 2004. 264 p.  
ISBN 950-39-0164-2  
Serie Estudios/El agua
- 36-Victoria Ocampo. De la búsqueda al conflicto**  
de Cristina Viñuela  
2004. 300 p. y 1 CD. ISBN 950-39-0029-8
- 37-Aguas de riego. Calidad y evaluación de su factibilidad de uso**  
de Manuel O. Avellaneda, Adriana J. Bermejillo y Leandro Mastrantonio  
2004. 160 p. ISBN 950-39-0030-1
- 38-Régimen electoral. Elementos para el análisis. Propuestas para Mendoza**  
de Julio Repetto Bellone  
2004. 130 p. ISBN 950-39-0031-X
- 39- De mar a mar. Letras españolas desde la Argentina.**  
de Emilia Zuleta  
2004. 188 p. ISBN 950-39-0174-X
- 40- Repensando el Gran Mendoza. Estrategias de desarrollo urbano.**  
de Nelly Amalia Gray de Cerdán  
2005. 224 p. ISBN 950-39-0032-8
- 41- Hegemonía, crisis y corrupción en la política argentina. 1890-2003**  
de Saúl Blejman  
2005. 542 p. ISBN 950-39-0183-9
- 42- Los migrantes. Otros entre nosotros. Etnografía de la población boliviana en la provincia de Mendoza**  
de Cristina García Vázquez  
2005. 366 p. ISBN 950-39-0182-0
- 43- El miedo y la esperanza III. Europa Centro-Oriental de la hegemonía soviética al siglo XXI.**  
de Cristian Buchrucker y otros.  
2005. 320 p. ISBN 950-39-0118-X
- 44- Estrategias de integración y transformaciones metropolitanas.**  
de María Elina Gudiño, Sonia Reyes Paecke y otros.  
2006. 160p. ISBN 950-39-0198-7
- 45- Lóczy ¿Un nuevo paradigma?. Instituto Pikler es un espejo de múltiples facetas.**  
de Agnés Szanto-Feder.  
2006. 236p. ISBN 950-39-0200-2

**46- Argentina es el espejo. Sujeto, nación y existencia en el medio siglo (1900-1950).**

de Clara Jalif de Bertranou (compiladora).  
2006, 530p. ISBN 10- 950-39-0202-9  
ISBN 13 978-950-39-0202-8

**47- Hegel. Filosofía y política. La Filosofía del Derecho tomo I y II.**

de Oward Ferrari.  
2006. 1054p. ISBN 10 950-39-0203-7  
ISBN 13 978-950-39-0203-5

**SERIE AMÉRICA LATINA**

**1-Pensamiento Latinoamericano. Actas de las Jornadas de Pensamiento Latinoamericano, Mza. UNCuyo 1989**

Selección y compilación de Clara A. Jalif de Bertranou y colaboradores.  
1991. 495 p. ISBN 950-39-0010-7

**2-Rostro y Filosofía de América Latina**

de Arturo Andrés Roig.  
Estudio preliminar de Ofelia Schutte.  
1993. 230 p. ISBN 950-39-0018-2

**3-A 500 años... América Latina se descubre a sí misma. Actas de las Jornadas de Reflexión, Mendoza, 1992**

Compil. por Susana Becerra y Mabel Cardello.  
1993. 198 p. ISBN 950-39-0022-0

**4-Anverso y reverso de América Latina. Estudios desde el fin del milenio**

Selección, coordinación y prólogo de Clara A. Jalif de Bertranou y colaboradores.  
1995. 516 p. ISBN 950-39-0069-7

**5-20 años después... Democracia y Derechos Humanos. Un desafío latinoamericano**

de Luis A. Villalba (recopil.) y otros. Coedición con Ediciones Culturales de Mendoza.  
1997. 198 p. ISBN 950-39-0080-8

**6-América Latina y la moral de nuestro tiempo. Estudios sobre el desarrollo histórico de la razón práctica**

de Adriana Arpini (compil.) y otros.  
1997. 196 p. ISBN 950-39-0081-6

**7-La Tercera Vía, ¿es posible en nuestra América?**

de Rodrigo Carazo Odio (comp.). Coedición con LUR, Cartago, Costa Rica (Proy. Libro Universitario Regional, EULAC, GTZ).  
2000. 229p. ISBN 9968-801-05-4

**8-Soberanía y política económica en América Latina**

de Wilson Caro. Coedición con LUR.  
2001. 575p. ISBN 9968-801-06-2

**9-Violencia y paz en América Latina**

de Rodrigo Alberto Carazo (compilador). Coedición con LUR.  
2001. 199 p. ISBN 9968-801-08-9

**10-Adolescencia y juventud en América Latina**

de Solum Donas Burak (compilador). Coedición con LUR.  
2001. 506 p. ISBN 9968-801-09-7

**11-Revolución y Utopía. Francisco de Miranda y la independencia hispanoamericana**

de Estela Fernández Nadal.  
2001. 370 p. ISBN 950-39-0137-5

**12-Semillas en el tiempo. El latinoamericanismo filosófico contemporáneo**

de Clara A. Jalif de Bertranou (compilación)  
2001. 328 p. ISBN 950-39-0027-1

**13-Eugenio María de Hostos, un buscador de libertad**

de Adriana María Arpini  
2002. 385 p. ISBN 950-39-0131-6

**14-Francisco Bilbao y la experiencia libertaria de América**

de Clara Alicia Jalif de Bertranou  
2003, 327 p. ISBN 950-39-0152-9

## SERIE BREVE

### **1-Cómo deberían comer nuestros niños. Técnicas para lograr una alimentación equilibrada**

de María Josefina Glatstein.  
1992. 20 p.

### **2-Tendencias modernas en la educación médica**

de Alberto Binia. 1995. 22 p.

### **3-Desarrollo histórico-normativo de las administraciones locales de la provincia de Mendoza**

de Alberto Montbrun.  
1996. 56 p. ISBN 950-39-0068-9

### **4-El fracaso escolar. ¿Tema antiguo o problema candente?**

de Carmelo Cortese, María C. Romagnoli, Rosa M. Bustos y Mirta N. Castillo.  
1999. 70 p. ISBN 950-39-0110-3

### **5-Sueño y ronquidos. Síndrome de apnea del sueño**

de Raúl Lisanti y Jorge Cánave  
2003. 62 p. ISBN 950-39-0163-4

## SERIE CREACIÓN

### **1-Ultimátum poético. Develacionismo y poesía**

de Guillermo Kaul Grünwald.  
Coedición EDIUNC/Ediciones Culturales de Mendoza.  
1995. 74 p. ISBN 950-39-0054-9

### **2-Del tiempo de mis abuelos. Un libro para leer con los abuelos**

de Susana Dueñas.  
1995. 74 p. ISBN 950-39-0058-1  
2ª edición, 81 p. ISBN 950-39-0074-3

### **3-Cuentos con los hablantes d'entonces**

de Juan Carlos Rogé  
2004. 146 p. ISBN 950-39-0165-0  
Primera edición

## SERIE DIÁLOGOS

### **1-Quiero ser universitario. Orientación para los ingresantes a la universidad**

de Julia Olga Medaura.  
1995. 96 p. ISBN 950-39-0060-3

### **2-Esperanza y pedagogía**

de Humberto E. Zingaretti.  
1997. 70 p. ISBN 950-39-0087-5  
2ª edición: 2001. 100 p. ISBN 950-39-0136-7

## SERIE ARTE

### **1-Guanacache. Fidel Roig Matóns, pintor del desierto.**

de Fidel A. Roig, Arturo Roig, Mario Roig, Virgilio G. Roig, Enrique F. Roig y colaboradores.  
1999. 144 p. ISBN 950-39-0114-6

### **2-El truco de perder la infancia**

de Daniel Barraco.  
2001. 118 p. ISBN 950-39-0132-4

### **3-Cascarini –pintor argentino– Forma, luz y color**

de Silvia Raquel Cascarini, Blanca Romera de Zumel y otros.  
2001. 184 p. a todo color y un suplemento  
ISBN 950-39-0141-3

## SERIE TRAYECTOS COGNITIVOS

### **1-Resolución de Problemas**

Varios 2002. 127 p. ISBN 950-39-0149-9

### **2-Comprensión de Textos**

Varios 2002. 91 p. ISBN 950-39-0150-2

### **3-Comprensión de Textos. Un modelo conceptual y procedimental**

de María Victoria Gómez de Erice y Estela Zalba  
2003. 123 p. ISBN: 950-39-0161-8

### **4-Resolución de problemas. Matemáticas, Ciencias Sociales y Ciencias Naturales**

de Norma Pacheco, Ana Repeto, Adriana Moreno, Elba Irusta, Silvia Musso, Ximena Erice y Cristina Moretti. 2003. 106 p. ISBN: 950-39-0160-X

**5-Producción de Textos escritos**

de Susana Ortega de Hocevar y Nelsi Lacón de De Lucia.  
2003. 124 p. ISBN 950-39-0159-6

**6-Comprensión de textos y resolución de problemas. Proyecto pedagógico con modalidad a distancia para terminalidad de estudios EGB y educación polimodal EDITEP**

de Norma Arenas y otros  
2004. 107 p. ISBN 950-39-0169-3

**7-Alfabetización informática. Proyecto pedagógico con modalidad a distancia para terminalidad de estudios EGB y educación polimodal EDITEP**

de Omar Arancibia y Javier Alfredo Osimani  
2004. 66 p. ISBN 950-39-0168-5

**8-Alfabetización informática. El campus virtual de la U.N.Cuyo: un espacio interactivo de aprendizaje**

de Omar Arancibia, Marcela Orlando, Fernando Ozollo y otros  
2004. 42 p. ISBN 950-39-0170-7

**8- El campus virtual de la U.N.Cuyo: un espacio interactivo de aprendizaje. Proyecto pedagógico con modalidad a distancia para la terminalidad de estudios de EGB3 y Educación Polimodal EDITEP**

de Pablo Aguiar, Omar Arancibia, Ciro Novelli, Marcela Orlando, Fernanda Ozollo, Pablo Pol.  
2004. 39 p. ISBN 950-39-0170-7

**9- Ciencias Naturales I - EGB3. Proyecto pedagógico con modalidad a distancia para la terminalidad de estudios de EGB3 y Educación Polimodal EDITEP**

de Silvia Armani, Adriana Cacciavillani, Cristina Zamorano, Alejandra Acevedo.  
2004. 121 p. - ISBN 950-39-0172-3

**10- Problemáticas y Políticas Sociales - Polimodal. Proyecto pedagógico con modalidad a distancia para la terminalidad de estudios de EGB3 y Educación Polimodal EDITEP**

de Miriam Flores, María Eugenia Salinas, Sandra Corral  
2004. 115 p. ISBN 950-39-0173-

**11- Matemática I - EGB3. Proyecto pedagógico con modalidad a distancia para la terminalidad de estudios de EGB3 y Educación Polimodal EDITEP**

de Cristina Adunka, Gabriela Mattiello, Adriana Moreno, Ana Repetto, Diego Díaz Puppato  
2004. 219 p. ISBN 950-39-0171

**12- Democracia y Derechos de Primera Generación - Polimodal. Proyecto pedagógico con modalidad a distancia para la terminalidad de estudios de EGB3 y Educación Polimodal EDITEP**

de Celina Fares, Herta Poquet, Sandra Corral.  
2004. 150 p. ISBN 950-39-0175-8

**13- Psicología Social - Polimodal. Proyecto pedagógico con modalidad a distancia para la terminalidad de estudios de EGB3 y Educación Polimodal EDITEP**

de Cecilia Rodríguez, Pablo Seydell y Javier Osimani  
2005. 126 p.

**14- Democracia y Derechos de Segunda y Tercera Generación - Polimodal. Proyecto pedagógico con modalidad a distancia para la terminalidad de estudios de EGB3 y Educación Polimodal EDITEP**

de Celina Fares, Herta Poquet y Sandra Corral  
2005. 156 p.

**15 - Tecnología I - EGB3. Proyecto pedagógico con modalidad a distancia para la terminalidad de estudios de EGB3 y Educación Polimodal EDITEP**

de Jorge Marios y Javier Osimani  
EDIUNC, 2005. 80 p.

**16- Ciencias Sociales I - EGB3. Proyecto pedagógico con modalidad a distancia para la terminalidad de estudios de EGB3 y Educación Polimodal EDITEP**

de Gabriela Aparicio y Cristina Gómez  
2005. 126 p.

**17- Lengua I- EGB3**

de Norma Arenas y otros. 2005. 146p.

**18- Gramática para todos**

de Norma Arenas y otros. 2005. 134p.

**19- Ciencias Sociales II- EGB3**

de Cecilia De La Rosa. 2005. 138p.

**20- Ciencias Naturales II- EGB3**

de Silvia Armani y otros. 2005. 116p.

**21- Organizaciones de Seguridad Social-Polimodal**

de Miriam Flores y otros. 2005. 109p.

**22- Desempeños profesionales en escenarios diversos-Polimodal**

de Cecilia Rodríguez. 2005

**23- Ciencias Naturales I-Polimodal**

de Adriana Cacciavillani y otras. 2005. 132p.

**24- Ciencias Naturales II-Polimodal**

de Adriana Cacciavillani y otras. 2005. 132p.

**25- Historia Argentina-Polimodal**

de Cecilia De La Rosa y otras. 2005. 154p.

**26- Geografía Argentina-Polimodal**

de Gabriela Aparicio y otra. 2005. 100p.

**27- Proyecto Integrado-Polimodal**

de Gabriela Aparicio y otra. 2005. 80p.

**28- Lengua III-Polimodal**

de Estela Zalba y otras. 2005. 160p.

**29- Matemática II-Polimodal**

de Cristina Adunka y otras. 2005. 320p.

**30- Tecnología II-EGB3**

de Jorge Marios y otro. 2005. 80p.

**31- Matemáticas I- Polimodal**

de Cristina Adunka y otras. 2006. 320p.

**SERIE CATÁLOGOS**

**15-Catálogo General de la UNCuyo 2000**

2000. 386 p. ISBN 950-39-0119-7

**17-Catálogo de investigaciones de la UNCuyo 1999-2000**

2000. 240 p. -

**19-El libro de las tesis de la Universidad Nacional de Cuyo (1996-2000)**

2001. 188 p.

**20-Guía del Estudiante 2004. UNCuyo**

2003. 248 p. ISBN 950-39-0154-5

**21-Posgrados 2004. UNCuyo**

2004. 186 p. ISBN 950-39-0167-7

**22-El libro de las tesis de la Universidad Nacional de Cuyo (2000-2002)**

Tesis de Grado y maestría

2005. 204 p. ISBN 950-39-0177-4

**23- El libro de las tesis de la Universidad Nacional de Cuyo (2001-2004)**

2004. 204p. ISBN 950-39-0177-4

**24- Posgrado 2005 UNCuyo**

2005. 228p. ISBN 950-39-0197-9

**25- Catálogo Ciencias Agrarias 2005-2006. Facultad de Ciencias Agrarias**

2005. 220p. ISBN 950-39-0199-5

---

**EDIUNC**

**Editorial de la UNCuyo**

Edificio CIUNC (Torre), P.B., UNCuyo  
Centro Universitario, Parque Gral. San Martín

5500 Mendoza,  
República Argentina  
Telefax 54 261 413 5202  
E-mail: [ediunc@uncu.edu.ar](mailto:ediunc@uncu.edu.ar)



Se terminó de imprimir  
el 9 de abril de 2006,  
en los Talleres Gráficos de  
Inca Editorial Cooperativa de Trabajo Ltda.  
Federico Moreno 2164/2188 - Telefax 0261 4259161- 4290409  
e-mail: [incasterio@incaeditorial.com](mailto:incasterio@incaeditorial.com)  
(5500) Mendoza - República Argentina.





