

## **Investigación y Universidad. El caso de la investigación química en catálisis heterogénea (1959-1972)**

**Gabriel Matharan<sup>1</sup>**

El objetivo de este trabajo es estudiar la emergencia y desarrollo de nuevas áreas de investigación en el medio académico local teniendo en cuenta que las mismas se han desarrollado con posterioridad y en condiciones particulares respecto a otras universidades ubicadas en EEUU y Europa. Para ello tomamos el caso de la investigación en catálisis heterogénea y analizamos las formas de transmisión y domiciliación en distintos contextos universitarios argentinos haciendo foco en la constitución de grupos de investigación<sup>2</sup>. Este caso nos permite reflexionar en qué medida en el surgimiento de esta nueva área de investigación se conjugaron elementos sociales y cognitivos, externos e internos a la universidad, tanto locales como internacionales.

Comenzamos el análisis en 1959, cuando se publicó el primer trabajo de investigación en catálisis y finalizamos en 1972, cuando la investigación en catálisis en la universidad adquiere una nueva dinámica<sup>3</sup>.

Adoptamos para ello una metodología de carácter microhistórico centrada en el "nombre propio" (Ginzburg, 2004: 62) mediante las cuales seleccionamos las trayectorias de diversos actores quienes, en diversas instituciones (Universidad Nacional de La Plata (NLP), Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA) y Universidad Nacional del Litoral (UNL)) tuvieron una actuación relevante en el proceso estudiado y que se presentan como un campo de observación privilegiado de las articulaciones entre lo local y lo internacional, lo social y lo cognitivo<sup>4</sup>. Para ello hicimos foco en sus formaciones académicas, las condiciones sociales, vínculos, mecanismos y medios de acceso al conocimiento químico a nivel internacional, sus relaciones con actores pertenecientes a diferentes esferas sociales y

---

<sup>1</sup> (Centro Ciencia, Tecnología y Sociedad, UM, UNL, UADER)

<sup>2</sup> En este contexto este trabajo se inscribe y es relevante para una tradición en los estudios sociales de la ciencia en América Latina que busca comprender el proceso de incorporación o domesticación de disciplinas y/o especialidades en contextos sociohistóricos particulares, en particular en América Latina, en términos de su propia historicidad y especificidad sociocultural, adoptando para ello una perspectiva metodológica que busca articular la historia institucional y cognitiva a la vez que cultural y política.

<sup>3</sup> Esto estuvo asociado a la creación en octubre de 1972 del Comité Nacional de Catálisis (Conaca) dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Conicet), con la finalidad de generar tecnología nacional en el ámbito de los catalizadores que eran utilizados en las industrias petroleras y petroquímicas estatales y suprimir de esta manera la dependencia que se tenía con las empresas multinacionales que los fabricaban

<sup>4</sup> Con posterioridad se constituyeron grupos en las Universidades de Cuyo (San Luis), Salta, Bahía Blanca y Tucumán, en el contexto de creación de carreras de ingeniería química predominantemente

sus percepciones, prácticas, modelos y recursos que fueron movilizados en sus proyectos institucionales vinculados a la química.

En primer lugar, describiremos las características de la investigación en catálisis heterogénea en el mundo durante las décadas del 1950-1960. En segundo lugar, reconstruimos la trayectoria de Jorge Ronco y su papel en la conformación de grupos de investigación en catálisis en la UNLP y en el resto del país. En tercer lugar, describimos las investigaciones llevadas a cabo en la UBA, haciendo hincapié fundamentalmente en Roberto Cunningham. En cuarto lugar, reconstruimos la conformación de diferentes grupos de investigación en la Facultad de Ingeniería Química (FIQ) de la UNL, analizando las trayectorias de José Parera, Alberto Cassano y Eduardo Lombardo.

### **La investigación en catálisis a nivel internacional en las décadas de 1950-1960.**

La investigación en catálisis, a nivel internacional, se consolidó durante las décadas de 1950-1960 constituyéndose como uno de los campos más dinámicos de la química general y de la investigación química industrial (Auger, 1961:72). Un indicador de esta consolidación fueron las revistas, congresos y sociedades creadas, sobre todo en EEUU. Así, se constituyeron espacios de publicación tales como la revista *Journal of Catalysis* en 1962 y *Catalysis Reviews* en 1969; se organizaron eventos científicos entre los cuales podemos nombrar el primer encuentro en catálisis realizado en 1949 organizado por B Farkas, la primera conferencia en catálisis heterogénea promovida por la Faraday Society en 1950 y el Primer Congreso Internacional de Catálisis en Filadelfia en 1956; por último, tuvo lugar la creación de la Sociedad Norteamericana de Catálisis (North American Catalysis Society), en 1965 (Amor 2010:4).

Esto se debió a la transformación de la práctica de investigación en catálisis estimuladas por los desarrollos de nuevas teorías y la introducción de nuevos instrumentos provenientes de la física y la físico-química. Entre las teorías podemos nombrar la teoría de los sólidos, que estaba apoyada en la mecánica cuántica y en la mecánica ondulatoria, y las teorías de la absorción. Las mismas desempeñaron un papel decisivo en la orientación de los trabajos desarrollados en esos años. Sus aplicaciones permitieron, por un lado, abrir el camino para la comprensión profunda de la actividad catalítica de los sólidos a nivel de la estructura electrónica de los mismos, permitiendo con ello sustituir la clasificación empírica

de los catalizadores; por el otro, definir la extensión de la superficie específica de los sólidos como masas de contacto (Auger, 1961:70-71). Entre los instrumentos se ve el uso generalizado en los laboratorios químicos de métodos físicos tales como la difracción de los rayos X, el microscopio electrónico, la espectroscopia infrarroja, la resonancia magnética.

Pero esta transformación también guarda una estrecha relación con las exigencias de la química industrial, en particular con las investigaciones en petróleo (Auger, 1961:72). Como señalan Vessuri y Arvanitis “estamos en presencia de un ámbito científico tributario de la industria en la medida que muchas de las investigaciones provienen del ámbito de la industria o de enfoques que tienen prolongaciones inmediatas en la industria (Vessuri y Arvanitis, 2001: 54).

Esta transformación configuraron a la investigación en catálisis en el cruce de numerosas disciplinas como la química de coordinación, ciencia de los materiales, ingeniería química, química del sólido, química orgánica, electroquímica, etc ; implican el diseño y producción de artefactos de distintas naturaleza como son el catalizador y el reactor catalítico, la interacción de instituciones como la universidad y la industria, la cooperación entre químicos e ingenieros, la movilización y convergencia de conocimientos de diferentes disciplinas e instituciones (Cf. Vessuri y Arvanitis, 2001)

## **2. La emergencia de la investigación académica en Catálisis en Argentina**

### **1.1 Universidad Nacional de La Plata: la catálisis heterogénea en el Departamento de Tecnología Química**

La primera figura que tomaremos en consideración es la de Jorge Ronco, químico que se desempeñó en el Departamento de Tecnología Química (DTQ) de la Facultad de Química y Farmacia (FQyF) de la UNLP. Como veremos, si bien Ronco no realizó investigaciones en catálisis tuvo un papel destacado en la generación de las condiciones para el desarrollo de estas investigaciones en el país.

Ronco inició sus actividades en el Laboratorio de Materiales e Investigaciones Tecnológicas de la Provincia de Buenos Aires (LEMIT), lugar en el que, bajo la dirección de Pedro Carriquiriborde, realizó, entre 1943 y 1945, los trabajos necesarios para la presentación de su tesis de Licenciatura en Química sobre los “Fundamentos de la extracción del bromo”.

Corriendo el año de 1956 se hizo cargo del DTQ. Su nombramiento se da en un momento en que las Universidades argentinas experimentan una fase de cambios, asociado al proceso denominado de “modernización académica” (1955-1966) en el que se discutieron políticas para la investigación científica y las posibilidades materiales e institucionales para implementarles, estableciéndose un “nexo inédito” entre ciencia y universidad (Sarlo, 2001, Prego y M. Estevanez, 2002, Prego y Vallejos, 2010).

Como consecuencia de estas políticas el DTQ experimento un notable crecimiento quedando conformado en cuatro secciones o áreas de investigaciones: Tecnología Química (Dr. Jorge Ronco), Tecnología Bioquímica (Dr. Rodolfo Értola), Tecnología de los Materiales (Dr. Enrique Pereira) y Tecnología Industrial (Dr. Teodoro Krenkel). Así en 1957 la FQyF recibió la suma de un millón de pesos moneda nacional para la adquisición de aparatos científicos sobre un total de dos millones cuatrocientos mil destinados a la UNLP. Dos años más tarde, en esta Universidad se instituyó el régimen de dedicación exclusiva, con implementación efectiva a partir de 1960. Esto abrió la posibilidad para que el personal de la institución desarrollara una carrera académica o científica con una dedicación “full time”. Ya en el DTQ, Ronco se convirtió en uno de los primeros profesores en obtener, en 1961, una Dedicación Semiexclusiva en la UNLP, que se convirtió en Exclusiva.

Las investigaciones de Ronco se enmarcaron en el “cambio de paradigma” que se produjo en la ingeniería química en la década de 1950 y 1960 (Tapias Garcia, 1999:181)<sup>5</sup>. Con este paradigma se afirmó la concepción sistémica de las industrias de procesos químicos, en la medida que se descubrió que el comportamiento macroscópico de las unidades de transformación emerge del comportamiento molecular de las sustancias en proceso. Esto supuso que para comprender los fundamentos científicos de los fenómenos y procesos de transformación de la materia éstos debían abordarse a nivel microscópico (molecular), adquiriendo con ello una centralidad los estudios de la reacción química asociada a los fenómenos de transporte: transporte de materia (difusión), transporte de

---

<sup>5</sup> El “antiguo paradigma”, estaba centrado en el concepto de operaciones unitarias propuesto Arthur D Little, y focalizaba los estudios de la ingeniería química en las etapas comunes de muchos procesos industriales, tales como transferencia de calor, destilación, flujo de fluidos, filtración, trituración, molienda y cristalización” (García Tapia, 1999:181).

energía (conducción de calor, convección y radiación) y cantidad de movimiento (flujo viscoso)<sup>6</sup>.

En este escenario, Ronco inició una serie de trabajos centrados en la transferencia de materia con y sin reacción química, física del estado sólido y cilindros rotativos. Con estos temas formó reclutó y formó sus primeros discípulos en el marco de la realización de sus tesis de doctorales: en 1959 presentó su tesis en catálisis Roberto Cunningham, sobre la “Obtención de ceteno por craqueo catalítico de propanona”; en 1960 Juan Bautista Rivarola, sobre la “Transferencia de materia en cilindros rotatorios”; en 1963, Raúl Kuroz, sobre el “Movimiento de sólidos granulares en cilindros rotativos. Consumo de potencia”. También sobre cilindros rotativos trabajó con Miguel de Santiago que se recibió de Ingeniero Químico.

Si bien Ronco no realizó estudios fuera del país, se relacionó con investigadores del exterior, que por sus gestiones, vinieron al país a dar cursos<sup>7</sup>. Así, en 1961, arribó Juan F. García de la Banda, investigador pionero de la investigación en catálisis en España, que pertenecía al Instituto de Catálisis de Madrid” y Joe Mao Smith (Universidad Davis, California, EEUU), y un año más tarde, Warren Steward (Universidad de Wisconsin, EEUU). Con ellos organizó las Primeras y Segundas Jornadas de Operaciones y Procesos de la Ingeniería y Tecnología Química en La Plata y en las Facultades de Ingeniería Química (UNL), Química y Farmacia (UNLP) y Ingeniería Química (UNSJ) respectivamente. Además estableció vínculos con investigadores pertenecientes al Instituto Francés del Petróleo, con quienes realizó trabajos de investigación, como por ejemplo con Pierre Le Gof, junto al cual emprendió experimentos sobre absorción con reacción química.

Estas relaciones le permitieron establecer de sólidos vínculos que posibilitaron que sus discípulos, utilizando diferentes tipos de becas – Conicet, Facultad de Ciencias Exactas

---

<sup>6</sup> Los ingenieros químicos sitúan este cambio con la aparición de dos obras: “Chemical Engineering Kinetics” de Joe Mao Smith (Universidad Davis, California, EEUU) en 1956 y Transport Phenomena de R Byron Bird, Warren E Stewart, Edwin Lightfoot (Universidad de Wisconsin, EEUU) en 1960. Esta última obra “ofrecía una lógica distinta para el análisis y estudio de los fenómenos físico-químicos, poniendo más énfasis en la comprensión de los principios físico básicos que no eran tratados con los métodos empíricos. (García Tapia, 1999),

<sup>7</sup> Según el relato de Juan Carlos Gottifredi, quien fue alumno de Jorge Ronco en el Departamento de Industrias de la Universidad de Buenos Aires en la década de 1960, “Ronco inició estos contactos con el envío de cartas a profesores e investigadores del exterior para que vengan a dar cursos en el país. Le responden dos que realizaban investigaciones en catálisis y que vendrán al país en los primeros años de la década de 1960” (Gottifredi, Buenos Aires, 2009).

y Naturales - se fueran a realizar estudios con ellos. Así, en 1962 Roberto Cunningham y Juan Bautista Rivarola realizaron estudios de catálisis junto a Joe Mao Smith; Miguel de Santiago hizo una estadía en el Instituto Francés del Petróleo y Enrique Pereira visitó el Imperial Collage de Londres, en donde emprendió estudios sobre la reacción sólido-sólido. A su regreso los mismos no sólo adoptaron los temas de investigación sino también las concepciones o enfoques de investigación del catalizador que habían aprendido en el exterior.

Luego de la formación de estos primeros discípulos inició una política de expansión “de su idea de ingeniería química moderna en una bien entendida política de colonización intelectual de otras universidades” (Cassano, 1990:55). Para ello envió a Miguel de Santiago a San Juan, a Juan Bautista Rivarola a la Universidad Nacional de Cuyo para que se incorporase al plantel docente de la recién creada carrera de Licenciatura en Química de la Facultad de Ciencias y a Roberto Cunningham a la UBA.

Ronco ingresó al Conicet en 1968, en la categoría “A” (máxima posición a que podía aspirar un investigador) y lo hizo en un momento en que las Ciencias Tecnológicas no estaban aún reconocidas formalmente en esta institución. De esta manera luchó para que las actividades de investigación tecnológica en el campo de ingeniería sean reconocidas como tales. En este contexto, Ronco es considerado como el responsable de la T del Conicet (Miguel Laborde, Buenos Aires, 2009). Desde esta institución ayudó a sus discípulos para que conformaran grupos en el resto del país<sup>8</sup>.

Su importancia se hizo sentir no sólo en el ámbito de la investigación sino también en la enseñanza de la ingeniería química cuando en 1958 introduce por primera vez en un plan de estudios de una carrera de ingeniería química en el país la materia Procesos Unitarios (Proyecto de reactores químicos). Para ello siguió el modelo de un plan de estudio de una universidad norteamericana en el que la estructura curricular estaba organizada alrededor de las operaciones unitarias, base para la enseñanza de la Ingeniería Química desde que se incorporó, en 1915, este paradigma como primera aproximación analítica de las industrias de procesos químicos. El paradigma, centrado en el concepto de

---

<sup>8</sup> Por ejemplo, Rivarola a su regreso de realizar estudios con Joe M. Smith en EEUU, en 1964, con el apoyo de Ronco obtuvo subsidios del Conicet con los cuales inició sus actividades de investigación en catálisis en esta Facultad. Con Rivarola se formaron a comienzo de los años 70 en el marco de la realización de la tesis para la obtención del Doctorado en Química: Carlos Ponce, Marta Ponzi, L Arrua, D. J. Zgrablich

operaciones unitarias propuesto Arthur D Little, focalizaba los estudios de la ingeniería química en las etapas comunes de muchos procesos industriales, tales como transferencia de calor, destilación, flujo de fluidos, filtración, trituración, molienda y cristalización” (García Tapia, 1999:181).

Respecto a la constitución de espacios de publicación, en 1971 Ronco creó la Revista Latinoamericana de Ingeniería Química y Química Aplicada (RLIQyQA), que tenía como objetivo “difundir internacionalmente los resultados de las investigaciones llevadas a cabo en el ámbito geográfico de su competencia y promover el conocimiento e intercambio de información entre los investigadores, todo ello referido al campo de Ingeniería Química y Química Aplicada” (RLIQyQA, 1971:1). Si bien no era una revista dedicada específicamente a la investigación en catálisis, se transformó en un referente para la publicación de los trabajos de los grupos de investigación en catálisis heterogénea en el país (Thomas, La Plata, 2007).

## **1.2 La Universidad de Buenos Aires: la investigación en catálisis en el Departamento de Industrias<sup>9</sup>**

En la Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA), el proceso de modernización académica afectó especialmente a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), donde se impulsó la departamentalización, la radicación institucional de investigadores, la formación intensiva de recursos humanos en el exterior, la creación de un amplio número de cargos docentes de dedicación exclusiva y la creación de laboratorios. En este contexto de refundación universitaria (Sarlo, B, 2001: 63), bajo el Rectorado de Risieri Frondizi se creó en 1958 el Departamento de Industrias (DI), que tenía la doble dependencia de la FCEN y la Facultad de Ingeniería.

Al frente del DI fue nombrado Alberto Zanetta, un químico que se había desempeñado como director del Departamento de Investigaciones de YPF en la década de 1940, conociendo bien las necesidades de esta empresa estatal. Su nombramiento, por tanto,

---

<sup>9</sup> También se desarrollaron incipientes actividades de investigación en catálisis en el Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física. En este Departamento, a mediados de 1955, los Doctores en Química Rubén Levitos, Alfredo Lagos y Víctor Rietti, llevaron a cabo investigaciones en el ámbito de la química inorgánica en compuestos complejos e hidruros de boro. El Dr. Rodolfo Busch, por su parte, realizaba investigaciones en el ámbito de la fisicoquímica.

puede ser considerado como una expresión de la política llevada a cabo por las autoridades para establecer vinculaciones entre las investigaciones, el Estado y los sectores productivos.

El Departamento quedó organizado para que se realizaran actividades de docencia y de investigación. Entre los docentes que se contrataron, en 1959, estaba Jorge Ronco, quien comenzó a dictar la asignatura Operaciones Unitarias II junto a uno de sus primeros discípulos, Roberto Cunningham, en la que se incluían contenidos sobre la catálisis. Otras materias en las que se dictaron temas relacionados con la catálisis fueron las de Operaciones Unitarias I, a cargo de Herberto A. Puente y Química industrial, cuyo director era el propio Zanneta (Memoria FCEN, 1961).

El Departamento, dentro de la política de fomento de la investigación sostenida por la FCEN, llevó a cabo un plan de formación de sus docentes invitando “anualmente especialistas en investigación tecnológica y enviando al exterior todos los años de 2 o 3 docentes del departamento para perfeccionar sus estudios” (Memoria de la FCEN: 1961). Esto permitió que, en 1960, Ronco viaje a la Universidad de California y se encuentre con el Dr. Joe Mao Smith logrando que este venga al país y dicte, en 1961, dos cursos sobre Tecnologías de la reacciones químicas, durante los meses de mayo y junio. Uno de esos cursos era sobre sistemas metalalógenos catalizados y contó con la colaboración de Cuninngam como asistente<sup>10</sup>. El otro curso fue de carácter general sobre la tecnología química y fue de asistencia libre.

En 1961 había tres grupos de investigación vinculados a las asignaturas antes mencionadas (Química industrial, Procesos Químicos Unitarios I y II). El grupo de química industrial estaba formado por los Licenciados en Química Ricardo Zuccarelli y Agripina Palade de Iribarne. El grupo “procesos químicos unitarios”, liderado por Jorge Ronco, estaba abocado a la realización de dos trabajos de investigación de la que participaron con cargos de dedicación exclusiva los Licenciados en química Julio Krasuk y Alberto Shebar. Uno de los trabajos era el estudio de la correlación de valores durante la absorción con simultánea reacción química (tema absorción y reacción química). El otro de los trabajos se ocupaba del mezclado longitudinal. Este grupo contaba a su vez con la participación del

---

<sup>10</sup> En la memoria del departamento de 1961 se puede leer que “la cátedra de procesos unitarios tuvo a su cargo la preparación de los alumnos durante los meses de febrero, marzo y abril a los efectos de la mejor realización de los cursos, con la colaboración del químico Heberto A. Puente (Memoria de la FCEN, 1961)



químico Arturo Yeramian que se ocupaba de la investigación bibliográfica de los temas investigados (Memoria, FCEN, 1961).

La formación de recursos humanos no sólo incluía a los docentes sino también el reclutamiento de estudiantes para la realización de tesis de doctorado. Así por ejemplo la tesis de Carlos García sobre el “Estudio de la Cinética del craqueo de la propanona”, continuaba el estudio de los mecanismos cinéticos de craqueo de la propanona y de la estabilidad de la cetena (un gas que, junto con el metano, surge como producto de la reacción considerada y se consideraba que tenía un gran futuro en la industria debido a su alto poder acetilante) iniciados con la tesis de Roberto Cunningham en el Departamento de Tecnología Química. Otra tesis que se inscribió en el marco de estos desarrollos era la de Héctor Arux, en la cual se indagó la posibilidad de obtener aspirina a partir de cetena por acetilación de ácido salicílico (Memoria, FCEN, 1961).

Por último, estaba el grupo de catálisis conformado por los químicos Heberto A Puente, Victor Rietti, Marcos Trabucchi y el Ingeniero Larragaña. Trabucchi realizó un estudio comparativo de la disminución del tamaño de las partículas en polvo de magnesio por tamizado y por sedimentación en suspensión en soluciones químicas. Además preparó un catalizador de óxido de cinc sobre soporte de piedra pomez especialmente purificada, en el marco del proyecto “hidratación de propileno a 350 C y 150 atm en presencia de catalizadores sólidos”. Para ello se contó con un reactor tubular de acero inoxidable fabricado según planes preparados por el grupo (Memoria FCEN, 1961).

En el marco de la política de envío de docentes al exterior, en 1962 se le otorgaron becas de la FCEN a Roberto Cunningham y Julio Krausuk para que viajaran a Estados Unidos con el objetivo de realizar una estadía en el laboratorio de Joe M Smith, para trabajar en catálisis y en columnas pulsantes respectivamente. Ambos fueron nombrados, ese mismo año, como profesores asociados con dedicación exclusiva y jefe de trabajos prácticos con dedicación exclusiva respectivamente. También ese año ingresaron al Departamento por concurso como ayudantes de primera Jaime Maymó, Rodríguez y José Lombardi.

Cuando a fines 1963 (principios del 1964) Roberto Cunningham regresó de EEUU se incorporó nuevamente al Departamento y comenzó a conformar un nuevo grupo de investigación en catálisis y reactores catalíticos. En el marco de sus investigaciones sobre

las resinas de intercambio iónico como catalizadores ácidos soportados, en 1966, realizaron su tesis en catálisis: Juan C Gottifredi (Deshidratación del isopropanol) y Arturo A Yeramian (Esterificación de isopropanol). Por otra parte, Jaime Maymó y José Lombardi realizaron su tesis en reactores catalíticos.

El grupo recibió un impulso importante con el Plan de Apoyo para el Reequipamiento Universitario, con el aporte parcial del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ya que les permitió adquirir equipos e instrumentos para estudiar los reactores catalíticos, como por ejemplo, cromatografos en línea para medir la composición de salida de los reactores. Por otra parte, publicaron en el Journal of Catálisis y con ello, el grupo comienza hacerse visible nacionalmente como internacionalmente en el ámbito de la catálisis.

La historia del proceso de desarrollo de la investigación en catálisis en la UBA sufrió un quiebre cuando, el 29 de julio de 1996, el gobierno dictatorial del General Juan Carlos Onganía intervino la Universidad de Buenos Aires, principalmente en la FCEN, en lo que se conoce como “Noche los bastones Largos”. Esa noche la policía irrumpió en la Facultad y apaleó estudiantes y profesores. Frente a estos acontecimientos muchos profesores presentaron su renuncia. Entre ellos estaba Cunningham y su grupo. Mientras que Cunningham se va a La Plata y con la ayuda de Ronco se incorpora al LEMIT, sus discípulos, como Juan C Gottifredi y Arturo A Yeramian, se van al exterior. Ya en el LEMIT Cunningham rearmó su grupo de investigación con estudiantes del DI<sup>11</sup>.

### **1.3. La Universidad Nacional del Litoral: la investigación en Catálisis en la Facultad de Ingeniería Química (FIQ)**

El proceso que se estaba dando en la UNLP y la UBA a mediados de los 50 también tuvo lugar Santa Fe. En 1958 asume el Ing. Alberto Davie como Decano de la Facultad de Ingeniería Química e inicia un proceso de modernización académica, renovando la enseñanza de la ingeniería química y promoviendo la investigación científica y tecnológica. Bajo su decanato, en 1964, se crea una Comisión de Investigaciones Científicas y

---

<sup>11</sup> Aquí, bajo la dirección de Cunningham, realizaron sus tesis Lemcoff, en 1971, sobre “Sobre estudio cinético de la obtención de óxido de metilo de mesitilo a partir de diacetona-alcohol catalizada por resinas de intercambios iónicos” y A. G. Friedlander, en 1972, sobre “Estudio de la sorción de diversos vapores sobre una resina de intercambio iónico”.

Tecnológica (CICyT) de la Facultad de Ingeniería Química, mediante la cual se coordinaría y se promovería la investigación con las siguientes medidas: la creación de Departamentos y Laboratorios de Investigación; estímulo a la investigación de cátedra; intercambio de investigadores; dedicación exclusiva de sus docentes a la cátedra y a la investigación; creación de beca de perfeccionamiento y especialización; iniciación de los egresados y estudiantes en las tareas de investigación mediante la creación de becas<sup>12</sup>. (Revista de la Facultad de Ingeniería Química, 1964, p. 288). En 1965 se producirá una crisis en la Facultad (sobre ella volveremos más adelante) que terminará con su renuncia, quedando trunco el proceso iniciado.

Las investigaciones en catálisis se organizaron y se llevaron a cabo de manera sistemática en la cátedra de Procesos Unitarios cuando el Ingeniero Química José Parera regresó de una estadía en el Imperial College of Science and Technology de la Universidad de Londres. Posteriormente estas actividades de investigación se realizaron en el denominado “grupo de graduados” formado por el Dr. Alberto Cassano, en 1968, y, por último, se iniciaron en 1970, en la cátedra de fisicoquímica, cuando el Ingeniero Químico Eduardo A. Lombardo regresó de sus estudios de postgrado en la Carnegie-Mellon University (EEUU). A continuación describiremos la trayectoria de cada uno de ellos.

### **El “Grupo Parera”**

José Miguel Parera egresó como ingeniero químico en 1959. Ese mismo año obtuvo una beca externa del Conicet para realizar estudios en el exterior. De esta manera, entre 1959 y 1960, realizó una estadía en el Imperial College of Science and Technology de la Universidad de Londres. Allí comenzó su formación como investigador en catálisis realizando estudios en el área de transferencia de masa en catalizadores sólidos porosos, asistiendo al II Congreso Internacional de Catálisis llevado a cabo en París en 1960<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> Es interesante notar que también se quería crear una carrera de investigador al interior de la Facultad que iba desde el becario, ayudante técnico, asistente de investigación, investigador adjunto, investigador principal hasta director de investigación. Como también de un fondo de Investigación destinado a cumplir, en forma adecuada, con la función de investigación científica y técnica en cada uno de los departamentos. Sin embargo esto no tuvo una concreción

<sup>13</sup> Según su relato “yo elegí ese tema porque era un tema de gran importancia en el momento que estaba en todo el mundo desarrollándose la industria petroquímica. Y la industria petroquímica se basa en catalizadores, es decir, todas las reacciones petroquímicas y casi todas las del petróleo se basan en catalizadores que orientan que productos obtener, entonces cuando fui allá escribí a un montón de universidades y fui eligiendo tema y elegí ese tema de catálisis que a mí me interesaba” (Parera, Santa Fe, 2007)

Cuando regresó a la Facultad se hace cargo, primero de manera interina, luego por concurso, de la cátedra de Procesos Unitarios. La misma quedó conformada por Jorge Recalcatti y Ricardo Scholtuz.

Un elemento contextual que esta entre las condiciones de la emergencia de las investigaciones en catálisis fue la política de subsidios que el Conicet implementó. Los mismos eran otorgados a los investigadores que habían regresado de sus estadías en el extranjero para que pudieran instalar los equipos necesarios para que pudieran continuar con las investigaciones desarrolladas en sus viajes formativos. Así, en 1961, a su regreso de la Universidad de Londres, se le otorgó un subsidio de \$ 5000 dólares que le permitieron realizar iniciales investigaciones en catálisis heterogénea, en parte orientadas a la formación de recursos humanos para la investigación. Tres años más tarde con un nuevo subsidio del Conicet de 3.140 dólares instaló un Laboratorio para la determinación de propiedades físicas de catalizadores y otros materiales porosos, que fue equipado varios instrumentos: porosímetro, sortómetro para la determinación de propiedades texturales, prensa para determinación de propiedades mecánicas, equipo de análisis térmico-diferencial y reactor y cromatógrafo. (Revista de la Facultad de Ingeniería Química, 1964:288). Junto a laboratorio, se firmó un convenio entre la FIQ y el Conicet para establecer un sistema nacional de determinación de propiedades físicas, y se realizaron investigaciones en diversas áreas de la ingeniería de las reacciones químicas y en procesos unitarios. Con estos instrumentos, que permitían determinar los poros, el tamaño, interconexión y superficies del catalizador, se llevaron a cabo investigaciones de carácter “orientados o aplicados”. Tal es el caso de las investigaciones que se inició en 1963 para la obtención de dimetilnilina por medio de un proceso catalítico heterogéneo motivadas para la puesta en marcha de una fábrica de anilina en Coronda, ciudad de la provincia de Santa Fe.

Otro elemento contextual fue el establecimiento de condiciones favorables para el desarrollo de las investigaciones en la facultad vinculadas al proceso de modernización académica que se estaba llevando adelante en la misma. Con las becas establecidas la

CICyT y con las becas del Conicet para la formación de investigación en el país, Parera formó sus primeros discípulos<sup>14</sup>.

El grupo que se formó tuvo “visibilidad a nivel nacional” al participar en diferentes Jornadas y Congresos. Así, en 1962 organizaron en la Facultad, junto con la Facultad de Química y Farmacia (UNLP), parte de las Segundas Jornadas sobre Tecnología de las Operaciones y Procesos Químicas; participaron además de diversos congresos como II congreso Interamericano de Ingeniero Químicos (Perú) en 1964. También obtuvieron visibilidad con las primeras publicaciones que se hicieron en revistas universitarias o de sociedades científicas, nacionales o internacionales. Podemos nombrar la Revista de la Facultad de Ingeniería Química, la Revista Química e Industria, de la Asociación Química Argentina y la Revista de la Sociedad de Químicos del Instituto de Sarria, de Barcelona.

En 1965 el incipiente grupo de investigación tuvo que enfrentar una grave crisis político-institucional que afectó a la Facultad. Crisis que enfrentó al Decano Davie, autoridades directivas y docentes con los estudiantes. Si bien la implementación del nuevo plan de estudios para la carrera de ingeniería química y la designación de una profesora de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA para la titularidad de la materia de Química Inorgánica fueron los acontecimientos que desencadenaron el conflicto, en la raíz de la crisis, estuvo un enfrentamiento con sectores de la Iglesia católica santafesina que se oponían al proyecto modernizador que estaba llevando a cabo Davie. Como consecuencia de esta crisis Davie renunció y con él, 64 de los 73 profesores de la planta docente. Posteriormente 42 jefes de trabajos prácticos tomarán la misma medida. Entre los renunciantes se encontraban José M. Parera, Ricardo Sholtuz, Rolando Poppi y Jorge Recalcati. Un año más tarde, luego de la intervención que sufrió la facultad, algunos docentes se reincorporaron. De los cuatro antes mencionado sólo regresó Parera.

Para reconstituir el grupo de investigación se incorporaron egresados de la facultad, entre ellos el Ingeniero Químico Alberto Castro, que durante mucho tiempo será el segundo de Parera.

---

<sup>14</sup> Así, en 1962 ingresó a la cátedra Federico R Poppi; en 1963, Rubén Duarte y Ramón Cerró; en 1964, Arturo Velasco y Miguel Ángel Barral; en 1965, Samuel Arsenio Hillar y Juan Carlos Vicenzini (Revista de la Facultad de Ingeniería Química, 1962-1965).

Luego de esta situación conflictiva y el ingreso de nuevos docentes a la cátedra, en 1967 se inició una línea de investigación que se continuó hasta principios de 1970. La misma consistió en el estudio de los sitios activos en catalizadores acídicos (alúmina, sílice alúmina, resina de intercambio iónico sulfónica, etc). Esta investigación estaba relacionada a un pedido de Fábrica Atanor Río Tercero. Estos materiales son muy usados en la industria, ya sea como catalizadores o como soporte de catalizadores. El objeto de este proyecto fue estudiar la naturaleza de los sitios activos en estos óxidos, usando para ello una técnica denominada envenenamiento.

Estos trabajos comenzaron a dar visibilidad internacional al grupo en la medida que fueron publicados en revistas internacionales de ingeniería química, como la *Industrial and Engineering Chemistry*, pero fundamentalmente se publicó por primera vez, en 1969, en una de las revistas más importante y especializada de catálisis, como es el *Journal of Catalysis*.

En 1968 Parera viajó a Moscú (Rusia) para asistir, al IV Congreso Internacional de Catálisis. Allí tomó contacto con investigadores iberoamericanos, especialmente con el grupo de catálisis del Instituto de Química Física “Rocasolano” del CSIC de Madrid, con los cuales organizó en Madrid un Simposio Iberoamericano de Catálisis. Parera contribuyó a la construcción de este espacio organizando el Segundo Simposio que se realizó en la Facultad de Ingeniería Química en 1970, teniendo su acto de clausura en el Centro de Investigación y Desarrollo de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), en Florencio Varela, Buenos Aires. Un año más tarde, en 1969, Parera logró crear el Instituto de Catálisis sobre la base del Laboratorio constituido en 1963. Esta nueva forma institucional dio un nuevo impulso a las investigaciones en catálisis en la FIQ.

### **El “Grupo Cassano”**

Alberto Cassano ingresó a la FIQ en 1953. Siendo estudiante se desempeñó en la cátedra de Procesos Unitarios junto a José Parera. En 1959, mediante una beca comenzó su formación como investigador con el Dr. Gustavo Fester. Luego de haber egresado, en 1962, obtuvo una beca del Conicet para realizar estudios durante dos años con Joe Mao Smith en la Universidad de California (EE.UU.). Pero se quedó dos años más para doctorarse en Ingeniería Química, “en contra de los reglamentos vigentes del Conicet por esos años, ya que no dejaban hacer doctorados afuera porque estaba manejado por la gente de las ciencias

básicas” (Irazoqui, Santa Fe, 2007)<sup>15</sup>. Durante esta estadía en California se especializó en fotocatalizadores (fotoquímica).

A su regreso en 1968, no se reincorporó a la cátedra de Procesos Unitarios sino al Departamento de Química Industrial. Desde ese momento impulsó el proyecto de instituir el Doctorado de Ingeniería Química en Santa Fe teniendo como modelo el Doctorado que había realizado pero se encontró con fuertes resistencias tanto en la universidad como en la Asociación de Ingenieros Químicos, ya que esto suponía “cambiar las reglas del juego”: “Quien no tenía postgrado se vería en una eventual desventaja. El consejo de ingenieros decía que no debía haber un título universitario mayor que el de ingeniero” (Irazoqui, Santa Fe, 2007).

Para llevar a cabo este proyecto Cassano comenzó a formar un grupo de investigación dentro del Departamento de Química Industrial. Para ello reclutó a dos estudiantes, Rabera y Cerda, y a dos docentes La Cava e Irazoqui (este trabajó con Parera en catálisis). A ese grupo se lo conoció como el “Grupo de Graduados”, ya que desde el principio buscó establecer del Doctorado en Ingeniería Química en la UNL. En 1971 pasaron a constituir el Departamento de Graduados de la FIQ. Un año más tarde el Departamento tenía 2 directores de investigación, 4 colaboradores principales, 8 principiantes y 6 técnicos.

Debido a que los primeros integrantes del grupo no estaban formados en investigación, entre 1972 y 1973, Cassano desarrolló una política de enviarlos al exterior para que realizaran doctorados en ingeniería química en áreas específicas determinadas y complementarias por el interés grupal e individual, pero también por las posibilidades del acceso a las diferentes universidades (Irazoqui, Santa Fe, 2007). Para ello utilizó su capacidad para obtener recursos del Conicet: becas internas, externas y subsidios. Así por ejemplo, Horacio Irazoquí realizó estudios en fisicoquímica de fenómenos de transporte y matemática aplicada en el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Minnesota, E.E.U.U y el ingeniero La Cava se fue al Imperial Collage.

---

<sup>15</sup> Así relata Cassano la reglamentación vigente en el Conicet por esos años: “en el año 1964 yo intentaba trasladarme al exterior con una beca externa con el objeto de conseguir un doctorado en Ingeniería, cosa que por aquel entonces estaba prohibida por las predisposiciones del Conicet. Previamente hablé con el Dr. Ronco y le transmití mis planes, informándole que me iba a ver obligado a violar los reglamentos, en mi opinión obsoletos, del Conicet. Obtuve todo su apoyo (...) Fue mi cómplice y mi más valioso aliado en aquella aventura que afortunadamente pudo llegar a feliz término” (Cassano, 1990:57).

Es muy importante señalar que, al igual que Cassano, la beca del Conicet de Irazoqui tuvo una particularidad: le prohibía realizar un doctorado. Frente a esta situación, según el relato de Irazoqui, se tomaban cursos con el argumento que eran necesarios para el trabajo de investigación que se estaba realizando, luego se pedía autorización al Conicet y “como no se obtenía respuesta”, por omisión se la consideraba que la misma era concedida (Irazoquí, Santa Fe, 2007).

Las primeras actividades de investigación que realizó el grupo estuvieron vinculadas a la línea de trabajo en la que se formó Cassano durante la realización de su doctorado: fotocatalizadores (fotoquímica). Las mismas tuvieron un carácter teórico, ya que carecían de equipos y de financiamiento. Con posterioridad, y la incorporación de nuevos integrantes al grupo, se ampliaron los temas de investigación, indagando por ejemplo, en aceites vegetales. Específicamente La Cava y Rabera realizaron trabajos de hidrogenación por vía catalítica de aceites vegetales pensando fundamentalmente en los fenómenos asociados a la transferencia de materia y problemas de difusión. También se realizaron investigaciones conjuntas con el Instituto Nacional de Limnología (Inali).

### **El “Grupo Lombardo”**

Eduardo Agustín Lombardo ingresó a la FIQ en 1959, obteniendo su título en 1964. Siendo estudiante realizó tareas docentes (1960-1962) en el Laboratorio de Física. En 1962 obtuvo una beca interna de investigación de la Facultad para “poner a punto” un instrumento espectroscopía de emisión que había estado abandonado por mucho tiempo y con ello inicia su actividad y formación en investigación. Aquí trabaja bajo la dirección del Lic. M. Lara Manning.

Paralelamente fue docente ayudante (1963-1964) y JTP dedicación semiexclusiva en Fisicoquímica entre los años de 1964 y 1966. En la misma estaba el Ingeniero Nestor Sholtuz, que había estudiado el fenómeno de la catálisis con el profesor W Keith Hall en la Carnegie-Mellon University (Pittsburg, Pennsylvania, EEUU)<sup>16</sup>. Sholtuz, casi contemporáneamente a Parera, realizó algunos trabajos de investigación en catálisis. Estos trabajos pudieron hacerse gracias al financiamiento (préstamo) del Banco Interamericano

---

<sup>16</sup> Keith Hall había realizado su doctorado con Paul Emmet en 1956 en el Mellon Institute de la Universidad de Pittsburg. Cuando Emmett deja Pittsburgh, Hall fue nombrado como sucesor. Una de las preocupaciones de sus trabajos de investigación era la caracterización del sitio activo y para ello utilizaba diferentes técnicas entre ellas la espectroscópicas, ESR and NMR, etc.



de Desarrollo (BID) que permitió la adquisición de distintos equipamientos. En 1964 Lombardo se incorporó como JTP dedicación semiexcluida (1964-1969) a la materia de Tecnología Industrial cuyo titular era el Ingeniero Mario Kamenesky. Un año más tarde aprovechando el viaje de la Centro Organizador de Viajes de Estudio de la Facultad de Ingeniería Química (COVEIQ) realizó una estadía de estudios de posgrados en mecánica de flujos en medios porosos en la Ecole Supérieure des Industries Chimiques (Nancy, Francia, Agosto-Octubre) mediante una beca del Gobierno Francés. Esta estadía la realizó ya que Mario Kamenesky se había formado en Francia y, según el testimonio de Lombardo, este quería “convencerlo” para que se dedicara al área de la tecnología industrial. Pero a su regreso se había producido la crisis de la Facultad de 1965, y, entre los docentes que renunciaron se encontraban Sholtus, que se fue a la industria y Kamenesky. Esta situación, según su relato, lo dejó sin sus “maestros” y se enfrentó a la disyuntiva de tomar una decisión frente a dos caminos posibles: dedicarse al área de la tecnología industrial o al área de la catálisis. Un factor que intervino para decidirse fueron los equipamientos existentes en la cátedra de físicoquímica que no había en la de tecnología industrial<sup>17</sup>. Otro factor importante para dedicarse a la catálisis fue la influencia que ejercieron tanto Parera como Sholtuz al constituirse como modelos a seguir.

Pero si bien tenía equipamiento no tenía conocimientos, “tenía que aprender”. Ello reforzó la idea de irse a formarse en el exterior, que ya tenía en mente para cuando se recibiera (Lombardo, Santa Fe, 2009). Para ello pidió una beca post doctoral de la Organización de Estados Americanos para perfeccionamiento en Catálisis heterogénea en el Carnegie-Mellon University (Pittsburg, Pennsylvania, EEUU), contando para ello con una carta de recomendación de Sholtuz para estudiar con el profesor con el cual se había formado. Durante dos años (1968-1969) se formó en catálisis heterogénea con el prof. Dr. W Keith Hall incorporándose a un proyecto que dirigía sobre un tipo sustancias llamadas zeolitas, que constituyó, a partir de principios de los años 60, una de sus principales líneas de investigación<sup>18</sup>. El proyecto investigaba las propiedades de estas sustancias para acelerar las reacciones de tipo ácido y estaba financiado por una empresa petrolera llamada Gulf que

---

<sup>17</sup> Como nos señaló en la entrevista realizada “Kamenesky fue un hombre muy importante en la industria nacional y que había vuelto a la universidad pero no tenía equipamiento”. (Lombardo, Santa Fe, 2009).

<sup>18</sup> Las zeolitas son estructuras cristalinas muy ordenadas con micro poros del orden angstrom que actúan como tamices moleculares. El uso industrial de las zeolitas tiene lugar en 1959 en la refinación del petróleo y en 1962 se utilizaron para el cracking catalítico (cracking zeolítico).

tenía interés en catálisis utilizando zeolita dando lugar a lo que se conoce como catálisis ácido-base.

Luego de sus estudios regresó a la FIQ en diciembre de 1969 y empezó a conformar un grupo de investigación. Las líneas de investigación desarrolladas estuvieron determinadas no sólo por la formación recibida sino también por los instrumentos con lo que contaba. Así no relató que se trajo “un cajón con equipamiento que me regaló Hall”, equipamiento que estaba “lógicamente orientado” a seguir con ese tipo de trabajo de investigación en zeolitas (Lombardo, Santa Fe, 2009).

### **A modo de cierre**

Se puede apreciar que entre fines de 1950 y principios de 1960 podemos reconocer el proceso inicial de desarrollo de las actividades de investigaciones en catálisis heterogénea de manera sistemática en distintas universidades en el país, casi simultáneamente. Para que la investigación en catálisis encontrara un lugar de desarrollo en la universidad resultaron clave diferentes procesos. A nivel internacional, la transformación cognitiva de la ingeniería química y la investigación química en catálisis que supuso su consolidación y cristalización institucional como especialidad científica; a nivel local, las transformaciones que afectaron a la universidad (modernización académica) y el surgimiento de políticas estatales que buscaron promover las investigaciones ofreciendo recursos para su desarrollo (creación del Conicet y su política de becas, subsidios, etc). En este marco, investigadores como Jorge Ronco, Roberto Cunningham y José Parera buscaron establecer la investigación en catálisis en el país, conformando grupos de investigaciones, a partir de condiciones institucionales particulares, La forma en que aconteció la conformación de estos grupos estuvo atravesada por las singularidades de las universidades en que inscribieron su actividad.

Un elemento distintivo del proceso aquí estudiado es la figura de Jorge Ronco, quien nunca realizó investigaciones en catálisis y que sin embargo podemos pensarlo como un constructor e institucionalizador de esta área de investigación por el programa de investigación que inició en ingeniería química y su política de expandir la catálisis por todo el país (Cf. Vessuri y Canino, 2002:361)

La dinámica de producción de conocimiento durante este período presenta las características de lo que puede denominarse un régimen de producción de conocimiento

disciplinar (Shinn, 2008:140). Así, este régimen se encontraba centrado principalmente en la universidad, marcado por el establecimiento de redes de discipulado, las publicaciones en revistas académicas internacionales y la participación en los congresos de la especialidad. Junto a esto, también se debe considerar algo propio de la conformación de regímenes de producción de conocimiento en contextos periféricos, como el envío de investigadores al exterior y el establecimiento de una agenda de investigación articulada con los centros en donde se realizaban estas estadías. Como muestran diferentes estudios, esta dinámica es característica del modo en que surgen nuevas áreas de investigación en contextos periféricos, generándose muchas veces la replicación de las agendas de investigación internacional a partir de la experiencia del investigador local formado en el exterior, fenómeno que Pablo Kreimer ha conceptualizado como “integración subordinada” (Kreimer, 2000,2006).

En este período, a pesar de que los investigadores sostuvieron reiteradamente la importancia de generar conocimientos tecnológicos susceptibles de ser aplicados a la industria, no se aprecia una vinculación efectiva con los sectores privado y estatal de la economía ni un verdadero conocimiento de sus necesidades y problemas.

Las investigaciones llevadas a cabo, por el contrario, eran estrictamente académicas y se insertaban en la agenda de problemas de la comunidad científica internacional, abarcando diversos aspectos de la catálisis como el estudio del reactor catalítico (Roberto Cunningham), el catalizador (José Parera) y la reacción catalítica (Alberto Cassano). Se pudo observar también la existencia de una dispersión de las agendas de investigación y una escasa relación entre los grupos nacionales en cuanto a coordinación de temas y problemas de investigación.

### **Bibliografía**

- Amor, J.M.: (2010) A History of industrial catalysis, *Catalysis Today*
- Vessuri, H y Arvanitis, R. (2001) Cooperation Between France and Venezuela in the Field of Catalysis en *International Social Science Journal* N° 171, 2001
- Cassano, A.: (1990) “Dr. Jorge Ronco. Setenta cumpleaños”, en *Revista Latinoamericana de Ingeniería Química y Química Aplicada*, 53-58
- Buschini, J, Romero, L.: La construcción de un departamento científico en un proceso intensivo de modernización académica: el caso de la Física en Ciencias Exactas (UBA) 1955-1966” en Prego, C, Vallejos, O (coordinadores): (2010) *La construcción de la ciencia académica. Instituciones, procesos y actores en la universidad argentina del siglo XX*, Biblos, Buenos Aires

- García Tapia, H.: Ingeniería Química: Escenario futuro y dos nuevos paradigmas, en Revista Española, No. 359, Julio/Agosto 1999
- Ginzburg, C.: (2004) El nombre y el cómo. Intercambio desigual y mercado historiográfico, en Ginzburg, C.: “Tentativas”, Rosario, Prehistoria Ediciones, p.56-67.
- Kreimer, P.: (2000), “Ciencia y periferia. Una lectura sociológica”. En M. Montserrat (comp.), La ciencia argentina entre siglos. Buenos Aires, Manantial.
- (2006) “¿Dependientes o integrados? La ciencia latinoamericana frente a la nueva división internacional del trabajo científico”. Nómadas Nro 24, Bogotá, CLACSO.
- Prego, C, Vallejos, O (Comp.): (2010) La construcción de la ciencia académica. Instituciones, procesos y actores en la universidad argentina del siglo XX, Biblos, Buenos Aires
- Estebanez, M.: (2002) “Modernización académica, desarrollo científico y radicalización política”, en Krotsh (org.) La universidad cautiva, Al-Margen-UNLP, La Plata
- Sarlo, B.: (2001) La Batalla de las ideas, Ariel, Buenos Aires,
- Shin, T, Ragouet, P.: (2008) Controvérsias sobre a ciência. Por uma sociologia transversalista da atividade científica, Associação Filosófica Scientiæ Studia - Editora34, São Paulo
- Vessuri, H, Canino, V.: (2002) Latin American Catalysis: As Seen Through the Ibero-American Catalysis Symposia, Revista Ciencia, Technology & Society 7 ( 2 ) : 339-363.

#### **Fuentes Documentales**

- Auger, Auger, P.: (1961) “Tendencias actuales de la investigación científica. Estudio sobre las principales tendencias de la investigación en el campo de la ciencias exactas y naturales, la definición del conocimiento científico y su aplicación con fines pacíficos, UNESCO, Cassano, A.:
- Revista Latinoamericana de Ingeniería Química y Química y Aplicada (1971-1981)
- Revista Latinoamericana de Transferencia de Calor y Materia
- Revista de la Facultad de Ingeniería Química Vol XXIX, Santa Fe, 1960
- Revista de la Facultad de Ingeniería Química Vol XXXI, Santa Fe, 1962
- Revista de la Facultad de Ingeniería Química Vol XXXIII, Santa Fe, 1963
- Revista de la Facultad de Ingeniería Química Vol XXXIII , Santa Fe, 1964
- Memoria FCEN, 1961, 1962,1963,196