

## CAPÍTULO 15

# LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA EN QUÍMICA A TRAVÉS DE LA WEB OF SCIENCE

EVARISTO JIMÉNEZ-CONTRERAS y DANIEL TORRES SALINAS

### Introducción

Las publicaciones y trabajos sobre la investigación en la Universidad de Granada, con metodologías históricas y/o bibliométricas, han sido relativamente abundantes en los últimos años, dentro de obras generales de ámbito andaluz (Basulto, 1995; Basulto, 1998; Navarrete Cortes, 2003; Rodríguez Pantoja, 1996; Rodríguez Pantoja, 1999), o dedicadas a esta universidad (Jiménez Contreras, 1997; García López, 1997; Moya-Anegón, 2005), e incluso disponemos de algún trabajo específicamente dedicado al caso de la Química en Granada (Cano Pavón, 1996).

En resumen, todos estos trabajos dibujan un panorama en el que se percibe un profundo cambio de orientación a lo largo del siglo pasado que pasaría de ser una actividad básicamente docente y con escasos recursos o preocupación por la investigación, a convertirse en una actividad intensa y continua enfocada a las publicaciones periódicas internacionales.

Dentro de este panorama general, el presente texto se centra en la evolución experimentada por la investigación en Química, vista a través de la base de datos Web of Science, desde los primeros trabajos publicados a finales de la década de los 60 hasta la actualidad, lo que básicamente nos permite contestar a las siguientes preguntas:

1. Cuál ha sido la evolución productiva general
2. Cuál es el peso en esta actividad de las distintas especialidades
3. Cuál es el impacto que alcanza esta investigación
4. Quiénes han sido los investigadores más activos
5. Y, finalmente, cuáles son las redes de cooperación que mantiene nuestra universidad en este ámbito.

Aunque la investigación científica se traduce en otros resultados significativos para medir el output científico como pueden ser las monografías, tesis doctorales, congresos, etc. Es evidente que son los artículos publicados en re-

vistas de impacto los que reflejan mejor la aportación de nuevo conocimiento que se produce en las instituciones académicas y esto es especialmente cierto si no referimos a las últimas décadas; es en este aspecto de la actividad científica y su evolución a lo largo de más de 40 años en el que se centra este trabajo.

## **Metodología**

### **Fuentes y período temporal analizado**

Todo el estudio se construye a partir de la base de datos Web of Science (comercializada por la empresa Thomson Reuters). Esta base de datos es la referencia casi obligada de los estudios bibliométricos en la medida en que contiene la mejor selección de revistas científicas internacionales de excelencia. Dado que, actualmente, la publicación en revistas indizadas en esta base de datos se considera el indicador más fiable sobre la calidad de la investigación publicada por una institución científica, especialmente en las áreas de ciencias experimentales, y, por otro lado, que esta base de datos permite además realizar comparaciones entre instituciones y analizar el impacto de las publicaciones mediante el análisis de sus citas, creemos que es el instrumento adecuado para desarrollar un trabajo de esta naturaleza y que los resultados ofrecen una imagen objetiva que nos permite contestar a las preguntas formuladas previamente.

Además de la base de datos Web of Science en este trabajo se ha empleado igualmente la herramienta asociada a la misma denominada In-cites que permite analizar la productividad institucional y comparar su rendimiento contra sus pares en nuestro país o del resto del mundo. In-cites permite por tanto completar la imagen que obtenemos de la institución aportando los datos comparativos respecto de España y el mundo.

El trabajo por lo demás se ha estructurado en dos partes: el período inicial 1968-1983 y el periodo 1984-2013. La razón de esta división es sencilla, el año 1968 corresponde al primer trabajo localizado en la base de datos y firmado por investigadores de la Universidad de Granada en el ámbito de la Química, y por otro lado, las comparativas de In-cites arrancan en el año 84. Por otra parte, a efectos del estudio los primeros años tiene un interés más bien histórico en los que los hechos a dilucidar son del tipo: cuando, cuanto o quién puso en marcha el proceso de internacionalización de la investigación en Química en la Universidad de Granada. Mientras que el segundo período interesa más saber cuál es la evolución y situación actual respecto a España o al mundo. En cualquier caso y conscientes de lo arbitrario de la separación la hemos violentado cuando nos ha parecido que era bueno para el mejor entendimiento de algún aspecto del trabajo

Para la localización de los trabajos del primer período, que pretendía ser lo más exhaustiva posible se empleó la siguiente estrategia:

Address=((univ granada or ((fac med or fac ciencias or fac sci\* or fac farm\* or school Med or fac Pharm) and granada))) AND Year Published=(1900-1983)

Se seleccionaron los tipos documentales artículo y review que podemos considerar las formas de publicación más importantes. Todo lo cual arroja una producción de 1.171 trabajos, de los cuales 381 (32%) son los que corresponden a las siguientes áreas químicas: CHEMISTRY ANALYTICAL; CHEMISTRY APPLIED; CHEMISTRY INORGANIC & NUCLEAR; CHEMISTRY MEDICINAL; CHEMISTRY MULTIDISCIPLINARY; CHEMISTRY ORGANIC; CHEMISTRY PHYSICAL; ELECTROCHEMISTRY y ENGINEERING CHEMICAL.

Para el segundo periodo se ha respetado la asignación que hace la herramienta In-cites para hacer posibles las comparaciones con los datos de España y el mundo que se hacen en base a dicha asignación.

## **Resultados**

### **La primera internacionalización 1968-1983**

Aunque la base datos WOS se remonta en sus registros hasta 1900 y la Sección de Químicas se fundó en 1913, como ahora tenemos oportunidad de celebrar, el caso es que la investigación española en su conjunto se mantuvo ajena a la corriente internacional, si entendemos por tal la recogida en la base de datos que nos sirve como fuente durante toda la primera mitad del siglo XX, con las conocidas excepciones de Cajal y algunos investigadores que hubieron de exiliarse por razones políticas o científicas y que por tanto ejercieron escasa influencia en el devenir científico de España al menos hasta muy avanzado el siglo.

El primer trabajo internacional de Química documentado por un autor afincado en Granada es, no obstante, muy temprano, de 1914, y corresponde a Gonzalo Gallas, catedrático de Química Orgánica, que fue Decano posteriormente de la Facultad de Ciencias, y se publicó en el Journal of Chemical Society, recogiendo una investigación sobre “Syntheses in the Fluorene and Bisdiphenylene-ethylene series” muy anterior al primero recogido en la Web of Science para toda España, que se remonta a 1922, obra de Moles, E. y Cresoi, M. publicado en Zeitschrift für Physikalische Chemie, Stochiometrie und Verwandtschaftslehre.

En todo caso estos datos iniciales son poco fiables por las lagunas y escasa cobertura de la base en estos primeros años unido al hecho de que muchas revistas no completaban los campos de afiliación en aquellos años o lo hacían de forma irregular.

El hecho es que en los primeros 50 años del siglo XX se cuentan poquísimos trabajos de origen español, aún así, los escasos datos disponibles permiten comprobar cómo el primer salto a la internacionalidad parece venir fundamentalmente de la Medicina. En cualquier caso puede afirmarse que las publicaciones dirigidas a revistas internacionales eran algo marginal en la actividad y preocupaciones de los investigadores de la universidad española incluidos los químicos. La guerra civil con sus secuelas de aislamiento y estrecheces económicas, las propias limitaciones administrativas que daban el protagonismo investigador al

CSIC en detrimento de la Universidad, unidas a una escasa, por no decir nula preocupación por la investigación, impidieron toda mejora en este estado de cosas por espacio de décadas.

Cano Pavón (Cano Pavón, 1996) ha descrito muy bien la situación inicial de la investigación química que se puede resumir en su frase. “*En realidad, hasta hace un cuarto de siglo [el artículo es de 1996, por tanto hay que entender que la fecha a la que se refiere es aproximadamente 1970] la investigación española en Química tendía a escribirse en español y a publicarse en revistas nacionales*”, lo cual es evidentemente aplicable a Granada. Otro hecho significativo para caracterizar este período casi “antiguo régimen” es que la investigación publicada en Química procedía, al menos en el caso de Granada, más de los centros de investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas que de la propia universidad.

Durante estos primeros años de historia de la facultad, al menos hasta los años 50, podemos resumir diciendo que la actividad investigadora fue escasa, volcada a las necesidades de la economía industrial granadina, con pocos resultados publicados a nivel nacional y ninguno a nivel internacional.

La situación no cambió apreciablemente en la siguiente década si bien en 1968 se publica el trabajo: “*DDT diffusion in acid and sodium homoionic vermiculites*” firmado por Juan de Dios López González y Cristóbal Valenzuela Calahorro publicado en *Anales de Química-International Edition*, 64 (7-8), pág. 713 que se convierte así en el primero indizado en la base de datos firmado por químicos granadinos. Un año más tarde aparece el primero internacional recogido la misma: “*Products of oxidation at zero degrees centigrade of mineralogical and artificial graphite. Retention of ethylene glycol, specific surface and kinetics of oxidation process*”. Obra también de también de Juan de Dios López González, A. Martín Rodríguez y F. Domínguez Vega publicado en *Carbon*, 1969, 7, 343. Al que seguirán otros dos más ese mismo año.

La primera apertura de la investigación universitaria granadina a las revistas internacionales se produjo pues repentinamente a partir de los 70 a la par que lo hacía en toda España. De las cifras testimoniales de las décadas anteriores se pasa en esta década a casi de 14.000 trabajos (contando sólo artículos y revisiones). Una parte importante de los cuales ciertamente provienen de las revistas españolas indizadas a partir de 1969 en la base de datos (aproximadamente el 50%) pero el caso es que reflejan el primer despertar de la investigación del país y su proyección hacia las revistas internacionales; así como el hecho de que más allá de sus intereses comerciales, la base de datos había llegado a la conclusión de que las revistas españolas por modesto que fuera su nivel podían aportar algo interesante a la ciencia internacional, lo que se tradujo en la incorporación en esta década de 25 revistas de las distintas especialidades de Ciencias Experimentales y Medicina. En el caso de la Química las revistas seleccionadas fueron: *Anales de Química* (1969), *Revista de Agroquímica* (1976), *Grasas y aceites* (1977) y *Afinidad* (1977), que se suman a *Anales de Química - International Edition*, y *Anales de Física*, las únicas indizadas hasta ese momento.

La Química por tanto representará un parte muy significativa de este primer impulso hacia la internacionalidad; alrededor de un 24% de los trabajos localizados del total son de Química (3.345), aunque ciertamente muy apoyado en las revistas químicas españolas incorporadas a ISI que representan con 1.634 artículos casi un 50% del total recogido; pero la lectura puede hacerse igualmente a la inversa la investigación química española pasa de prácticamente 0 a 1.600 trabajos publicados en revistas internacionales en poco más de 10 años.

La Universidad de Granada participó en este proceso al mismo ritmo que las otras universidades y centros de investigación. Su ingreso, al margen de las pioneras iniciativas señaladas más arriba, se produjo en esta década, primero a través de las revistas nacionales y más adelante cambiando el objetivo hacia las internacionales.

Las principales instituciones involucradas en este proceso recurriendo de nuevo a la Web of Science son las que aparecen en la siguiente Tabla 1. La Universidad de Granada aparecía en esta década como la quinta más activa de España.

TABLA 1

Lista de las primeras instituciones productoras en Química en el período 1968-1983

|                          |      |
|--------------------------|------|
| CSIC                     | 1129 |
| Univ. Complutense        | 344  |
| Univ. La Laguna          | 202  |
| Univ. Autónoma Madrid    | 190  |
| Univ. Sevilla            | 188  |
| Univ. Granada            | 162  |
| Univ. Autónoma Barcelona | 154  |
| Univ. Barcelona          | 130  |

En cuanto a los pesos de los Departamentos, dentro de este conjunto y centrándonos ya en la Universidad de Granada, éstos mostraban la actividad productiva que podemos observar en la Tabla 2<sup>1</sup>.

1. Para este cálculo se han hecho equivalentes las categorías de Inorganic Chem., Organic Chem., Analytical Chem., Chemistry Phys., Biochem Mol. Biol. y Engineering Chem, a los departamentos del mismo nombre. La categoría Applied Chem. se ha incluido en Química Orgánica después de comprobar que la mayoría aplastante de los casos correspondía a este Departamento, finalmente la categoría Chemistry Multidisciplinary se asignó comprobando caso a caso las adscripciones de los autores.

Tabla 2  
Producción por Departamentos de Químicas entre 1970 y 1983

| <i>Departamentos</i> | <i>Trabajos</i> |
|----------------------|-----------------|
| Q. Analítica         | 124             |
| Q. Inorgánica        | 101             |
| Bioquímica           | 99              |
| Q. Orgánica          | 77              |
| Q. Física            | 71              |
| Ingeniería Química   | 20              |
| Métodos Inv. Bioq.   | 3               |

Como puede comprobarse la Química Analítica y la Química Inorgánica son los principales productores, a continuación se define un segundo grupo formado por Química Orgánica y Química Física de parecida entidad. La Bioquímica es un caso peculiar porque en esta categoría publicaban profesores de varios Departamentos y Facultades distintas; su correspondencia con un Departamento no es tan clara como en los restantes casos.

En cuanto a los autores más activos, como cabe esperar, dada la estructura fuertemente jerarquizada de la época corresponden habitualmente los primeros puestos a los catedráticos directores de los distintos Departamentos (entonces llamados cátedras) y destacan especialmente por su productividad en este primer período los profesores del Departamento de Química Inorgánica (Tabla 3).

Respecto a la citación recibida en este primer período, cabe resumir brevemente las conclusiones del trabajo de Jiménez Contreras (Jiménez Contreras, 1996) que señalaba que el proceso de internacionalización, en lo que a la citación se refería en este período, había sido básicamente alimentada por los propios autores españoles, esto es, se publicaba cada vez más fuera pero las citas venían de forma mayoritaria de los propios autores españoles, este escaso impacto cambia sin embargo a lo largo de las siguientes décadas como podemos observar en la Tabla 4.

Como puede observarse se produce un rápido aumento del impacto, tanto en los que se refiere a los trabajos más citados como en los promedio. Incluso en la última década se mantiene el nivel pese a que la ventana temporal es obviamente más corta, lo que en definitiva es el resultado de la integración efectiva de la investigación producida en Granada dentro de la corriente internacional.

TABLA 3

Lista de los autores más productivos de la Universidad en el área de Química entre 1970 y 1983 con una producción igual o superior a 10 artículos o revisiones

| <i>Autores</i>         | <i>Trabajos</i> |
|------------------------|-----------------|
| LOPEZ GONZALEZ JDD     | 99              |
| VALENZUELA CALAHORRO C | 53              |
| RODRIGUEZ REINOSO F    | 34              |
| CAPITAN F              | 38              |
| LOPEZ APARICIO FJ      | 31              |
| SALINAS F              | 31              |
| LINARES SOLANO A       | 25              |
| SALAS PEREGRIN JM      | 21              |
| GONZALEZ GARCIA S      | 20              |
| CAPITAN VALLVEY LF     | 17              |
| GARCIA GRANADOS A      | 10              |
| GARCIA PEREGRIN E      | 18              |
| CORTIJO M              | 16              |
| CAMACHO RUBIO F        | 16              |
| SANCHEZ MEDINA F       | 14              |
| GONZALEZ GOMEZ C       | 14              |
| ESPINOSA UBEDA A       | 11              |
| BENITEZ FZ             | 13              |
| LLOR J                 | 12              |
| SAMPEDRO MM            | 12              |
| ARENAS JF              | 10              |
| GUIRAUM A              | 10              |

### **El periodo 1984-2012** **Evolución productiva**

El peso de la Química en la actividad general de la Universidad de Granada alcanzó su momento álgido en los primeros años de la década de los ochenta. El peso porcentual que rondaba el 25% en los setenta supera el 40% en estos años.

Desde el punto de vista de la actividad productiva la evolución ha sido de crecimiento continuado desde entonces, como puede verse en la Tabla 4 y en la Fig. 1, multiplicando la producción por más de tres. De hecho la evolución del

conjunto se ajusta a la curva potencial descrita por Price en su trabajo clásico sobre el crecimiento de la ciencia (Price, 1965) aunque sea con una tasa suave de aproximadamente un 4,6% anual.

TABLA 4  
Citas de los trabajos de Química a lo largo de los últimos 40 años

|                                      | 1970-1979 | 1980-1989 | 1990-1999 | 2000-2010 |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Citas de los 10 trabajos más citados | 267       | 1187      | 2772      | 2222      |
| Promedio                             | 27        | 119       | 277       | 222       |
| Promedio del período                 | 4,79      | 7,81      | 18,55     | 18,66     |

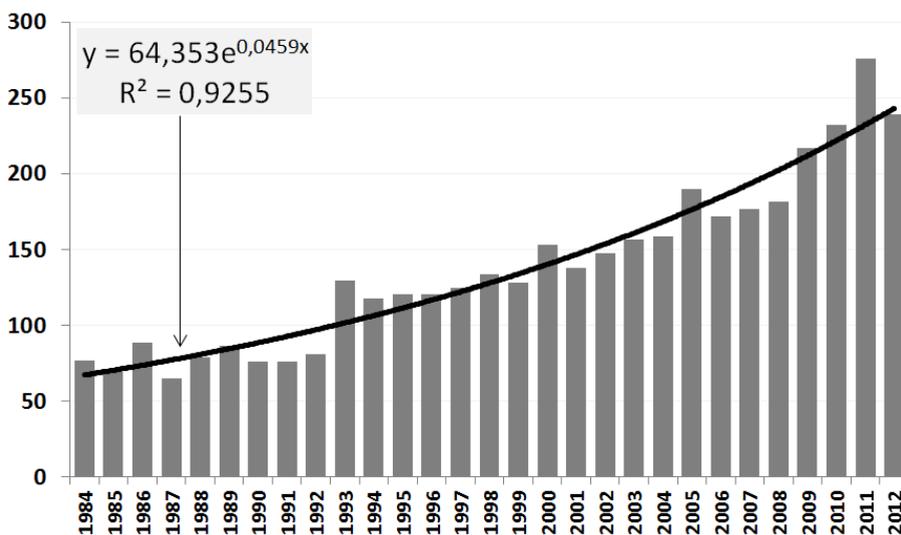


Fig. 1.—Evolución de la actividad productiva en química en la Universidad de Granada.

Esta evolución positiva, sin embargo, conduce a una pérdida de peso gradual en el conjunto de la universidad que la lleva de representar casi la mitad de la producción total de la UGR a principios de los años 80 a menos del 20% en la actualidad, porque durante ese mismo período la universidad ha crecido a casi el doble de velocidad, un 8,7% anual. Esta circunstancia se debe en parte a que la entrada de la Química en las revistas internacionales, incluyendo en este concepto a las revistas españolas indizadas por la base de datos, fue temprana, como hemos visto, acompañada de otras disciplinas experimentales y algunas médicas. En las décadas siguientes, la incorporación de todas las demás especialidades de ciencias experimentales, las técnicas y la mayoría de las sociales

explica parcialmente esta pérdida de peso, pero no lo hace totalmente; ya que podemos observar como la producción investigadora en Química de nuestra Universidad ha perdido también peso respecto de España. Como podemos observar en la Tabla 5, en 1984 representaba el 4,79% de la producción nacional y en 2012 ha caído hasta el 2,89%, con una pérdida de casi el 40% respecto al total nacional. Aunque también actúa el mismo factor, es decir la aparición de nuevas titulaciones, en este caso nuevas Secciones de Química, es evidente que la trayectoria de la Química en la Universidad de Granada describe un proceso de pérdida de peso gradual y sostenido a lo largo de todo el período estudiado. A partir de los datos de especialización relativa se puede constatar la misma realidad. Desde mediados de los noventa el índice de actividad relativa ha caído por debajo de 1, es decir la actividad investigadora en Química que era uno de elementos definitorios de nuestra Universidad, es actualmente menor que el promedio nacional en este campo.

TABLA 5  
Indicadores y porcentajes de actividad de la Química de la UGR en relación con España

| <i>Años</i> | <i>UGR citables</i> | <i>Química citables</i> | <i>Índice actividad temática</i> | <i>% Producción químicas sobre total UGR</i> | <i>% Producción químicas sobre total España</i> |
|-------------|---------------------|-------------------------|----------------------------------|--|---|
| 1984        | 171                 | 77                      | 1,34                             | 45%  | 4,79%   |
| 1985        | 187                 | 69                      | 1,27                             | 37%  | 4,51%   |
| 1986        | 237                 | 89                      | 1,16                             | 38%  | 4,52%   |
| 1987        | 243                 | 65                      | 1,01                             | 27%  | 3,47%   |
| 1988        | 255                 | 79                      | 1,22                             | 31%  | 4,03%   |
| 1989        | 273                 | 87                      | 1,35                             | 32%  | 4,27%   |
| 1990        | 291                 | 76                      | 1,12                             | 26%  | 3,45%   |
| 1991        | 361                 | 76                      | 0,97                             | 21%  | 3,09%   |
| 1992        | 386                 | 81                      | 0,99                             | 21%  | 2,97%   |
| 1993        | 510                 | 130                     | 1,11                             | 25%  | 4,30%   |
| 1994        | 510                 | 118                     | 1,10                             | 23%  | 4,02%   |
| 1995        | 596                 | 121                     | 0,94                             | 20%  | 3,40%   |
| 1996        | 617                 | 121                     | 0,96                             | 20%  | 3,24%   |
| 1997        | 621                 | 125                     | 0,97                             | 20%  | 3,03%   |
| 1998        | 705                 | 134                     | 1,06                             | 19%  | 3,36%   |
| 1999        | 774                 | 128                     | 1,01                             | 17%  | 3,36%   |
| 2000        | 789                 | 153                     | 1,05                             | 19%  | 3,55%   |
| 2001        | 736                 | 138                     | 0,93                             | 19%  | 2,74%   |

TABLA 5 (Continuación)

| Años | UGR citables | Química citables | Índice actividad temática | % Producción químicas sobre total UGR | % Producción químicas sobre total España |
|------|--------------|------------------|---------------------------|---------------------------------------|--|
| 2002 | 795          | 148              | 0,96                      | 19%                                   | 2,91%                                    |
| 2003 | 971          | 157              | 0,88                      | 16%                                   | 3,09%                                    |
| 2004 | 911          | 159              | 0,91                      | 17%                                   | 2,83%                                    |
| 2005 | 1042         | 190              | 0,97                      | 18%                                   | 3,12%                                    |
| 2006 | 1149         | 172              | 0,83                      | 15%                                   | 2,78%                                    |
| 2007 | 1297         | 177              | 0,79                      | 14%                                   | 2,63%                                    |
| 2008 | 1377         | 182              | 0,86                      | 13%                                   | 2,89%                                    |
| 2009 | 1523         | 217              | 0,88                      | 14%                                   | 3,06%                                    |
| 2010 | 1661         | 232              | 0,86                      | 14%                                   | 3,03%                                    |
| 2011 | 2036         | 276              | 0,90                      | 14%                                   | 3,49%                                    |
| 2012 | 2323         | 239              | 0,69                      | 10%                                   | 2,89%                                    |

### **El impacto de la investigación Producción indexada en el Primer Cuartil**

Para conocer la visibilidad de las revistas se han consultado los “*Rankings I-UGR: según Campos y Disciplinas Científicas*”<sup>2</sup>. En la Tabla 6 se muestran los valores de la Universidad de Granada en el campo ‘Química e Ingeniería Química’. Como se observa en relación a la visibilidad en la última década la investigación en química ha tenido un nivel elevado de publicación; así en 2003-2012 el porcentaje de documentos en el Q1 fue del 55% y en el último quinquenio, 2008-2012, llega al 61%.

### **Situación para las principales categorías de química (JCR) - 1981-2013**

En las Tablas 7 y 8 se muestra un retrato general de las diferentes disciplinas científicas que conforman la Química. Se presentan tanto indicadores de Producción (Tabla 7) como de Impacto (Tabla 8), todos ellos calculados a partir de In-cites.

2. <http://www.rankinguniversidades.es/>

TABLA 6  
Valores de producción indexada en el primer cuartil para la  
Universidad de Granada en el campo Química e Ingeniería Química

| <i>Años</i>            | <i>Nº<br/>Documentos<br/>Q1</i> | <i>% Documentos<br/>Q1</i> |
|------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| <i>Por quinquenios</i> |                                 |                            |
| 2005-2009              | 811                             | 55%                        |
| 2006-2010              | 1006                            | 58%                        |
| 2007-2011              | 1113                            | 63%                        |
| 2008-2012              | 1120                            | 61%                        |
| <i>Por décadas</i>     |                                 |                            |
| 2000-2009              | 1470                            | 49%                        |
| 2001-2010              | 1773                            | 53%                        |
| 2002-2011              | 1904                            | 56%                        |
| 2003-2012              | 1866                            | 55%                        |

TABLA 7  
Producción: número de documentos citables y tasa de crecimiento por disciplina.

| <i>DISCIPLINA</i><br><i>Número de documentos citables</i> | <i>1984<br/>1988</i> | <i>1988<br/>1992</i> | <i>1992<br/>1996</i> | <i>1996<br/>2000</i> | <i>2000<br/>2004</i> | <i>2004<br/>2008</i> | <i>2008<br/>2012</i> |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| BIOCHEMICAL RESEARCH<br>METHODS                           | 5                    | 5                    | 16                   | 30                   | 85                   | 103                  | 114                  |
| BIOCHEMISTRY & MOLECULAR<br>BIOLOGY                       | 142                  | 145                  | 188                  | 215                  | 188                  | 195                  | 256                  |
| CHEMISTRY, ANALYTICAL                                     | 102                  | 86                   | 139                  | 162                  | 185                  | 182                  | 212                  |
| CHEMISTRY, APPLIED  | 28                   | 29                   | 46                   | 60                   | 67                   | 87                   | 124                  |
| CHEMISTRY, INORGANIC &<br>NUCLEAR                         | 47                   | 43                   | 71                   | 92                   | 96                   | 94                   | 100                  |
| CHEMISTRY, MEDICINAL                                      | 19                   | 29                   | 34                   | 33                   | 41                   | 46                   | 69                   |
| CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY                              | 85                   | 106                  | 87                   | 72                   | 80                   | 104                  | 191                  |
| CHEMISTRY, ORGANIC  | 71                   | 59                   | 62                   | 70                   | 79                   | 108                  | 84                   |
| CHEMISTRY, PHYSICAL                                       | 119                  | 86                   | 153                  | 179                  | 217                  | 245                  | 299                  |
| ELECTROCHEMISTRY  | 0                    | 0                    | 1                    | 3                    | 2                    | 10                   | 29                   |
| ENGINEERING, CHEMICAL                                     | 18                   | 22                   | 44                   | 50                   | 51                   | 67                   | 127                  |

TABLA 7 (Continuación)

| <i>DISCIPLINA</i><br><i>Tasa de Crecimiento Relativo</i> | <i>1984</i><br><i>1988</i> | <i>1988</i><br><i>1992</i> | <i>1992</i><br><i>1996</i> | <i>1996</i><br><i>2000</i> | <i>2000</i><br><i>2004</i> | <i>2004</i><br><i>2008</i> | <i>2008</i><br><i>2012</i> |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS                             | —                          | 1,00                       | 3,20                       | 1,88                       | 2,83                       | 1,21                       | 1,11                       |
| BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY                         | —                          | 1,02                       | 1,30                       | 1,14                       | 0,87                       | 1,04                       | 1,31                       |
| CHEMISTRY, ANALYTICAL                                    | —                          | 0,84                       | 1,62                       | 1,17                       | 1,14                       | 0,98                       | 1,16                       |
| CHEMISTRY, APPLIED                                       | —                          | 1,04                       | 1,59                       | 1,30                       | 1,12                       | 1,30                       | 1,43                       |
| CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR                           | —                          | 0,91                       | 1,65                       | 1,30                       | 1,04                       | 0,98                       | 1,06                       |
| CHEMISTRY, MEDICINAL                                     | —                          | 1,53                       | 1,17                       | 0,97                       | 1,24                       | 1,12                       | 1,50                       |
| CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY                             | —                          | 1,25                       | 0,82                       | 0,83                       | 1,11                       | 1,30                       | 1,84                       |
| CHEMISTRY, ORGANIC                                       | —                          | 0,83                       | 1,05                       | 1,13                       | 1,13                       | 1,37                       | 0,78                       |
| CHEMISTRY, PHYSICAL                                      | —                          | 0,72                       | 1,78                       | 1,17                       | 1,21                       | 1,13                       | 1,22                       |
| ELECTROCHEMISTRY   | —                          | 0,00                       | 0,00                       | 3,00                       | 0,67                       | 5,00                       | 2,90                       |
| ENGINEERING, CHEMICAL                                    | —                          | 1,22                       | 2,00                       | 1,14                       | 1,02                       | 1,31                       | 1,90                       |

A nivel de producción hay que señalar que las disciplinas que acumulan un mayor nivel de producción, tomando como referencia el quinquenio 2008-2012 son la Chemistry Physical (299 trabajos), la Biochemistry & Molecular Biology (256 trabajos) y la Chemistry Analytical (212). Siendo las tres únicas disciplinas en las que se publican más de 200 trabajos.

En términos de crecimiento hay que destacar que la mayor parte de las disciplinas mantienen a lo largo de los quinquenios analizados tasas de crecimiento positivas. De hecho tomando como referencia la diferencia en 2004-2008 y 2008-2012 observamos que todas las disciplina menos la Chemistry Organic crecen y algunas muy significativamente como la Electrochemistry, Chemistry Medicinal o la Chemistry Applied.

TABLA 8  
Impacto: promedio de citas y Crown indicator por disciplina

| <i>DISCIPLINA</i><br><i>Promedio de Citas</i> | <i>1984</i><br><i>1988</i> | <i>1988</i><br><i>1992</i> | <i>1992</i><br><i>1996</i> | <i>1996</i><br><i>2000</i> | <i>2000</i><br><i>2004</i> | <i>2004</i><br><i>2008</i> | <i>2008</i><br><i>2012</i> |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS                  | 1,00                       | 1,20                       | 2,13                       | 2,70                       | 3,47                       | 4,46                       | 5,80                       |
| BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY              | 1,74                       | 2,26                       | 2,72                       | 3,31                       | 4,56                       | 5,05                       | 7,02                       |
| CHEMISTRY, ANALYTICAL                         | 1,36                       | 1,48                       | 2,03                       | 2,47                       | 2,99                       | 5,34                       | 5,57                       |
| CHEMISTRY, APPLIED                            | 1,89                       | 1,07                       | 1,83                       | 2,03                       | 1,94                       | 3,97                       | 4,31                       |

TABLA 8 (Continuación)

| <i>DISCIPLINA</i><br><i>Promedio de Citas</i> | <i>1984</i><br><i>1988</i> | <i>1988</i><br><i>1992</i> | <i>1992</i><br><i>1996</i> | <i>1996</i><br><i>2000</i> | <i>2000</i><br><i>2004</i> | <i>2004</i><br><i>2008</i> | <i>2008</i><br><i>2012</i> |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR                | 0,94                       | 1,65                       | 2,13                       | 3,18                       | 4,29                       | 5,80                       | 5,72                       |
| CHEMISTRY, MEDICINAL                          | 1,16                       | 1,38                       | 1,00                       | 1,88                       | 3,07                       | 3,35                       | 5,32                       |
| CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY                  | 0,29                       | 0,55                       | 1,10                       | 2,36                       | 4,16                       | 5,85                       | 6,88                       |
| CHEMISTRY, ORGANIC                            | 1,35                       | 1,71                       | 2,15                       | 2,73                       | 3,92                       | 4,97                       | 6,70                       |
| CHEMISTRY, PHYSICAL                           | 1,07                       | 1,08                       | 2,23                       | 2,83                       | 3,90                       | 4,95                       | 5,66                       |
| ELECTROCHEMISTRY                              | 0,00                       | 0,00                       | 0,00                       | 1,67                       | 5,50                       | 2,50                       | 3,10                       |
| ENGINEERING, CHEMICAL                         | 2,33                       | 0,73                       | 1,11                       | 1,78                       | 2,59                       | 3,10                       | 3,98                       |

| <i>DISCIPLINA</i><br><i>CROWN – Citación Normalizada</i> | <i>1984</i><br><i>1988</i> | <i>1988</i><br><i>1992</i> | <i>1992</i><br><i>1996</i> | <i>1996</i><br><i>2000</i> | <i>2000</i><br><i>2004</i> | <i>2004</i><br><i>2008</i> | <i>2008</i><br><i>2012</i> |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS                             | 0,26                       | 0,33                       | 0,64                       | 0,65                       | 0,71                       | 0,69                       | 0,83                       |
| BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY                         | 0,23                       | 0,26                       | 0,29                       | 0,34                       | 0,47                       | 0,52                       | 0,76                       |
| CHEMISTRY, ANALYTICAL                                    | 0,45                       | 0,55                       | 0,67                       | 0,72                       | 0,72                       | 1,05                       | 0,98                       |
| CHEMISTRY, APPLIED                                       | 1,42                       | 0,88                       | 1,08                       | 0,99                       | 0,71                       | 1,12                       | 0,92                       |
| CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR                           | 0,34                       | 0,64                       | 0,71                       | 0,97                       | 1,17                       | 1,31                       | 1,13                       |
| CHEMISTRY, MEDICINAL                                     | 0,53                       | 0,61                       | 0,34                       | 0,55                       | 0,78                       | 0,69                       | 1,03                       |
| CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY                             | 0,11                       | 0,20                       | 0,30                       | 0,55                       | 0,78                       | 0,82                       | 0,76                       |
| CHEMISTRY, ORGANIC                                       | 0,48                       | 0,60                       | 0,63                       | 0,71                       | 0,90                       | 0,93                       | 1,11                       |
| CHEMISTRY, PHYSICAL                                      | 0,39                       | 0,41                       | 0,69                       | 0,78                       | 0,91                       | 0,86                       | 0,75                       |
| ELECTROCHEMISTRY   | 0,00                       | 0,00                       | 0,00                       | 0,59                       | 1,44                       | 0,49                       | 0,49                       |
| ENGINEERING, CHEMICAL                                    | 1,85                       | 0,58                       | 0,71                       | 0,97                       | 1,20                       | 1,00                       | 0,93                       |

En la Tabla 7 se muestra el impacto científico alcanzado por las diferentes disciplinas. En primer lugar se ofrece el promedio de citas. Cómo se observa la evolución en el promedio de citas es siempre positiva. Destaca por su elevado promedio en el último quinquenio a la Chemistry, Multidisciplinary con 6,88 y Chemistry Organic con 6,70. Por otro lado, en la misma tabla se presentan el indicador Crown o citación normalizada. Este indicador permite conocer si los promedios de citas se encuentran por encima o por debajo de las medias mundiales (>1 la UGR se encuentra por encima). En los quinquenios analizados lo habitual es que las diferentes disciplinas se sitúen por debajo de los promedios mundiales (< 1) y solo existen dos disciplinas que se han situado por encima

del promedio mundial al menos tres quinquenios: Chemistry, Applied y Engineering, Chemical

### Situación de las áreas según el índice Crown, quinquenio 2008-2012

Restringiéndonos al último quinquenio, la situación global de las áreas de Química, puede considerarse en relación al promedio mundial moderadamente positiva en las categorías de Química Orgánica, Médica e Inorgánica. Ligeramente por debajo del promedio mundial en los casos de Química Analítica, Ingeniería y Aplicada (que engloba a diversos departamentos en este momento) y claramente por debajo de la media mundial en los demás casos (véase Fig. 2).

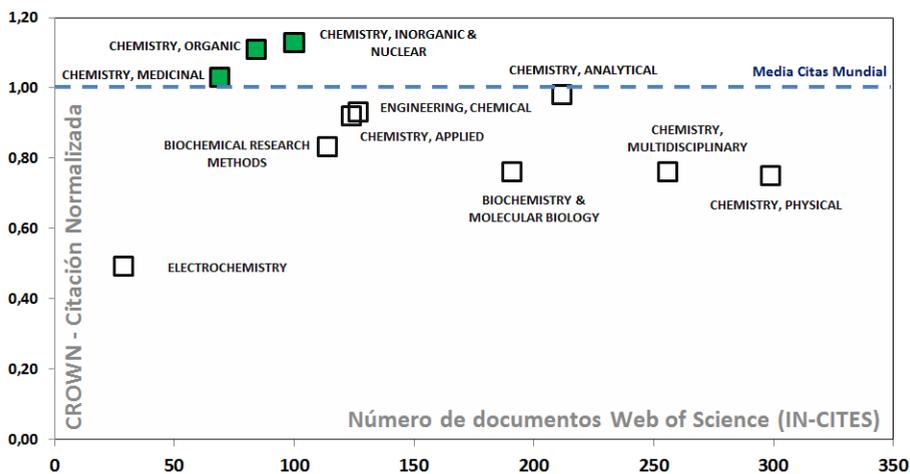


Fig. 2.—Situación de las áreas de químicas según el índice Crown, quinquenio 2008-2012.

De hecho, si trasladamos la comparación a España, la situación es aún menos satisfactoria porque en todos los casos el índice Crown que relativiza el impacto de nuestra universidad con respecto al país queda por debajo del mismo excepto en el caso de la Química Orgánica. (Fig. 3).

### La red de colaboración de la Universidad de Granada en Química

La red de colaboración de Química en Granada viene determinada, como es habitual, por la cercanía física, como podemos ver en la Fig. 4. La Universidad de Jaén, cuyos vínculos con Granada suman la cercanía a la historia, aparece como el principal socio científico de nuestra universidad, le siguen las uni-

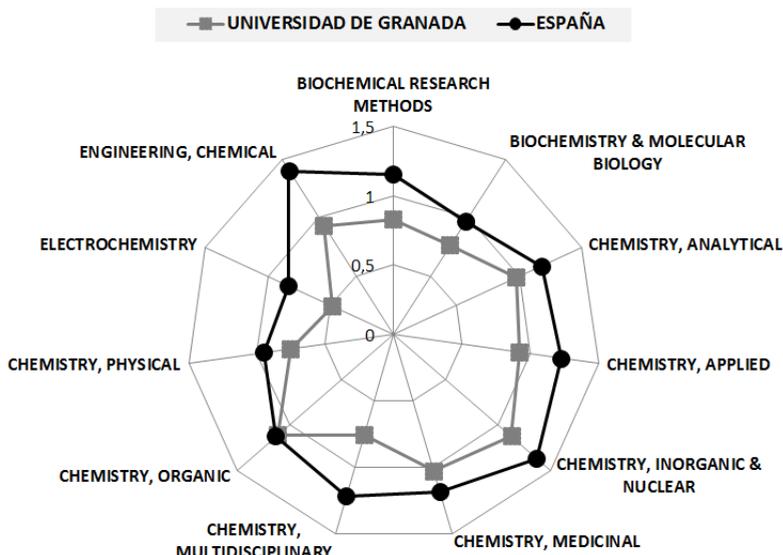


Fig. 3.—Comparativa de Granada respecto a España para el índice de Crown. El valor 1 representa la media mundial.

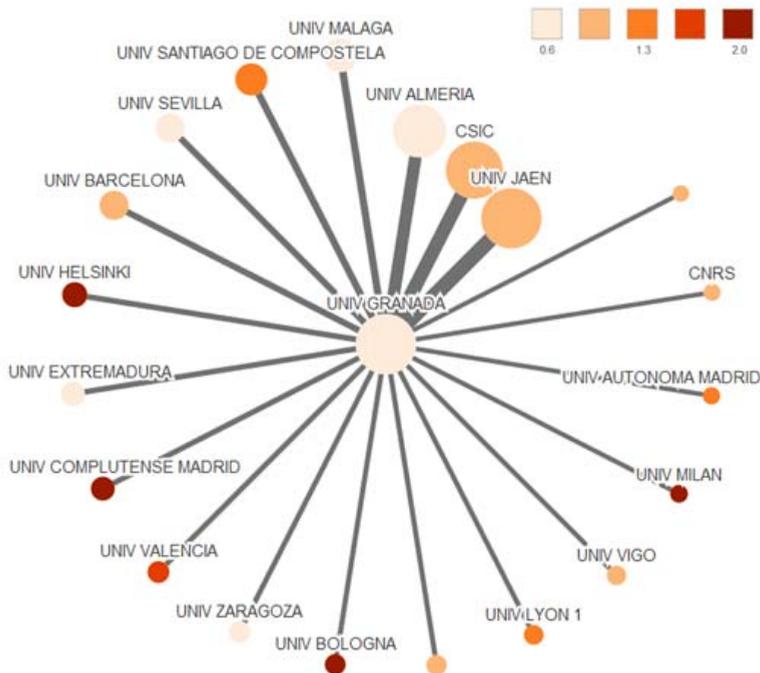


Fig. 4.—Red de colaboración de Granada en el campo de la Química. La distancia es inversamente proporcional a la colaboración. El color señala el nivel de impacto normalizado.

versidades de Almería y Málaga y muy cerca también Sevilla. A esto hay que sumar el CSIC, cuyo perfil químico en el caso de Granada, dada la presencia de la Estación Experimental del Zaidín, explica su importancia. Las restantes universidades presentan tasas de colaboración muy inferiores. En esta misma figura podemos observar igualmente que la colaboración con las universidades de Helsinki, Complutense, Bolonia y Milán, aunque no muy numerosas son las que resultan más favorables desde el punto de vista del impacto obtenido.

## Conclusiones

No es fácil sintetizar una historia tan larga y con tantas alternativas en unas pocas frases. Quizá los hechos más relevantes sean la integración y la normalización; la investigación en Química en la Universidad de Granada es hoy por supuesto homologable internacionalmente tanto en su volumen como en sus promedios e interconexión con otras instituciones académicas, pero, al mismo tiempo, también es cierto que su posición en relación con la de nuestra universidad en otros campos no es la que cabría esperar, dado que en su momento era la especialidad que acumulaba con diferencia la primera posición por producción, y en las últimas décadas ha ido perdiendo peso relativo, quedando por debajo de 1 (0,7) en el índice de especialización; mientras que en las cifras de impacto queda ubicada en la zona media, destacando especialmente en este aspecto las especialidades de Química Orgánica e Inorgánica.

## Bibliografía

- Basulto, J., Franco, L., Solís, F. M. y Velasco, F. (1995), *Producción científica en Andalucía en las bases de datos ISI: 1990-1993*, Plan Andaluz de Investigación, Cádiz.
- Basulto, J., Solís, F. M. y Velasco, F. (1998), *Producción científica en Andalucía (1994-1997) en la base de datos SCI del ISI*, Consejería de Educación y Ciencia, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Cano Pavón, J. M., “La investigación química en Granada en el siglo actual (1900-1975)”, *Dynamis*, vol. 16, 1996, págs. 317-673.
- García López, J. A., “Difusión científica de la Facultad de Farmacia de Granada. Estudio bibliométrico de “Ars Pharmaceutica” en su primera época: 1960-1993”, *Ars Pharmaceutica*, vol. 38, 1997, págs. 27-37.
- Jiménez Contreras, E., “Publishing abroad: Fair trade or short sell for non-english-speaking authors? A spanish study”, *Scientometrics*, vol. 36, 1996, págs. 81-95.
- Jiménez Contreras, E. (1997), *Universidad de Granada: 1975-1987 la transición científica: un estudio sobre la difusión internacional de la literatura científica granadina*, Editorial de la Universidad de Granada, Granada.
- Moya-Anegón, F., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., Vargas-Quesada, B., Muñoz-Fernández, F. y Herrero-Solana, V., “Análisis de dominio institucional: la producción científica de la Universidad de Granada (SCI 1991-99)”, *Revista española de Documentación Científica*, vol. 28, 2005, págs. 170-195.

- Navarrete Cortes, J. (2003), *Producción científica de las universidades andaluzas (1991-1999): un análisis bibliométrico*, Universidad de Granada, Granada.
- Price, D. J. de Solla. (1963), *Little science, big science*, Columbia University Press, New York.
- Rodríguez Pantoja, M. (1996), *Historia de la Universidad en Andalucía*, Junta de Andalucía. Sevilla.
- Rodríguez Pantoja, M. (1999), *Historia de la Investigación en Andalucía*, Junta de Andalucía, Málaga.

