

¿QUÉ TEXTOS USAMOS PARA LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA GENERAL UNIVERSITARIA? UN ESTUDIO MULTIFOCAL

**Lorena Peralta, Paulina I. Hidalgo, Claudio A. Jiménez, Antonio Buljan, Eduardo Pereira,
Adelio R. Matamala, Susana A. Sánchez, Patricio Flores-Morales***

*CREA-Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Edmundo Larenas 129,
Concepción, Chile.*

E-mail: patricio.flores@udec.cl

Resumen

Los textos de Química General son un material de apoyo indispensable para la enseñanza-aprendizaje de la Química en los primeros años de universidad; por un lado, los docentes los utilizan para preparar clases, construir instrumentos de evaluación o consultar algún contenido y, por otro, los estudiantes los utilizan para complementar las clases, preparar una evaluación o resolver ejercicios, en cualquier carrera del área científica o tecnológica.

La elección del libro depende de diversas variables (disponibilidad en bibliotecas, preferencias del docente, preferencias del estudiante, etc.), pero no se tiene información de un estudio que, a la fecha, dé cuenta de estas variables para los textos de Química General de primer año. Este estudio recopila información de distintas fuentes acerca de estos textos en relación a: disponibilidad en las principales universidades del mundo, ranking en páginas de venta de libros y opiniones de usuarios, expertos o docentes con experiencia en la enseñanza de la Química. Este estudio muestra que los libros más recurrentes para la enseñanza-aprendizaje de esta ciencia corresponden a los autores: R. Chang, T. L. Brown, y R. H. Petrucci. Sin embargo, nuevos libros se están convirtiendo en alternativas que hay que considerar junto con las anteriores.

Palabras clave: CREA-Química, textos de Química General, enseñanza universitaria

Introducción

La elección que una universidad realiza del libro guía para la enseñanza de la Química, normalmente corresponde al que en función de sus parámetros de estudio es el más apropiado para el proceso de enseñanza-aprendizaje. La diversidad de textos y autores para la enseñanza de la Química General (QG) presenta distintas aproximaciones. Esto deviene en que puedan tener diferentes grados de profundidad, por ende, estar enfocados a una gama diversa de público. Incluso más; es posible identificar textos que enseñan mejor el concepto de: mol [1], enlace covalente [2], tabla periódica [3], selección de preguntas y problemas al final de cada capítulo [4], por citar algunos ejemplos.

Diseñar un estudio para identificar el libro más adecuado, es una tarea que involucra muchos parámetros subjetivos difíciles de cuantificar. Sin embargo, es posible hacer un estudio comparando diferentes fuentes de información disponibles que muestren los libros más utilizados en la enseñanza de la Química.

CREA-Química UdeC (Centro de Recursos para la Enseñanza-Aprendizaje de la **Química**, Universidad de Concepción) es una iniciativa de la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ) financiada por el Ministerio de Educación de Chile. Su misión es desarrollar herramientas para la enseñanza efectiva de la Química a nivel de primer año. En este artículo se presentan los resultados de un estudio en el cual se comparan diferentes fuentes de información respecto a los libros de Química. Para ello, CREA-Química UdeC recopiló información de diferentes fuentes: a) el número de textos de Química General presentes en las bibliotecas de Universidades seleccionadas, b) los libros más vendidos en el sitio web *amazon.com*, c) una encuesta de opinión aplicada a docentes de la FCQ con

Enseñanza de Química como base para otras carreras

años de experiencia en la enseñanza de la Química y d) opiniones de docentes de otras universidades que hacen comentarios en redes sociales y páginas de libre acceso.

Con este estudio se espera dar una visión panorámica acerca de cuáles son los textos que hoy en día se usan para enseñar Química General a nivel universitario en las universidades de estándares mundiales.

Métodos

La descripción metodológica que se presenta a continuación, considera los siguientes criterios de recopilación de información: (i) presencia de libros de QG en las bibliotecas de las 10 universidades internacionales más prestigiosas según ranking QS [5], (ii) presencia de libros de QG en las bibliotecas de las 12 universidades latinoamericanas más renombradas según ranking QS [5], (iii) ranking de los libros más vendidos en el sitio web *amazon.com* y (iv) opiniones de usuarios y docentes de QG.

(i) Presencia de libros de Química General en Bibliotecas de Universidades Internacionales. La primera fuente para este estudio fueron las bibliotecas de las 10 universidades mejor evaluadas a nivel mundial en el reporte 2014-2015 del ranking QS [5]. En este reporte las 10 primeras universidades son las siguientes:

- 1) Massachusetts Institute of Technology, USA.
- 2) University of Cambridge, UK.
- 3) Imperial College London, UK.
- 4) Harvard University, USA.
- 5) University of Oxford, UK.
- 6) University College London, UK.
- 7) Stanford University, USA.
- 8) California Institute of Technology, USA.
- 9) Princeton University, USA.
- 10) Yale University, USA.

Se accedió al catálogo en línea de las bibliotecas de cada una de las instituciones seleccionadas. Para la selección de los libros se utilizaron 3 criterios de búsqueda: 1) palabra «chemistry» en el título; 2) textos disponibles en forma impresa y 3) ediciones desde el año 2000. Posteriormente, se utilizó un filtro que consideró solo aquellos textos que aparecieran en al menos 4 de las 10 universidades enumeradas anteriormente. La búsqueda dio como resultado 30 libros; si el texto se encontraba en la biblioteca de la universidad, se le otorgó el valor uno (1) y en caso contrario, se le otorgó el valor cero (0).

(ii) Presencia de libros de Química General en Bibliotecas de Universidades Latinoamericanas. A nivel latinoamericano, también se utilizó el ranking QS 2014-2015 [5], aplicando los mismos 3 criterios utilizado para las universidades internacionales. Posteriormente, se utilizó un filtro que consideró los textos que aparecieran en por los menos 2 de las 12 universidades enumeradas anteriormente. Este último criterio difiere del utilizado en las universidades internacionales, debido a que en 6 de las 12 universidades del ranking, el idioma oficial es el portugués, mientras que en las 6 restantes se utiliza el español. De acuerdo al reporte, las 12 primeras Universidades (se extendió el ranking para incluir a la Universidad de Concepción a modo de comparación) Latinoamericanas son:

- 1) Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.
- 2) Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- 3) Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- 4) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

- 5) Universidad de Los Andes, Colombia.
- 6) Universidad de Chile, Chile.
- 7) Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México.
- 8) Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- 9) Universidade Estadual Paulista, Brasil.
- 10) Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.
- 11) Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Brasil.
- 12) Universidad de Concepción, Chile.

(iii) Ranking de libros más vendidos. En este caso, las páginas de ventas elegidas fueron las más populares en cuanto a venta de libros, nuevos y usados.

- *Ranking Amazon™.* Siendo, probablemente, el sitio en internet más popular en venta de libros, *amazon.com* [6] realiza un ranking de los *Top 20* más vendidos en Química [7]. En este caso, el ranking no diferencia áreas específicas de la Química, por lo que esta lista de 20 libros se redujo a 4 libros utilizando los mismos criterios de la sección **(i)**, es decir, libros que contuvieran la(s) palabra(s) «Chemistry», «General Chemistry» o «Principles/Fundamentals of Chemistry».

(iv) Opiniones de usuarios y docentes de Química General.

- *Opinión de usuarios en Goodreads.com.* La página *goodreads.com* [8] recoge la opinión de los usuarios que comparten, comentan o compran libros en distintas páginas o librerías. La página posee una sección llamada *Popular Chemistry Books*, y fue la que se tomó como referencia para esta búsqueda bibliográfica.

- *Profesores ligados a la QG internacional.* La opinión de docentes y expertos en la enseñanza de la QG de universidades internacionales, fue obtenida desde redes sociales y páginas de libre acceso que estos profesionales poseen.

- *Profesores de la Facultad de Química de la Universidad de Concepción, Chile.* La opinión de los docentes de esta Facultad, que impartieron o imparten cursos de QG, fue recopilada mediante una encuesta con las siguientes preguntas:

- 1) ¿Qué libro(s) de Química General utiliza o ha utilizado habitualmente?
- 2) ¿Qué texto considera más apropiado para el estudiante?
- 3) ¿Qué texto considera más apropiado para el académico?
- 4) ¿Qué criterios utiliza para elegir el texto que usará para el curso?
- 5) En su opinión y experiencia, ¿qué texto recomendaría para Química General? (aunque no esté en las listas anteriores)

En todas las preguntas los académicos tenían la opción de marcar más de una alternativa. La muestra poblacional fue de 17 docentes, incluido los miembros del equipo CREA-Química UdeC.

Resultados y discusión

(i) Presencia de libros de Química General en Bibliotecas de Universidades Internacionales. La **Tabla 1** muestra los resultados obtenidos luego de aplicar los criterios de selección descritos en la metodología para las 10 universidades internacionales del ranking QS. En esta Tabla los dígitos uno (1) y cero (0) indican presencia y ausencia del texto en la biblioteca, respectivamente. En la **Tabla 1** se pueden observar los 8 textos que más se repiten. Tomando como criterio una cuantificación de

Enseñanza de Química como base para otras carreras

valores sobre 5, los 3 textos que tienen más ejemplares disponibles en las bibliotecas de estas universidades son:

- 1^{ro} *Chemistry; The Central Science*, de T. L. Brown, H. E. LeMay, B. E. Bursten y J. R. Burdge (puntaje=8),
- 2^{do} *Chemical Principles; The Quest for Insights*, de P. Atkins y L. Jones (puntaje=7),
- 3^{ro} *Chemistry*, de R. Chang (puntaje=6).

Tabla 1: Cuantificación para de textos de Química General en universidades internacionales top del ranking QS.

Ranking QS	Universidad	Textos en Biblioteca							
		Atkins	Brown	Chang	Petrucci	Simon	Spencer	Tro	Zumdahl
1	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	0	1	1	0	1	1	0	0
2	University of Cambridge	1	1	1	0	1	1	0	1
3	Imperial College London	1	1	1	1	0	0	1	1
4	Harvard University	1	1	0	1	1	0	0	0
5	University of Oxford	0	1	1	0	0	0	1	1
6	University College London	1	0	1	0	0	0	1	0
7	Stanford University	1	1	0	0	1	1	1	1
8	California Institute of Technology (Caltech)	1	0	0	0	0	0	0	1
9	Princeton University	1	1	1	1	0	1	1	0
10	Yale University	0	1	0	1	0	0	0	0
Total		7	8	6	4	4	4	5	5

(ii) Presencia de libros de Química General en Bibliotecas de Universidades Latinoamericanas

La **Tabla 2** muestra la cuantificación realizada de textos presentes en las 12 bibliotecas latinoamericanas seleccionadas del Ranking QS. Una vez aplicados los criterios establecidos, los 7 textos que destacaron fueron¹: P. Atkins, T. L. Brown, R. Chang, R. Feltre, J. E. McMurry, R. H. Petrucci y S. S. Zumdahl.

Tabla 2: Cuantificación de textos de Química General en universidades latinoamericanas top del ranking QS.

Ranking QS	Universidad	Textos en Biblioteca							
		Atkins	Brown	Chang	Feltre	McMurry	Petrucci	Zumdahl	
1	Pontificia Universidad Católica de Chile	0	1	1	0	0	1	0	
2	Universidad de Sao Paulo	0	1	1	1	1	0	1	
3	Universidad Estadual de Campinas	1	0	1	1	0	0	0	
4	Universidad Federal do Rio de Janeiro	1	1	0	1	0	0	0	
5	Universidad de Los Andes	1	1	1	0	0	0	0	
6	Universidad de Chile	1	1	1	0	0	0	0	
7	Inst. Tecnológico y Est. Superiores Monterrey	0	1	1	0	0	1	0	
8	Universidad Nacional Autónoma de México	0	0	1	0	1	1	0	
9	UNESP	0	0	1	1	0	0	1	
10	Universidad Federal de Minas Gerais	1	1	0	1	0	0	0	
11	Universidad Federal do Rio Grande do Sul	0	0	0	1	0	0	0	
12	Universidad de Concepción	0	1	1	0	0	1	0	
Total		5	8	9	6	2	4	2	

Restringiendo la lista a los tres que más puntaje obtuvieron dentro del catálogo de las bibliotecas de las universidades latinoamericanas, tenemos:

- 1^{ro} *Química*, de R. Chang (puntaje=9)
- 2^{do} *Química; La Ciencia Central*, de T. L. Brown y colaboradores (puntaje=8),
- 3^{ro} *Química; Química General*, (puntaje=6), de Ricardo Feltre (idioma portugués)²

La comparación entre las **Tablas 1** y **2** muestra que los libros comunes en las universidades de importancia mundial son: P. Atkins, T. L. Brown, R. Chang, R. H. Petrucci y S. S. Zumdahl.

¹ Por claridad, solo se ha escrito el apellido del primer autor, en orden alfabético

² Este resultado es consistente con el hecho de que 6 de las 12 universidades latinoamericanas seleccionadas son brasileñas

(iii) **Ranking de libros más vendidos.** Amazon.com ha sido desde su fundación en 1994, el sitio más popular en venta de libros a través de internet. Amazon realiza un ranking de los 20 libros más vendidos en el área de la Química y, entre ellos, 4 corresponden a libros de QG. La **Tabla 3** muestra los libros y la posición que ellos ocupan en esta lista. El ranking presenta variaciones, de modo que el resultado que se muestra en la **Tabla 3** corresponde a la fecha y hora señalada en la bibliografía [7].

Tabla 3. Ranking de los 20 libros más vendidos en Química por la página Amazon.com

Libro	Autores	Ranking
Chemistry: A Molecular Approach (3rd edition)	N. J. Tro	4
Chemistry: The Central Science (13th edition)	T. E. Brown, E. H. LeMay, B. E. Bursten, C. Murphy, P. Woodward, M. E. Stoltzfus	5
Chemistry: The Central Science (12th edition)	T. E. Brown, E. H. LeMay, B. E. Bursten, C. Murphy, P. Woodward	14
Chemistry: A Molecular Approach Plus Mastering Chemistry with eText -- Access Card Package (3rd Edition)	N. J. Tro	15

El libro *Chemistry; The Central Science (13th edition)* del autor T. L. Brown y colaboradores, se repite con 2 ediciones (ranking 5 y 14), pero aparece el autor Nibaldo. J. Tro (no presente en las **Tablas 1 y 2**) con dos ediciones (ranking 4 y 15). Es posible inferir de este resultado que si bien en los países de habla inglesa los usuarios prefieren el texto de T.L. Brown, el texto de N. J. Tro está tomando un lugar importante entre los compradores de textos de Química. Esta tendencia se refleja en el estudio de la presencia en bibliotecas de universidades internacionales (**Tabla 1**).

(iv) **Opiniones de usuarios y docentes de Química General.**

- *Opinión de usuarios en Goodreads.com.* La **Figura 1** muestra la valoración que los usuarios de *goodreads.com* [8] otorgan a los *top 10* libros de QG. El ranking está basado en la calificación por estrellas (común en el área de las artes visuales); 5 estrellas indica la valoración máxima y 1 estrella indica la mínima.

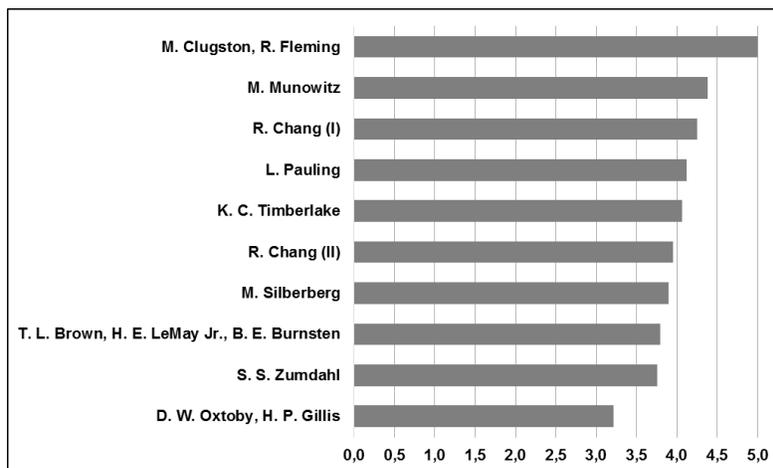


Figura 1. Top 10 libros más populares en Química General según valoración de los usuarios en la página *goodreads.com*. Las barras indican la cantidad de estrellas otorgadas por los usuarios de esta página.

De acuerdo a esta medición popular, los usuarios de *goodreads.com* otorgan la mayor valoración en estrellas al texto *Advanced Chemistry*, de Michael Clugston (**Figura 1**). Le sigue Michael Munowitz con el libro *Principles of Chemistry. Essentials Chemistry*, de Raymond Chang (I), obtiene el tercer

Enseñanza de Química como base para otras carreras

lugar, Linus Pauling con *General Chemistry*, obtiene el cuarto lugar, y Karen C. Timberlake con *Chemistry; An Introduction to General, Organic, and Biological Chemistry*, se ubica en el quinto puesto. Luego aparecen los libros de otros autores que comienzan a ser recurrentes en este estudio: R. Chang (II, *Chemistry*), T. L. Brown (*Chemistry; The Central Science*) y S. S. Zumdahl (*Chemical Principles*).

Usando este método de búsqueda, los dos textos de mayor puntuación (M. Clugston y R. Fleming, M. Munowitz; y D. W. Oxtoby y H. P. Gillis) no aparecen en las revisiones anteriores. Por otro lado, cabe destacar que los libros de Linus Pauling (cuya edición más consultada es de 1988), y K. C. Timberlake son muy apreciados por estos usuarios.

- *Profesores ligados a la Química General internacional.* El resultado de las opiniones de docentes y profesionales de la enseñanza de la Química de distintas universidades internacionales (ver métodos), se muestra en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Libros más mencionados por profesionales ligados a la enseñanza de la Química.

Libro	Autores
Chemistry	R. Chang
Chemistry: Principles and Reactions	W. L. Masterton
Basic Chemistry	K. C. Timberlake
Chemistry ³ : Introducing inorganic, organic and physical chemistry	A. Burrows, A. Parsons, G. Price, G. Pilling, J. Holman.
Chemistry: The Central Science	T. E. Brown, E. H. LeMay, B. E. Bursten, C. Murphy, P. Woodward, M. E. Stoltzfus
General Chemistry	D. A. McQuarrie, P. A. Rock, E. B. Gallogly
Chemistry: A General Chemistry Project of the American Chemical Society	The American Chemical Society
Chemical Principles	P. W. Atkins, L. Jones
Essentials of Chemistry	R. Chang
General Chemistry: Principles and Modern Applications	R. H. Petrucci, F. G. Herring, J. D. Madura, C. Bissonnette
Chemical structure and reactivity: an integrated approach	J. Keeler, P. Wothers

Esta tabla solo presenta una recopilación cualitativa de la opinión de los expertos. Se observa que los textos de los autores R. Chang, K. C. Timberlake, T. E. Brown, P. W. Atkins y R. H. Petrucci aparecen nuevamente. Además, se observa la presencia de otros textos muy valorados por los docentes, y que si bien no aparecen en los rankings consultados, pueden ser una alternativa a los textos clásicos de QG. Por otro lado, existe coincidencia entre los expertos que la enseñanza de la Química universitaria se debe realizar con más de un libro, incluso con textos diferentes dependiendo del capítulo o unidad.

- *Opiniones de Docentes de QG UdeC.* La **Figura 2** muestra los resultados de la encuesta realizada a los académicos de la Facultad de Ciencias Químicas (FCS) de la UdeC, respecto a los textos que utilizan para la enseñanza-aprendizaje de la QG.

Enseñanza de Química como base para otras carreras

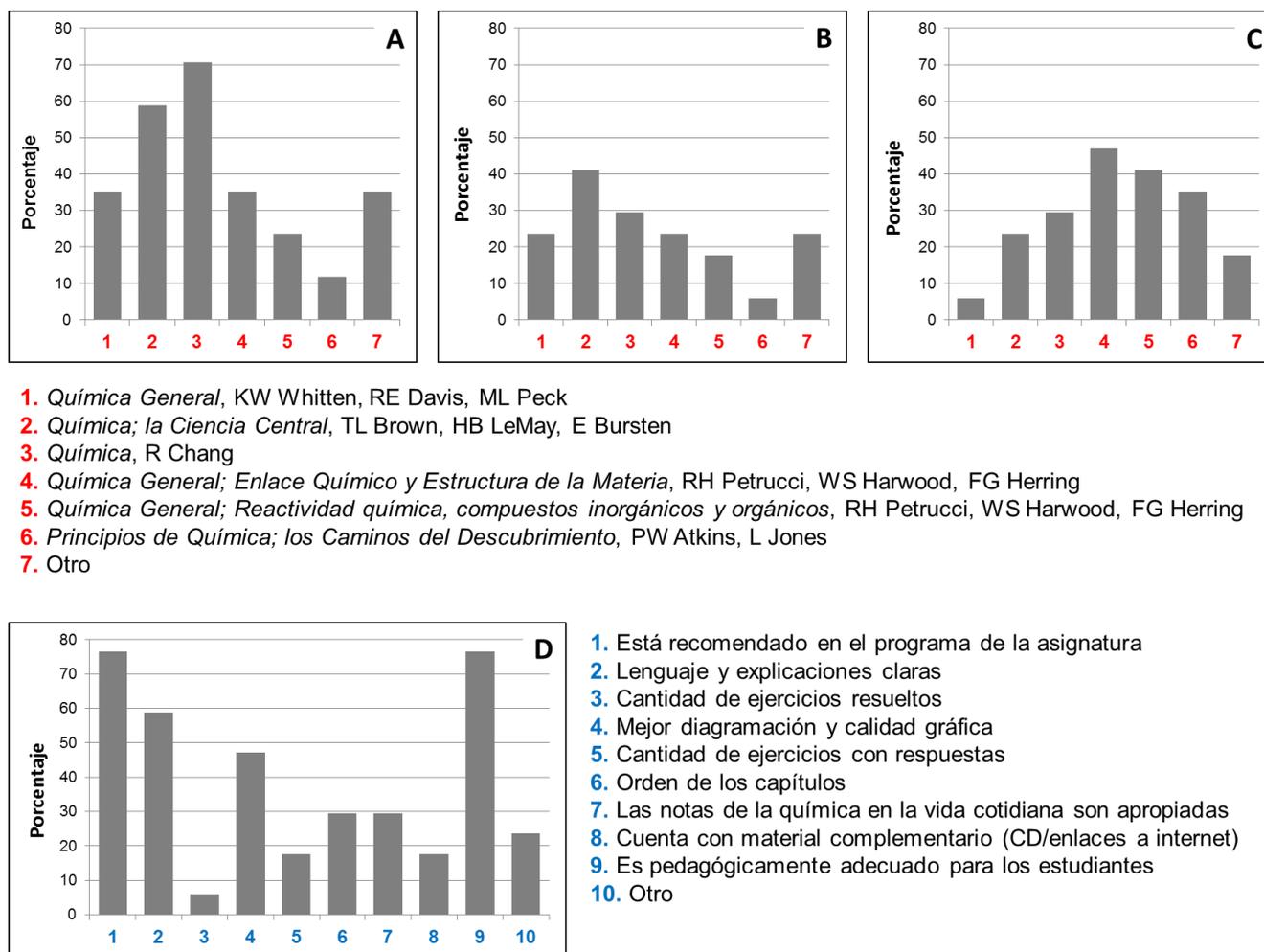


Figura 2. Resultados de la encuesta hecha a los docentes de QG de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Concepción (Chile): Texto que utilizan habitualmente, **A**; libro que considera más apropiado para el estudiante, **B**; libro que considera más apropiado para el académico, **C**; y criterios para elegir el texto utilizado, **D**.

Ante la pregunta *¿qué libro(s) de QG utiliza o ha utilizado habitualmente?*, la respuesta (**Figura 2A**) muestra que el 70.59% de los académicos se inclinan por el libro de R. Chang, *Química*, el 58.82% por *Química; la Ciencia Central*, de T. L. Brown y colaboradores, y en un tercer lugar, y con igual porcentaje (35.29%) por los libros, *Química General* de K. W. Whitten y colaboradores, y *Química General; Enlace Químico y Estructura de la Materia*, de R.H. Petrucci y colaboradores.

Para la pregunta *¿qué texto considera más apropiado para el estudiante?*, la **Figura 2B** muestra que *Química; la Ciencia Central*, de T. L. Brown y colaboradores, reúne las preferencias de los docentes con un 41.18%. En segundo lugar de preferencia se ubica *Química*, de R. Chang, con un 29.41%, y en el tercer lugar, con un 23.53%, están los libros *Química General*, de K. W. Whitten y colaboradores, y *Química General; Enlace Químico y Estructura de la Materia*, de R.H. Petrucci y colaboradores.

La **Figura 2C** muestra la respuesta de los académicos ante la pregunta *¿qué texto considera más apropiado para el académico?*, los profesores de la FCS se inclinan en un 47.06% por *Química General; Enlace Químico y Estructura de la Materia*, de R.H. Petrucci y colaboradores. Le siguen

Enseñanza de Química como base para otras carreras

Química General; Reactividad Química, compuestos Inorgánicos y Orgánicos, de los mismos autores, y *Principios de Química: los caminos del descubrimiento*, de P.W. Atkins y L. Jones.

La alternativa *Otro* para estas tres preguntas recopiló tres libros apreciados por los docentes y que no se encontraban en la lista entregada, estos son: *Química; la Ciencia Básica* de M. D. Reboiras, *Principios de Química General*, de M. Silberberg, *Química General*, de F. Santamaría, y *Química; Curso Universitario* de B. M. Mahan y R. J. Myers.

La **Figura 2D** muestra los resultados a la pregunta *¿qué criterios utiliza para elegir el texto que usará para el curso?* Las respuestas que obtienen el mayor porcentaje (76.47%) son: *libros recomendados en el programa de la asignatura y pedagógicamente adecuados para los estudiantes*. Además, 58.82% de los encuestados opina que elige el texto porque tiene *lenguaje y explicaciones claras*, un aspecto que ellos valoran bastante. Respecto a la opción *Mejor diagramación y calidad gráfica (dibujos y esquemas)*, 47.06% de los académicos consideran el aspecto visual un factor importante.

Se puede ver que los textos de *Química General* de R. Chang, T. L. Brown y R. H. Petrucci, son muy utilizados por nuestros docentes, en sintonía con los resultados encontrados en las secciones anteriores. Se observa, además, que el libro escrito por K. W. Whitten y colaboradores, también es apreciado por los docentes de la FCS como un texto tanto para el profesor como para el estudiante.

Conclusiones

Una comparación entre las 10 mejores universidades del ranking QS a nivel mundial, y las 12 mejores universidades del ranking QS a nivel Latinoamericano, indicó que en la mayoría de las universidades se encuentran disponibles los textos: *Química*, de R. Chang y *Química; La Ciencia Central*, de T. L. Brown, E. H. LeMay y B. E. Bruستن. Los libros más vendidos en *amazon.com* corresponden a *Chemistry; A Molecular Approach*, de N. J. Tro, y *Chemistry; The Central Science*, de T. E. Brown y col. Los usuarios consultados en *goodreads.com* coinciden con los textos anteriores, pero también proponen otros menos conocidos.

Las opiniones de los docentes arrojan conclusiones interesantes. Los docentes nacionales e internacionales coinciden en que los libros de R. Chang, T. L. Brown y col., R.H. Petrucci y col., son excelentes textos para la enseñanza-aprendizaje de la Química, tanto para docentes como para estudiantes. Sin embargo, no son los únicos y recomiendan otros textos menos conocidos que podrían ser de igual relevancia. Además, una opinión generalizada entre los docentes, es la importancia que tiene para ellos el uso de varios textos para la preparación de las clases. Esta metodología contribuiría a entregar diferentes puntos de vista sobre un determinado tópico, facilitando así el proceso de aprendizaje en los alumnos. Los docentes también coinciden en que no necesariamente el libro que es bueno para el profesor, lo es también para el estudiante.

Finalmente, es importante notar que la novedad de este trabajo no es el hecho de que las fuentes de información coincidan en algunos libros sino, justamente, el nombre de los libros que arroja el estudio. No es una sorpresa que las fuentes coincidan en algunos títulos, ya que existe una relación entre ellas. Claramente, los libros presentes en las bibliotecas de las Universidades, responden a la solicitud de las unidades académicas que lo requieren como libro guía. De la misma forma, los libros más vendidos responden a una necesidad de los usuarios que está conectada directamente con lo que las universidades solicitan a sus alumnos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Educación (MINEDUC, Chile), a la Universidad de Concepción, a través del proyecto UCO-1403 (CREA-Química) y a los docentes nacionales e internacionales que participaron en este estudio. PFM agradece al proyecto UCO-1204.

Bibliografía

- [1] J. R. Staver, A. T. Lumpe, *Journal of Research in Science Teaching*, **1993**, 30, 321–337.
- [2] M. Niaz, *International Journal of Science Education*, **2001**, 23, 623-641.
- [3] A. Brito, M. A. Rodríguez, M. Niaz, *Journal of Research in Science Teaching*, **2005**, 42, 84–111.
- [4] K. Dávila, V. Talanquer, *Journal of Chemical Education*, **2010**, 87, 97–101.
- [5] <http://www.topuniversities.com/subject-rankings/2015> visitado el 15 de mayo de 2015
- [6] <https://www.amazon.com/gp/gw/ajax/s.html/175-3871580-7615200>
- [7] <http://www.amazon.com/Best-Sellers-Books-Chemistry/zgbs/books/13570> visitado el 5 de agosto de 2015 17.56 horas
- [8] <https://www.goodreads.com/shelf/show/chemistry> visitado el 5 de agosto de 2015 17.00 horas