

CIENCIA E IMAGINOLOGIA: ANALISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACION RADIOLOGICA

Dr. Mauricio Canals L^(1,2,3).

1. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago-Chile.
2. Departamento de Imagenología. Fundación Arturo López Pérez, Santiago-Chile.
3. Departamento de Imágenes Médicas. Clínica Bellolio, Chile.

Science and imaginology: A quantitative analysis of radiologic research

Abstract: Having in mind the general hypothesis that, on one hand, the specialty of Imaginology carries out an effective scientific work, and on the other hand, that Revista Chilena de Radiología constitutes the Chilean Radiologists research outcomes publication, the objective of this study was to characterize the scientific production as well as to assess its national and international impact factor from a quantitative point of view. Two hundred and seventy-seven journal articles published between 1995 and 2007 were reviewed and characterized to determine the national impact factor from 2002 to 2007, while international impact index of one hundred authors of above mentioned articles was also established. Our findings are indicative of main emphasis placed on Literature Reviews and Case Reports. This study proved that Original Articles are a minority, with occasionally clearly formulated hypothesis. Only a 47% of the articles applied more sophisticated statistics tools than mere percentages. We have a low impact factor among national and international peers as well. Only 8% of the international studies conducted were headed by a Radiologist. Nevertheless, our inquiry revealed that, in general terms, our target audience considers our Journal contents as appropriate. Finally, we analyze and discuss our current reality in the frame of scientific production and publication.

Keywords: Imaginology, Research, Science.

Resumen: Trabajando con las hipótesis generales: la especialidad de imaginología desarrolla actividad científica efectiva y la Revista Chilena de Radiología

Canals M. Ciencia e imaginología: Análisis cuantitativo de la investigación radiológica. Rev Chil Radiol 2008; 14: 221-226.

Correspondencia: Dr. Mauricio Canals L. mcanals@uchile.cl

Trabajo recibido el 22 de abril de 2008, aceptado para publicación el 11 de noviembre de 2008.

representa la investigación de los radiólogos chilenos, el objetivo del estudio fue caracterizar la producción científica y estimar su impacto a nivel nacional e internacional, desde una perspectiva cuantitativa. Se caracterizaron 277 artículos de la revista 1995-2007, estudiando el impacto nacional 2002-2007 y el internacional de 100 radiólogos primeros autores de los artículos. Los resultados indican que nuestra actividad científica consiste fundamentalmente en revisión de literatura y reportes de casos; en trabajos científicos usamos pocos casos, planteando sólo ocasionalmente hipótesis. En un 47% usamos alguna estadística más allá de porcentajes. Tenemos bajo impacto entre colegas y a nivel internacional. De los reportes internacionales, 8% fueron liderados por radiólogos. Sin embargo, las encuestas de usuarios de nuestra revista muestran que nos gusta lo que hacemos. Discutimos las posibles causas en el contexto del quehacer científico.

Palabras clave: Ciencia, Investigación, Imaginología.

Introducción

Recientemente se ha publicado en la Revista Chilena de Radiología encuestas de análisis de opinión de los radiólogos en relación al contenido de la revista^(1,2). En ésta se muestra que los radiólogos rara vez publican en otras revistas, y que nuestra revista representa alrededor del 82% de la contribución de nuestros especialistas al conocimiento de la imaginología. Además se muestra un alto porcentaje de satisfacción de los usuarios. Este quehacer, que consiste fundamentalmente en casos de desafío diagnóstico, reportes de casos, trabajos originales y trabajos de revisión, es la expresión final de nuestra actividad científica. Se ha propuesto que se requiere una oferta de trabajos científicos sólidos y que dentro de los desafíos futuros de gran parte de las revistas de las sociedades científicas se encuentra lograr un impacto a nivel local y posicionarse en el concierto mundial⁽³⁾. Es decir, se propone hacer ciencia y difundirla. La ciencia se puede definir como la búsqueda crítica del conocimiento, estableciendo patrones o leyes en ideas, naturaleza o sociedad⁽⁴⁾ y

clásicamente se divide en ciencia básica, entendida como la búsqueda desinteresada de conocimiento, y ciencia aplicada. Esta última es la búsqueda de conocimiento de posible aplicación práctica, como el caso de la investigación médica^(4,5). Surgen entonces las preguntas ¿estamos haciendo ciencia los radiólogos? y ¿cuál es el impacto de nuestro trabajo?

Trabajando con las hipótesis generales que en la especialidad de imaginología se desarrolla una actividad científica efectiva y que la Revista Chilena de Radiología, órgano oficial de la Sociedad Chilena de Radiología, representa bien la investigación de los radiólogos de Chile, el objetivo de este estudio es caracterizar dicha producción científica y estimar el impacto de éste a nivel nacional e internacional, desde una perspectiva cuantitativa.

Material y métodos

Para caracterizar la producción científica nacional, se analizó el contenido de 39 ejemplares de la Revista Chilena de Radiología (277 artículos), registrando la fecha y clasificando sus artículos de acuerdo al tipo de publicación en casos, artículos docentes, históricos, técnicos, de opinión, revisiones de temas, reportes de experiencia y artículos de investigación. En los reportes de experiencia se determinaron las áreas de interés y el tamaño muestral usado en dicha experiencia. En los artículos de investigación se registró el tamaño muestral, constatando si tenían hipótesis y objetivos y se clasificó el tipo de estadística usada, sin cuestionar si ésta fue adecuada o insuficiente.

Con el objetivo de estudiar el impacto de la investigación imaginológica en el concierto de la investigación nacional se determinó el número de artículos de la Revista Chilena de Radiología que son citados en la misma revista por cada año, entre los años 2002 y 2007, período en el que ya existía una producción suficiente, citable. Se usó un índice de impacto de la siguiente forma:

$$I_i = \frac{a c}{a p_{i-1, i-2}}$$

Donde I_i es el índice de impacto del año "i", ac es el número de artículos citados de la revista y $a p_{i-1, i-2}$ es el número de artículos publicados en la revista en los dos años anteriores. Este índice es una variante del índice de impacto usado habitualmente en las revistas del Science Citation Index (SCI), que considera en el numerador los artículos citados que hayan sido publicados en cualquier revista, pero en los dos años anteriores ($ac_{i-1, i-2}$).

Con el objetivo de estudiar el impacto de la investigación radiológica en el concierto de la investigación internacional, se escogieron al azar 100 radiólogos de entre todos los primeros autores de los artículos

revisados y se estudiaron las siguientes variables: número total de publicaciones, publicaciones por año, número total de citas, citas por artículo, índice h y proporción de artículos como primer autor en el ISI WEB of Knowledge, editado por el SCI (ISI es la abreviación de Institute of Scientific Information, nombre previo del SCI). El índice h o número de Hirsch es un indicador de impacto personal altamente usado en ciencias. Un investigador tiene un impacto $h = h_o$ si tiene al menos h_o artículos con h_o o más citas. Este índice incorpora dos aspectos en forma implícita: uno es el número de publicaciones y el otro el número de citas. Así para alcanzar un índice $h = 10$ es necesario haber publicado al menos 10 artículos y que cada uno de ellos tenga al menos 10 citas⁽⁶⁾.

Resultados

Caracterización de la producción científica

En la revista, los artículos dominantes son las revisiones de temas (32,5%), los casos de desafío y reportes (14,8 y 15,2% respectivamente) y luego los trabajos de investigación (11,2%). Son también relevantes los reportes de experiencia de alguna técnica o procedimiento (7,6%) y los artículos de opinión (7,9%), revelando el interés gremial (Tabla I).

Tabla I. Tipos de artículos publicados en la Revista Chilena de Radiología entre 1995 y 2007 (muestra de 277 artículos).

Tipo de artículo	Número	Porcentaje
Casos de desafío	41	14,8
Reporte de casos	42	15,2
Historia de la radiología	8	2,9
Artículos docentes	14	5,1
Artículos técnicos	8	2,9
Artículos de opinión	22	7,9
Reportes de experiencia	21	7,6
Revisiones de temas	90	32,5
Investigación	31	11,2
Total	277	100,0

El tamaño muestral promedio de los artículos de experiencia fue 31,73, con un rango entre 5 y 120 casos, y no varió a lo largo de los años (el coeficiente de correlación entre el tamaño muestral y el año de publicación fue $r = -0,130$; $p > 0,05$). Las áreas de mayor interés fueron pediatría 23,8%, mama 19,04%, digestivo 19,04% y pulmón 14,28%. Las técnicas de mayor interés fueron la tomografía axial computada (23,8%) y las técnicas de examen de la mama (23,8%).

El tamaño muestral promedio de los artículos de investigación fue 133,62, con un rango entre 10 y 1018 casos, y no varió a lo largo de los años ($r = -0,176$; $p > 0,05$). Las áreas de mayor interés fueron radiología

digestiva (19,4%), radiología pediátrica (19,4%), radiología osteoarticular, anatomía, tecnología y radiología de mama, cada una con un 9,7%. Sólo un 38,71% tenían una hipótesis explícita o implícita y un 93,55% tenían objetivos explícitos. Llama la atención que en un 52,94% de los trabajos no había ninguna estadística o sólo se describían hechos con porcentajes (Tabla II).

Tabla II. Tipo de estadística realizada en los trabajos de investigación.

Tipo de estadística	Porcentaje
Sin ninguna estadística	8,83
Sólo porcentajes	44,11
Estadística epidemiológica sin intervalos de confianza ni pruebas de hipótesis	17,65
Estadística descriptiva y/o correlacional (sin pruebas de hipótesis)	11,76
Estadística inferencial (con pruebas de hipótesis)	17,65

Impacto nacional

El impacto de los artículos de la revista fue en promedio $0,086 \pm 0,052$ (Tabla III) y el número promedio de artículos de la Revista Chilena de Radiología que se citó cada año en la misma revista es $4,83 \pm 2,92$, entre 2002 y 2007. Mientras la oferta de artículos citables en este período se elevó aproximadamente desde 200 a 300, el número de artículos citados cada año se mantuvo invariante entre 1 y 8 artículos citados/año (Figura 1).

Tabla III. Índice de impacto de artículos de la revista chilena de radiología en la misma revista entre 2002 y 2007.

Año	li
2002	0,125
2003	0,125
2004	0,018
2005	0,071
2006	0,143
2007	0,036

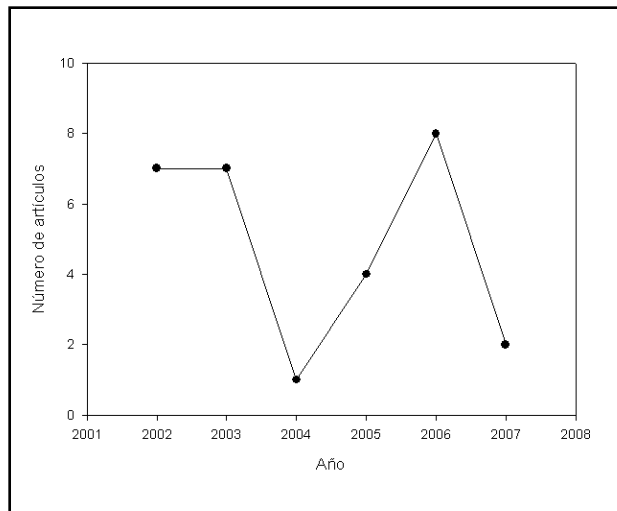


Figura 1. Número de artículos de la Revista Chilena de Radiología, citados en la misma revista en función del año de citación.

Impacto internacional

Los 100 radiólogos estudiados han publicado en total 303 artículos en revistas ISI, con un promedio de alrededor de 3 artículos por radiólogo, pero con una distribución asimétrica donde el 53% de estos autores no registran este tipo de publicaciones. El número promedio de artículos ISI/año es de 0,25 y cada artículo recibe en promedio 1,82 citas (Tabla IV). Llama la atención que de éstos artículos sólo en un 8% un radiólogo es el primer autor. El índice de impacto promedio (h) es bajo: 0,86. La distribución del índice h es muy asimétrica (Figura 2)

Tabla IV. Impacto internacional de 100 radiólogos, primeros autores de artículos, de la revista chilena de radiología escogidos al azar de entre los 277 artículos.

	Rango
Número de artículos	0 - 48,00
Artículos/año	0 - 2,52
Citas/artículo	0 - 19,14
Índice h	0 - 9,00
Proporción de artículos como 1er autor	0 - 1,00

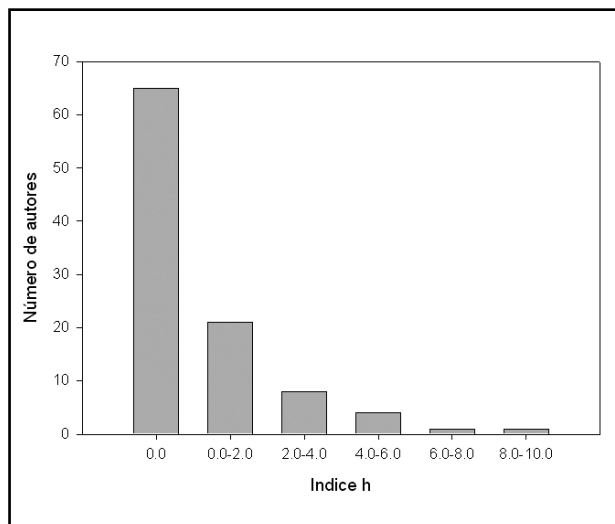


Figura 2. Histograma de frecuencias del índice h, de 100 radiólogos, primeros autores de artículos de la revista chilena de radiología.

Discusión

El presente estudio se centró en tres aspectos de la investigación en radiología, utilizando diferentes fuentes de información: a) caracterización de la producción científica; b) impacto nacional y c) impacto internacional.

Caracterización de la producción científica

La muestra corresponde a 39 números, más del 75% de los números de la revista, que representa a su vez alrededor del 82% de la investigación de los radiólogos(2), por lo que representa adecuadamente la actividad científica de nuestra especialidad. Las actividades más relevantes parecen ser las revisiones de temas, el aporte de los casos de desafío diagnóstico y el reporte de casos de interés revelando el espíritu práctico y de estudio de nuestros especialistas. Sin embargo, los reportes de experiencia en relación a alguna técnica o en referencia a alguna patología especial y los trabajos de investigación, que son los estudios que involucran mayor cantidad de análisis, también son relevantes en la revista constituyendo en conjunto un 18,8%. Se esperaba que a lo largo de los años los tamaños muestrales aumentaran, sin embargo esto no ocurre, manteniéndose el promedio cercano a los 30 pacientes. El número bajo, a veces de 5 casos, podría explicarse por la publicación de experiencias en patología de baja prevalencia, y por tanto pocos casos, o por un apresuramiento en la publicación de las series. El que no aumente el tamaño muestral podría explicarse por la corta historia de la revista, por la falta de seguimiento de las series de casos o por el cambio continuo en los procedimientos o abordajes diagnósticos secundarios al cambio

explosivo que ha tenido nuestra especialidad. En los trabajos de investigación el tamaño muestral promedio no es despreciable, alrededor de 100, pero tampoco muestra evolutividad. Llamamos la atención, eso sí, algunos trabajos con tamaños muestrales de alrededor de 10. Hechos preocupantes son que más de la mitad de éstos trabajos no tienen estadística o tengan sólo una descripción basada en porcentajes (52,9%) y que sólo un 38,71% tenían hipótesis ya que las bases de la investigación científica, sea esta básica o aplicada, son la pregunta, la hipótesis, el diseño experimental, el análisis y la conclusión o toma de decisiones. Así, se detectan debilidades en dos de los aspectos relevantes en toda investigación: la hipótesis y el análisis. Podría argumentarse, que no eran necesarios más descriptores y que bastaba con los porcentajes o una descripción cualitativa de la muestra, sin embargo en la investigación científica esto raramente ocurre, pues en general se pretenden generalizaciones que van más allá de la experiencia local. Es notable que en un 17,65% de los casos se estimen puntualmente parámetros epidemiológicos de gran valor, como sensibilidades, especificidades o razones de verosimilitud, pero no se vaya más allá calculando los intervalos de confianza que permitan inferencias poblacionales, ni se realicen pruebas de hipótesis. Esto podría estar relacionado con la ausencia de hipótesis en muchos trabajos.

Impacto nacional

Una de las formas de medir el impacto de una revista "X" es a través del índice de impacto que se define como el número de citas de la revista X en cualquier revista ISI de dos años sucesivos dividido por el número de artículos publicados en dichos años. En nuestro caso usamos una modificación de este índice considerando en el numerador el número de citas de cualquier artículo de la Revista Chilena de Radiología (publicado en cualquier época), citado en la misma revista. Así no limitamos el estudio a los 2 años sucesivos, que habría disminuido el número de citas, pero restringimos el impacto sólo a la misma revista, basados en que ésta representa más del 80% de la producción científica. En otras palabras, medimos el impacto de los artículos publicados por radiólogos en los mismos radiólogos. Los valores entre 2002 y 2007 fluctúan entre 0,036 y 0,143 lo que es muy bajo, indicando que en promedio un artículo publicado en nuestra revista, recibe menos de una cita (por no decir 0) en la misma revista. Esto es llamativo pues indica que los radiólogos no citamos a nuestros colegas. Esto es corroborado por el hecho que mientras la oferta de artículos citables aumentó aproximadamente desde 200 a 300 artículos entre 2002 y 2007, el número de citas de artículos de la revista por año permaneció invariante entre 1 y 8 (Figura 1).

Impacto internacional

El análisis del impacto internacional se centró en 100 radiólogos, primeros autores de la Revista Chilena de Radiología, ya que la revista no es ISI y no es posible seguir su impacto internacional. Algunos de estos autores muestran publicaciones en revistas ISI. El promedio de estas publicaciones por año es 0,25 y en promedio reciben 1,82 citas por artículo. Llama la atención que la proporción de estos artículos en que el primer autor es un radiólogo es un 8%, indicando que en general los radiólogos realizamos trabajos colaborativos, donde otro especialista lidera la investigación. El índice h promedio de nuestra muestra de autores fue $0,86 \pm 1,65$ (con un intervalo del 95% de confianza: $IC_{0,95} = \{0,54; 1,18\}$), es decir muy bajo, aunque con un rango entre 0 y 9. Se podría decir que en promedio nuestros autores tienen alrededor de 1 artículo con más de 1 cita, aunque la distribución es muy asimétrica con gran cantidad de autores sin publicaciones ISI y con mediana y moda iguales a cero (Figura 2).

Comentario general

Siguiendo a Kuhn⁽⁷⁾ la ciencia en medicina se puede entender como la colección de evidencias en el contexto de una forma de entender como funciona la naturaleza (o paradigma). En su conjunto evoluciona saltando de paradigma en paradigma en la medida que se acumulan evidencias contradictorias. Esta acumulación de evidencias obedece al proceso constante de proposición de explicaciones y causalidades pudiendo ir de lo general a lo particular (deducción) o a la inversa (inducción). El objetivo de la ciencia es captar el orden de los fenómenos para hacerlos comprensibles, dando una explicación racional de ellos, determinando sus causas y haciéndolos pre-
visibles.

Así, la ciencia como búsqueda crítica del conocimiento, estableciendo patrones o leyes que permiten la generalización, es necesaria en la medicina, y en particular en la imaginología. La investigación científica, sea ésta con una aproximación formal, como la lógica y las matemáticas esencialmente deductivas, o factual, como las ciencias empíricas, o sea ésta básica como la biología o aplicada como el caso de la medicina, tiene un método que debiera ser seguido en la forma más rigurosa posible. Para Popper⁽⁸⁾ el método consiste en una confrontación de los datos con una hipótesis, pudiendo ésta ser solamente rechazada y no probada, por lo que en toda investigación científica lo central es la hipótesis, hecho que sólo se verificó en sólo un 38,7% de los trabajos analizados. Así, en el método de Popper, hipotético-deductivo-refutacionista, existe una hipótesis, que cuando es rechazada nos permite proponer nuevas hipótesis (falsificación de la hipótesis). En el método de Popper convergen la deducción y la inducción, estando relacionada la primera

con la generación de hipótesis y la segunda con la refutación. Para este segundo proceso, la refutación, son necesarios métodos rigurosos y eficientes que permitan una adecuada toma de decisiones, donde es relevante la metodología de la inferencia estadística. El método científico, básicamente contiene las siguientes etapas: a) elección del sistema de referencia, b) enunciado del problema (la pregunta), c) planteamiento de la hipótesis y deducción de consecuencias verificables de ella, d) diseño experimental, e) prueba de la hipótesis, y f) interpretación de los resultados, generando nuevas hipótesis. Interesa entonces comparar y mostrar la validez general de las conclusiones, proponiendo ideas desde lo particular a lo general, procedimiento lógico conocido como inferencia inductiva. En ciencia factual, la estadística es la herramienta analítica fundamental, siendo su principal objetivo "la evaluación de la incertidumbre de dichas inferencias inductivas"^(9,10).

La imaginología ha estado históricamente ligada a la ciencia y la tecnología, articulándose en ellas ciencias básicas, aplicadas y tecnología. Siempre, en todo el desarrollo de ella, la pregunta y la hipótesis han sido relevantes. El hacer preguntas, proponer hipótesis y responderlas ha tenido un impacto profundo en el desarrollo de la medicina y en particular de la imaginología. Como ejemplos de estas preguntas brillantes que impactaron directamente en nuestro quehacer se encuentran las siguientes:

¿Es posible descomponer una función en una suma infinita de funciones periódicas? (JBJ Fourier, 1822); ¿Porqué se ennegrecen placas fotográficas a distancia de un tubo de Lennard? (WK Roentgen, 1895); ¿Es posible conocer la estructura tridimensional de un objeto a partir de sus proyecciones? (A. Cormack, 1950); ¿Es posible obtener imágenes seccionales de un objeto a partir de la atenuación de la radiación por éste? (G. Hounsfield, 1970); ¿Qué relación existe entre la compresión de un cristal y sus propiedades eléctricas (P. Curie & J. Curie, 1880); ¿Es posible obtener información bidimensional a partir de ecos de ultrasonido? (D. Houry, 1947); ¿Se comportan igual los ecos en estructuras sólidas y quísticas? (I. Donald, 1957); ¿Es posible medir el momento magnético nuclear? (I. Rabi, 1937); ¿Es posible medir el momento magnético en materia condensada? (F. Bloch & E. Purcell, 1946); ¿Es posible el análisis computacional de señales RNM mediante transformadas de Fourier? (R. Ernst, 1966); ¿Es posible codificar la señal RNM del cuerpo y obtener imágenes seccionales? (P. Mansfield & P. Lauterbur, 1973). Claramente, nuestra especialidad completa se debe a un conjunto de hombres de ciencia que dedicaron su vida a resolver preguntas, que en la época en que se hicieron, algunas no tenían ninguna relación con la medicina.

Entonces, en nuestra producción científica, ¿dónde están las preguntas, hipótesis y respuestas?

El panorama no es nada alentador, nuestra actividad científica consiste fundamentalmente en revisión de literatura, cuando intentamos hacer trabajos científicos usamos pocos casos, sólo ocasionalmente planteamos hipótesis y usamos alguna estadística. Tenemos bajo impacto entre nuestros propios colegas y bajo impacto aún a nivel internacional. Pero, sin embargo, las encuestas de usuarios de nuestra revista muestran que nos gusta lo que hacemos^(1,2). ¿Por qué esta dualidad? Una respuesta simple sería que la medicina no es una actividad científica sino una disciplina con una base científica y entonces, la ciencia es sólo una parte de la nuestra actividad. Así la Revista Chilena de Radiología constituye la actividad general del radiólogo, estando representadas en ella: la historia, las actividades gremiales, los casos interesantes y de desafío, la experiencia y la investigación. Sin embargo, ésto no explica las debilidades que presenta nuestra investigación en cuanto a diseño ni el bajo impacto que ella tiene. Es probable que el problema sea más profundo y no esté limitado a nuestra especialidad, sino a toda la investigación médico clínica. Un indicador de ésto puede ser que a pesar de tener gran cantidad de sociedades científicas, las revistas societarias en general son de circulación restringida y local, aunque muchas están indexadas en MEDLINE, SCIELO, LILACS, etc⁽³⁾. Considerando las revistas del Science Citation Index (ISI), se puede ver que de las 7 revistas chilenas indexadas, la Revista Médica de Chile, la revista de mayor prestigio en nuestro medio, ocupa el sexto lugar en índice de impacto, por debajo de todas las revistas de ciencias básicas (Tabla V).

Tabla V. Factor de impacto de las siete revistas chilenas indexadas en el Science Citation Index (SCI), basados en el ISI journal Citation Reports del SCI.

Revistas (ISI)	Factor de Impacto
Revista de Geología de Chile	1,147
Biological Research	1,177
Electronic Journal of Biotechnology	0,767
Revista Chilena de Historia Natural	0,646
Journal of The Chilean Chemical Society	0,540
Revista Médica de Chile	0,405
Archivos de Medicina Veterinaria	0,130

Los factores que influyen en este panorama probablemente parten de la formación médica, principalmente profesionalizante y poco científica. Si bien en diferentes cursos se entregan las bases y algunas herramientas analíticas, en general se hace poco hincapié en unidades de investigación ni existen tesis de grados, que son las principales actividades que forman la capacidad de preguntarse, proponer hipótesis y usar las herramientas analíticas adecuadas. Hoy en día, al menos en el pregrado, la motivación fundamental para publicar es mejorar el *curriculum vitae*, en una carrera regida por la competencia. Han surgido numerosos cursos de lectura crítica, pero poca o ninguna formación en hacer ciencia. Es decir, dirigimos nuestro esfuerzo a la crítica documentada, pero no hacemos el ejercicio de la pregunta, la hipótesis, el diseño, la ejecución del trabajo, el análisis y la decisión. Una medida que podría tener algún impacto en reforzar la investigación actual y en el desarrollo futuro de la investigación en imaginología es realizar, al final de la formación, un trabajo o tesis final, medida que ya se está implementando en algunas becas. Esto tendría impacto directo en los futuros radiólogos y en quienes actuaran como tutores en dichas investigaciones.

Bibliografía

1. Castro M, Gana P. Encuesta Radiológica. Revista Chilena de Radiología 2001; 7(1): 27-30.
2. Gálvez M. Encuesta radiológica. Revista Chilena de Radiología 2007; 13 (4): 218-220.
3. Gálvez M. Publicaciones biomédicas: Realidad de Chile y Latinoamérica. Revista Chilena de Radiología 2006;12(3):113-117.
4. Bunge M. Dictionary of philosophy. New York. Prometheus Books. 1999. Pp. 256-257.
5. Bunge M. Epistemología. Curso de actualización. Barcelona. Editorial Ariel S.A.1980. Pp. 205-233.
6. Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. Proceedings of the National Academy of Sciences 2005: 102(46):16569-16572.
7. Kuhn T. The Structure of Scientific Revolutions (1962); Chicago, University of Chicago Press, 1962. 210 pp.
8. Popper KR. The logics of scientific discovery. London. 1959. Hutchinson.480 pp.
9. Steel RGD, Torrie JH. Bioestadística: principios y procedimientos. Bogotá. Mcgraw-Hill. Pp. 1-6.
10. Canals M. Curso de estadística universitaria. Santiago. Apunte Facultad Ciencias Universidad de Chile. RPI: 153541. 2007. Pp 8-15.