



Instituto Superior Minero Metalúrgico.  
Dr. Antonio Núñez Jiménez.  
Facultad Humanidades.  
Carrera: Bibliotecología y Ciencias de la Información.

## *Trabajo de Diploma*

*“Análisis de la Producción Científica de los  
Doctores del Instituto Superior Minero Metalúrgico  
de Moa en el período 2004-2009”.*

*Diplomante: Yaima Ripoll Moreno.*

*Tutora: Lic. Adys Dalmau Muguercia.*

*Consultantes: Dr. Luis Arturo Rojas Purón.  
Dr. Secundino Marrero Martínez.*

*Moa  
Julio 2010*

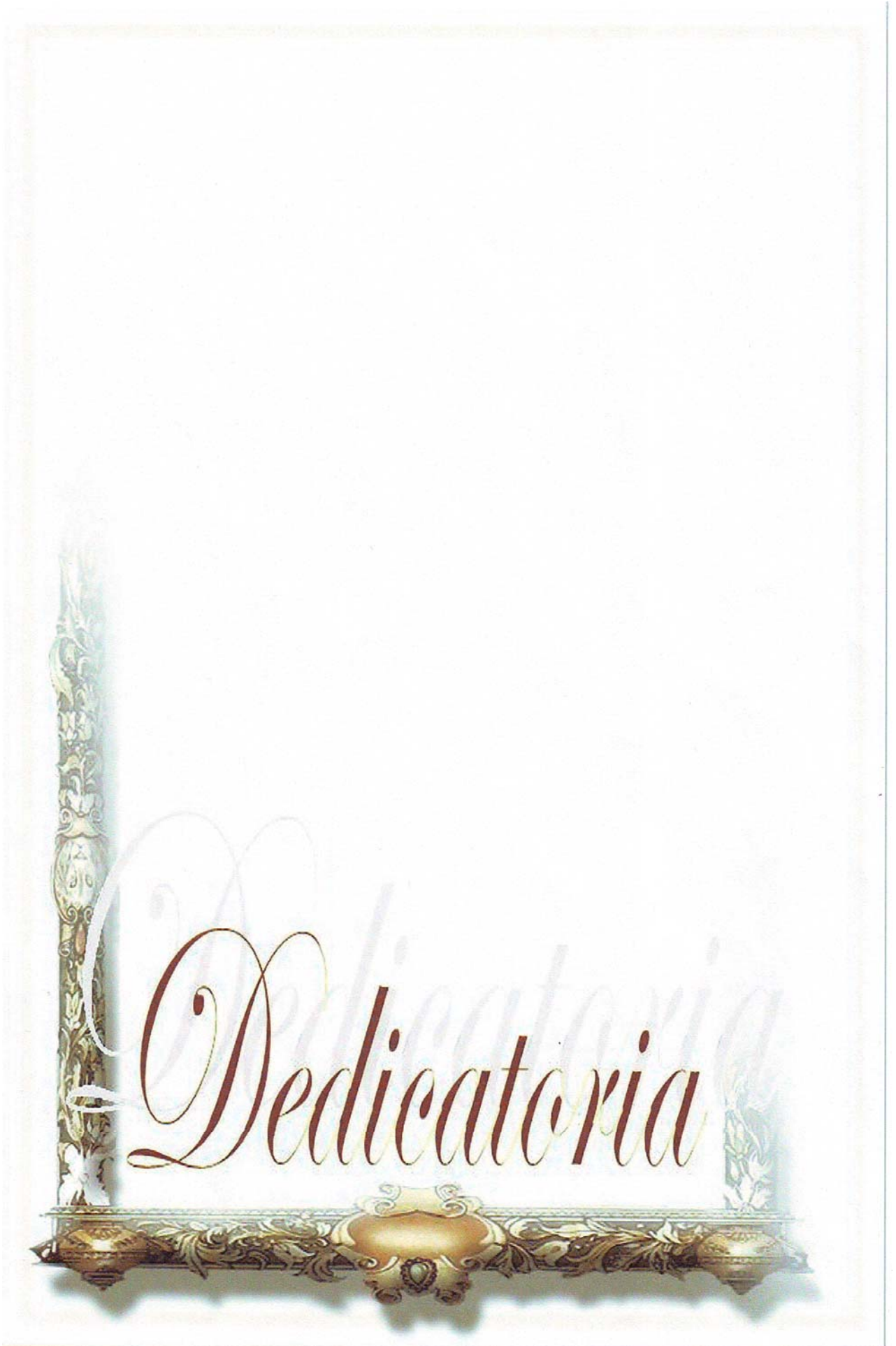
*Pensamiento*





*El futuro de nuestra Patria tiene que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencia.*

*Fidel Castro Ruz.*



*Dedicataria*

*A la memoria  
de mi abuela Dolores.*





*Agradecimientos*

*A la Revolución Cubana, por darnos la oportunidad de superarnos.*

*A mi tutora Adys Dalmau Muguerca, por su paciencia y dedicación; a su familia por acogerme en su hogar.*

*A mis consultantes Luis Arturo Rojas Purón y Secundino Marrero Martínez por la ayuda brindada.*

*A todos los profesores que me transmitieron sus conocimientos durante estos cinco años.*

*A mi familia por estar siempre conmigo y alentarme en los momentos de flaqueza, en especial a mi mamá y a mis dos papás: Jorge y Pável porque son el sentido de mi vida.*

*A mi futuro esposo Rodolfo Aguilar Calzada por su amor y comprensión; a su familia por su preocupación.*

*A mis compañeras de aula por el tiempo compartido.*

*A mis amigas y amigos por su sinceridad y ayuda incondicional.*

*A todos los que pensaron en mí durante esta etapa tan difícil.*

*A todos mil gracias, sin ustedes hubiese sido imposible llegar hasta aquí.*

# Resumen





## *RESUMEN*

Se realiza el análisis de la producción científica de los Doctores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa recogida en los Balances de Ciencia y Técnica en el período 2004-2009. En la investigación se proporcionan los fundamentos teóricos que la sustentan y que sirven para ubicar el contexto en que se desarrolla la misma. Se presenta al grupo doctoral así como la cuantificación de los títulos de los trabajos publicados por ellos; se aplican técnicas bibliométricas para su estudio. Del análisis se obtienen resultados sobre la productividad científica de los autores, la productividad científica anual, el comportamiento de la productividad científica por departamentos docentes, así como la correspondencia entre lo publicado y las líneas de investigación determinadas por la institución en su política científica. Se ofrecen conclusiones y recomendaciones.

## *ABSTRACT*

In the present work it is made the analysis of the Doctors scientific production of the Higher Mining Metalurgical Institute of Moa, gathered in the Science and Technique Balance in the period 2004-2009. In the investigation the theoretical bases are provided to sustain it and to point out the context in which the research is the developed. It is showed the doctoral group as well as the titles of the works published by them; and bibliometrics techniques for their study are applied. The results obtained from the analysis are the following: the scientific productivity of the authors, the annual scientific productivity, the behavior of the scientific productivity in the university departments, as well as the correspondence between published papers and the lines of investigation determined by the institution in their scientific policy. In these papers conclusions and recommendations are offered.

*Indice*  
*Indice*  
*Indice*



# ÍNDICE

<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
<i>CAPÍTULO I. CONSIDERACIONES TEÓRICO-CONCEPTUALES.</i>	7
<b>I.1 La ciencia como proceso social.</b>	7
I.1.1 La producción científica dentro de la ciencia.	10
I.1.2 La producción científica y la universidad.	11
I.1.3 La producción científica y su divulgación.	12
I.1.4 La producción científica y su preservación.	14
I.1.5 Factores que pueden influir en la producción científica de los autores.	14
I.1.6 La producción científica y la investigación científica.	15
I.1.7 La producción científica y las líneas de investigación.	16
<b>I.2 Evaluación de la investigación científica.</b>	17
<b>I.3 Los estudios métricos de la información.</b>	20
I.3.1 La cienciometría.	22
I.3.2 La informetría.	24
<i>CAPÍTULO II. ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA A PARTIR DE LOS BALANCES DE CIENCIA Y TÉCNICA DEL ISMM.</i>	27
<b>II.1 Política científica.</b>	27
II.1.1 Política científica del ISMM.	37
<b>II.2 Análisis de la fuente documental.</b>	40
<b>II.3 Resultados del análisis bibliométrico de los Balances de Ciencia y Técnica.</b>	42
II.3.1 Productividad Científica por autores a partir del análisis de los Balances de Ciencia y Técnica, período 2004 – 2009.	42
II.3.2 Productividad Científica por año a partir del análisis de los Balances de Ciencia y Técnica, período 2004 – 2009.	44
II.3.3 Productividad Científica por departamentos docentes a partir del análisis de los Balances de Ciencia y Técnica, período 2004 – 2009.	45

<b>II.3.4</b> Correspondencia entre las publicaciones de los Doctores y las Líneas de Investigación del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.	46
<i>CONCLUSIONES</i>	48
<i>RECOMENDACIONES</i>	49
<i>BIBLIOGRAFÍA CITADA</i>	50
<i>BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA</i>	52
<i>ANEXOS</i>	56





*Introducción*

## *INTRODUCCIÓN*

La creatividad científica, la capacidad de innovación y de estimular de forma activa y programada la circulación del conocimiento dentro de la sociedad constituyen algunas de las motivaciones para investigar y con las que se identifican los científicos. El desarrollo de la ciencia y la tecnología se manifiesta básicamente asociada al fenómeno de la globalización que conlleva a una creciente interdependencia entre los seres humanos. Los factores determinantes de la producción científica dependen del contexto cultural y social dentro del cual la ciencia opera.

La información que se genera en la actualidad como resultado de la actividad científica de los colectivos humanos necesita de integración, comunicación y funcionalidad, de ahí que el factor fundamental de la producción sea el conocimiento, plasmado en los documentos científicos. La medida de la información que se produce, es difícil de calcular, por ello la necesidad de utilizar herramientas que faciliten conocer que se está produciendo en ciencia.

Los métodos matemáticos y estadísticos, han venido a resolver la problemática sobre ¿qué se está haciendo en ciencia y tecnología?, si bien no reflejan la verdad absoluta del comportamiento cualitativo y cuantitativo de todo el flujo de información, permiten un acercamiento certero. A raíz de esto podemos referirnos a la implementación de los Estudios Métricos de la Información, y dentro de ellos los bibliométricos, que constituyen instrumentos fundamentales para la evaluación de la producción científica en un campo determinado del conocimiento, ya que posibilitan realizar investigaciones comparativas y analizar la evolución de la actividad científica e investigativa.

El problema de la evaluación de la producción científica no es nada nuevo. En el siglo XIX no era particularmente agudo; en esa época la ciencia se producía sólo por los científicos, y un científico verdadero no necesitaba de ningún método exacto para evaluar la cantidad y calidad de la producción científica. Sencillamente con sus puntos de vista, analizaba y trabajaba su campo de conocimiento. A partir de entonces la ciencia ha devenido una materia de interés común en la sociedad y ha sido sometida a una organización amplia y

burocrática, que ha servido no sólo para estimular la actividad humana, sino para controlar algo tan controversial como lo es la ciencia.

La evaluación de la investigación está asociada a las políticas científicas de los sistemas de Investigación + Desarrollo + Innovación (I+D+I). En la actualidad, los métodos para evaluar la actividad científica han evolucionado, debido al vertiginoso crecimiento de la producción científica y de la necesidad de evaluar las políticas de investigación para determinar la correspondencia entre las líneas de investigación y las políticas institucionales. Por tanto, se hace necesario definir prioridades y establecer mecanismos de evaluación de manera sistemática.

Existen diversas metodologías para evaluar a los recursos humanos dedicados a la ciencia y a la tecnología entre ellos los métodos cuantitativos e informáticos basados en los estudios bibliométricos.

La comunicación y la información son intrínsecas a la práctica de la ciencia. La investigación es estimulada y se sustenta por un flujo constante de nueva información, generando un ciclo renovado de creación y de descubrimientos. Para entender el rol que juega la información en la vida de los científicos es necesario apreciar el mundo en el que trabajan, la naturaleza de su trabajo y las influencias a las que están sujetos. Es por ello que evaluar el resultado de la producción científica de los investigadores constituye una necesidad en las condiciones actuales de proliferación y circulación de diversos canales de comunicación científica lo que nos da la medida de su importancia para la sociedad y para las instituciones en particular. Entre los sistemas más importantes en que está inmerso ese científico están: el ambiente cultural, el político, los colegios invisibles, las organizaciones formales, los grupos de trabajo, el sistema legal y económico, las asociaciones profesionales entre ellas las universidades.

Dentro de las instituciones más destacadas y de mayor reconocimiento como generadoras de investigaciones científicas se distinguen las universidades, desde donde emerge gran parte del conocimiento científico de un país, siendo su razón de ser además de la formación de profesionales en todos los campos del saber, la investigación científica en cualquier rama de la ciencia en la que se especialicen. Por tanto, se hace necesario la evaluación de dicha

investigación, para conocer su evolución y estado actual, y su tributo al desarrollo de la ciencia en determinado campo de conocimiento.

El Instituto Superior Minero Metalúrgico no tiene antecedentes en estos estudios; pero no deja de ser una preocupación para la Vicerrectoría de Investigaciones, cliente de este trabajo, conocer el comportamiento de la producción científica de la institución así como la correspondencia entre lo que se está generando como producto de la actividad científica y la política científica trazada por la institución, para ello es necesario dar los primeros pasos en esta dirección y se toma en consideración a los Doctores en Ciencia como principal potencial científico, de ahí que se infiere el siguiente problema.

### **Problema de investigación.**

Inexistencia de un estudio que muestre el comportamiento de la producción científica de los Doctores y su correspondencia con las líneas de investigación del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

### **Pregunta de investigación.**

¿Cómo se ha comportado la producción científica de los Doctores y su correspondencia con las líneas de investigación del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa en el período 2004 – 2009, a partir de las publicaciones recogidas en los Balances de Ciencia y Técnica?

### **Objeto de estudio.**

Producción científica en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

### **Campo de acción.**

Producción científica de los Doctores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

### **Objetivo general.**

Analizar el comportamiento de la producción científica de los Doctores y su correspondencia con las líneas de investigación del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, a partir de un análisis bibliométrico de las publicaciones recogidas en los Balances de Ciencia y Técnica en el período 2004-2009.

### **Objetivos específicos.**

- Definir los aspectos teórico-conceptuales que sustentan la investigación.
- Realizar el estudio bibliométrico de la producción científica de los Doctores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, a partir de los Balances de Ciencia y Técnica.
- Realizar el análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos del estudio bibliométrico.

### **Sistema de preguntas.**

1. ¿Cuáles son los presupuestos teóricos en que se sustenta la investigación?
2. ¿Cómo se comporta la distribución de las publicaciones firmadas por los Doctores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa en el período 2004-2009?
3. ¿Cómo se comporta la distribución de las publicaciones por año en el período 2004-2009?
4. ¿Cómo se comporta la distribución de las publicaciones por departamento docente en el período 2004-2009?
5. ¿Están en correspondencia las publicaciones de los Doctores con las líneas de investigación del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa?

### **Tipo de investigación.**

Exploratoria: los estudios exploratorios son aquellos que se efectúan normalmente cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.



## **Métodos y Técnicas**

### **Métodos teóricos**

- Análisis documental clásico, que constituye la revisión y el análisis a partir de una bibliografía seleccionada para llevar a cabo un determinado proyecto de investigación.
- Histórico – lógico para valorar el comportamiento del objeto de estudio en el tiempo y establecer los nexos y relaciones esenciales.

### **Método empírico**

- Consulta a expertos: aportó información valiosa para la determinación de la correspondencia de las publicaciones analizadas con las líneas de investigación de la política científica del ISMM.

### **Método Estadístico**

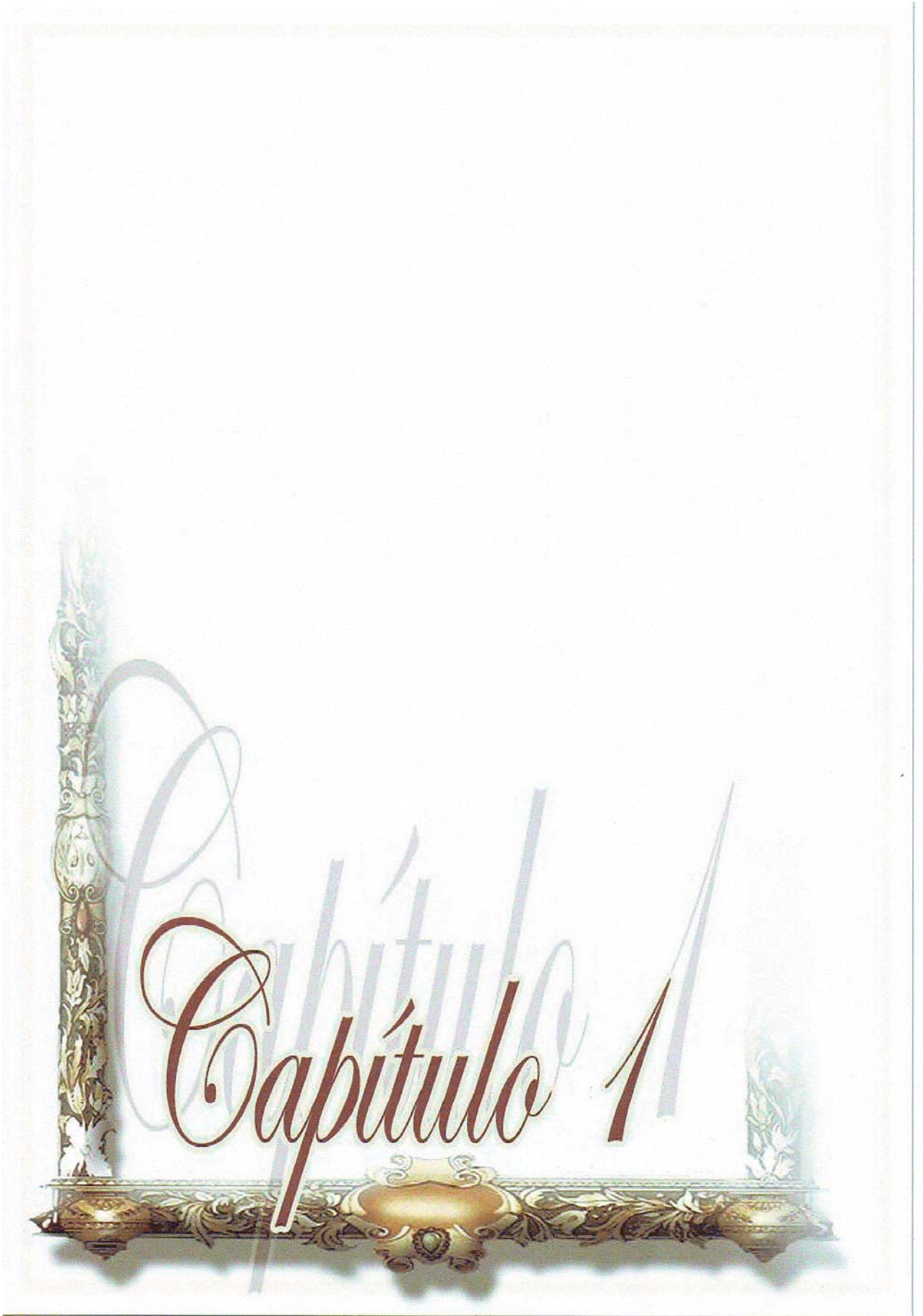
- Estadística descriptiva al realizar el tratamiento de datos numéricos que comprenda generalizaciones con el objetivo final de tomar decisiones.

## **Estructura Capitular**

La memoria escrita consta de resumen, introducción, se proporciona una panorámica general de los aspectos que se tratan en la investigación así como, la definición del problema de investigación y los objetivos a desarrollar en el trabajo, dos capítulos de desarrollo, conclusiones y recomendaciones. Se utiliza la norma ISO: 690 para acotar la bibliografía citada y consultada, y se incluyen los anexos.

Capítulo I: Se presentan los aspectos teórico-conceptuales que sustentan la investigación, relacionados con la ciencia como proceso social, la producción científica dentro de la ciencia así como su relación con la universidad, su divulgación, preservación, la evaluación de la investigación, entre otros aspectos. Además, un breve acercamiento a los estudios métricos y específicamente a dos de sus disciplinas instrumentales: la cienciometría y la informetría.

Capítulo II: Se ofrecen consideraciones acerca de la política científica en general y específicamente en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa y se proporcionan los resultados del análisis bibliométrico de los Balances de Ciencia y Técnica donde se refleja la producción científica por autores, por año y por departamento docente, así como la correspondencia entre publicaciones y líneas de investigación en el período 2004-2009. Se exponen resultados cuantitativos y cualitativos del estudio.



## *Capítulo I. Consideraciones Teórico-Conceptuales.*

Se aborda el tratamiento teórico conceptual que sirve de base para el sustento de la investigación considerando los orígenes de la ciencia como proceso social, se analiza el concepto de producción científica por su importancia como indicador que permite conocer, generar, difundir y evaluar el comportamiento de las diferentes variables que inciden en el comportamiento de la ciencia. Las políticas científicas y las líneas de investigación que potencian el desarrollo de las investigaciones, las publicaciones como medio de difusión del conocimiento y la universidad vista como institución que favorece el entramado que se produce alrededor de la ciencia con los proyectos de I + D + I, son los aspectos más relevantes que se encuentran desarrollados en este capítulo.

### *1.1 La ciencia como proceso social.*

Los orígenes de la historia de la ciencia y la tecnología se remontan al siglo XVIII, como discurso de la revolución científica de los dos siglos anteriores, cobra mayor interés práctico y académico en los últimos años. Ello se debe, fundamentalmente, a que ha estado por mucho tiempo y estrechamente asociada a la historia de la filosofía en la medida en que predomina la consideración de la ciencia como el producto más depurado del progreso intelectual de la humanidad, entretrejiéndose entre ambas las cuestiones relativas al método de conocimiento, la verdad, la objetividad, la constitución y la evolución de las ideas científicas. En tal sentido, el internalismo predomina largo tiempo en la constitución del objeto de la historia de la ciencia, hasta que surgen los enfoques externalistas, que toman en consideración los contextos socioculturales y su incidencia en la actividad científica. Las tendencias contemporáneas de la historia social de la ciencia han posibilitado una reconciliación entre los distintos enfoques de los estudios sociales de la ciencia, tomando necesaria y posible la colaboración entre historiadores, sociólogos, antropólogos, politólogos y filósofos.

La ciencia es un término que proviene del latín **scira** el cual significa **conocer** y en su sentido más amplio es empleado para hacer referencia al conocimiento sistematizado en cualquier campo. La ciencia antigua, centrada en la

contemplación de la realidad, se dedica a constituir un cuerpo lógicamente organizado, apoyado en definiciones que hablan de los seres y las cosas, y en principios a partir de los cuales se procede deductivamente, con todo lo cual ofrece una imagen del mundo de indudable valor.

Pero, la ciencia moderna, trae aparejada otra manera de comprender los fenómenos. Con la matematización y la experimentación, la racionalidad comienza a dictaminar lo que es verdad en el pensamiento y en la praxis de los hombres y conduce a la construcción de la actividad científica como forma de demostrar una y otra vez la ocurrencia de sus leyes, a la vez que predice e interviene en lo real. Todo lo cual genera una actividad operativa de incalculable valor que sirve de plataforma para el desarrollo tecnológico que marca el desarrollo posterior de la sociedad. Así a la ciencia se le considera el instrumento que por medio de la investigación permite al hombre la constatación o certificación científica de cualquier objeto de estudio o fenómeno natural, de una manera exacta utiliza una serie de mecanismos e instrumentos por medio de los cuales se pueden obtener resultados certeros. Y los resultados de su aplicación, o sea los conocimientos que así se generan constituyen los pilares sobre los que se erige el desarrollo de la humanidad en diferentes dimensiones a la vez que permite al hombre la integración a la sociedad mediante las relaciones que establece con el resto de los individuos.

La ciencia no es un ente aislado, se desenvuelve en el contexto de la sociedad, de la cultura e interactúa con sus más diversos componentes. Desde esta perspectiva se promueven a un primer plano los nexos ciencia-política, ciencia – ideología, ciencia-producción: en general, ciencia – sociedad. Esto no significa que no tenga sus peculiaridades que es preciso reconocer, al margen de sus diferentes interrelaciones e interpretaciones con las restantes formas de actividad humana. (Castro Díaz- Balart, 2001).

Es una actividad multidimensional, tanto en su naturaleza como en sus resultados, que tiene una dimensión científica, pero también académica, económica, tecnológica y social. Puede ser vista en múltiples dimensiones. Al analizarla como un sistema de conocimientos que modifica nuestra visión del mundo real y enriquece nuestro imaginario y nuestra cultura; se le puede comprender como proceso de investigación que permite obtener nuevos conocimientos, los que a su vez ofrecen posibilidades nuevas de manipulación



de los fenómenos; es posible atender a sus impactos prácticos y productivos, caracterizándola como fuerza productiva que propicia la transformación del mundo y es fuente de riqueza; la ciencia también se nos presenta como una profesión debidamente institucionalizada portadora de su propia cultura y con funciones sociales bien identificadas.

En el siglo XIX se produce una de las innovaciones más notables y significativas: la investigación, junto a la enseñanza, comienza a ser apoyada y se fundan asociaciones científicas profesionales y publicaciones profesionales cuyo objetivo es dar a conocer las investigaciones desarrolladas en el seno de la comunidad científica que experimenta un rápido proceso de crecimiento y fragmentación. Las diferentes disciplinas proliferan con rapidez y cada una de ellas necesita con urgencia una publicación. En consecuencia el número de publicaciones crece exponencialmente. La profesionalización incrementa la eficacia de la investigación científica.

La ciencia como actividad supone el establecimiento de un sistema de relaciones (informativas, organizativas, etc.) que hace posible el trabajo científico orientado a la producción, diseminación y aplicación de conocimientos. Garantizar ese sistema de relaciones es la tarea de las instituciones científicas. En tanto, institución, la ciencia se presenta como un cuerpo organizado y colectivo de personas que se relacionan para desempeñar tareas específicas, que han seguido un proceso de profesionalización y especialización que los distingue de otros grupos sociales. (Núñez Jover, 2004).

Es la esfera de la actividad investigadora dirigida a la adquisición de nuevos conocimientos sobre la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, que incluye todas las condiciones y los elementos necesarios para ello: los científicos con sus conocimientos y capacidades, cualificación y experiencia, con la división y la cooperación del trabajo científico; instituciones científicas, equipos de experimentación y de laboratorio; métodos de trabajo de investigación científica, aparato conceptual y categorial, sistema de investigación científica, así como toda la suma de los conocimientos existentes que constituyen la premisa, el medio o el resultado de la producción científica. (Diccionario de Filosofía, 1984).

### **I.1.1 La producción científica dentro de la ciencia.**

El análisis de la producción científica resulta un pilar determinante para lograr el desarrollo sucesivo de la ciencia. A través de su estudio es posible emitir criterios relacionados, con la efectividad de las políticas científicas en aras de fomentar el desarrollo del potencial científico investigativo, a la vez que tributa a la identificación de las debilidades y fortalezas de los actores implicados en dicha actividad, sirve como instrumento para el establecimiento de prioridades, juzgar hasta que punto se han cumplido los objetivos originales, el valor y relevancia de sus resultados así como los factores que de cierto modo contribuyeron o impidieron el éxito.

La producción científica es considerada como la parte materializada del conocimiento generado, es más que un conjunto de documentos almacenados en una institución de información, se considera además que son todas las actividades académicas y científicas de un investigador. Este fenómeno se encuentra ligado a la mayoría de los acontecimientos en los que se ven involucradas las personas cotidianamente por lo que su evaluación como el resultado de trabajos de investigación e innovación no es una práctica reciente. La creación (es decir: producción) propiamente de los aportes científicos (nuevas teorías, nuevos métodos y procedimientos de investigación, nuevos productos científicos, etc.) que logran los investigadores en su quehacer científico, los que pueden generar uno o más artículos por cada uno de dichos aportes obtenidos; es lo que debería expresarse en términos de producción científica (Morales Morejón y Cruz Paz, 1997).

Refleja el resultado de las investigaciones científicas representado en un nuevo conocimiento, si lo que se investiga no genera este tipo de conocimiento entonces lo que se escribe acerca del tema es considerado mera producción bibliográfica, es decir, un conjunto de documentos escritos que comunican el resultado de un determinado trabajo científico.

Los términos producción y productividad científica se utilizan indistintamente en la bibliografía al estar estrechamente relacionados, se reconoce la productividad científica como el elemento medible de la producción científica, es decir la cantidad de investigación producida por los científicos, la cual se

mide generalmente a través de la cantidad de publicaciones producidas por un autor, una institución o un país. (Spinak, 1996).

La producción científica es el resultado del proceso investigativo y de la práctica laboral en cualquier campo del conocimiento científico; es la forma de perpetuar el saber científico; es la base de la dinámica científica, -entiéndase como el punto de partida para la generación de nuevos conocimientos- que lleva implícito el desarrollo continuo de un campo del saber. Es el criterio fundamental por el cual medir la actividad investigativa de un profesional. La producción científica se encuentra indistintamente presente en los soportes y canales de información (formales e informales). (Ruiz Suárez y Mancebo Pérez, 1999).

Es definida además como la forma mediante la cual una universidad o institución de investigación se hace presente a la hora de hacer ciencia, es una base para el desenvolvimiento y la superación de dependencia entre países y regiones de un mismo país; es un vehículo para la mejoría de la calidad de vida de los habitantes de un país, es una forma de hacerse presente no solo hoy, sino también mañana. (Witter, 1997 citado por Piedra, 2005). La autora coincide para este trabajo con esta definición.

### **I.1.2 La producción científica y la universidad.**

Universalmente es aceptado el hecho de que la investigación científica depende de la calidad de las universidades y de las instituciones profesionales y de investigación de cada país, así como también es conocido que la investigación y la productividad científica son la propia esencia de dichas universidades. La gran mayoría del esfuerzo del desarrollo científico y tecnológico de un país está intermediado, directa o indirectamente, por la universidad y la actividad académica e investigativa que la misma genera. La ventaja de privilegiarla como institución más adecuada para monitorear la investigación y con ello la producción científica, reside en el hecho de que de esta forma es posible asociar más fácilmente la realización de la investigación con su difusión a través de la enseñanza.

Se desea y defiende que “la universidad, como centro de producción sistematizada de conocimiento, canaliza sus potencialidades, sus programas de naturaleza científica y cultural, procurando difundir junto a la opinión pública,

los debates y las discusiones el saber y los progresos que generan las áreas de ciencias, tecnología, letras y artes como programas comunicacionales basados en una producción científica bien elaborada; la universidad mantendrá o recuperará su real dimensión." (Krohling Kunsch, 2005).

Los centros o institutos de investigación, ejercen fuerza al desempeñar una ardua labor en la producción científica pues no existen dudas acerca del papel que juegan como centros de I+D+I dedicados al desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica en aras de solventar problemas de cualquier índole de un país determinado. En estos se genera conocimiento traducible en ponencias y publicaciones, pero que inicialmente aparecen en informes o reportes de investigación, tal es el caso de los Balances de Ciencia y Técnica que se generan en las universidades como centros de investigación de mayor reconocimiento mundialmente donde se plasma todo el trabajo científico e investigativo desplegado por sus científicos e investigadores; los que constituyen la fuente de estudio de la presente investigación.

### **I.1.3 La producción científica y su divulgación.**

Con el desarrollo rápido y vertiginoso de la ciencia y la técnica se ha generado un aumento sin precedentes de la literatura al crear la necesidad de buscar nuevos caminos para la divulgación de la información científica producida.

La divulgación de la producción científica puede efectuarse por canales formales e informales de comunicación, pues lo que se busca es transmitir información y este proceso involucra todos los medios relevantes de comunicación, incluyendo material no documentario, esto es comunicación oral y contactos personales, ambos formales e informales.

Entre las formas más frecuentes de dar a conocer los resultados de la producción científica, entiéndase productividad científica se encuentran:

- Las publicaciones científicas y los textos.
- Los eventos científicos.
- Las tesis de pregrado y postgrado, informes de investigación y otros documentos no publicados que se presentan como resultado de las investigaciones.
- Las patentes.

- Las exposiciones científicas.
- Los documentos normativos, indicaciones metodológicas, etc.

En un sistema de comunicación científica, la comunicación formal ocurre en forma de textos (libros, periódicos, anuarios, patentes, relatos) lo que democratiza el saber y la cultura pues la información puede ser diseminada de una manera ilimitada y alcanzar a todos. En cuanto a la comunicación informal, la forma predominante y preferida por los científicos es la presentación de trabajos en eventos, donde casi siempre da información mucho más efectiva, concentrada y pertinente, dando acceso normalmente a grupos de élite que conocen o actúan en una misma área. (Witter, 1997 citado en Piedra, 2005).

Las publicaciones científicas son la forma de comunicación escrita de los resultados científicos, las metodologías y el decursar de la ciencia por lo que algunos autores plantean que una investigación solo existe a partir de su publicación analizándola en principio como la forma de generación y transmisión de información básica, vista como documentación, la cual es indispensable para el análisis e interpretación de la trayectoria de la producción científica.

La publicación es un producto natural e indispensable de la actividad científica por lo que, aunque la comunicación informal sea de gran importancia, es por medio de esta que los investigadores garantizan la propiedad científica, el reconocimiento de una forma más amplia por sus pares así como la reafirmación de su reputación.

Los documentos inéditos, partes constituyentes también de la producción científica, son fuentes importantes de información y divulgación científica pues algunos materiales considerados generalmente obras impresas pueden contar con esta característica, tal es el caso de trabajos de conferencias científicas, las tesis e incluso traducciones. Hoy la concentración científica actualizada y novedosa se centra en los documentos no publicados, debido a que ni siquiera las revistas pueden mantenerse al ritmo de generación del conocimiento entre otras causas por el tiempo que demora la impresión de los materiales.



#### **I.1.4 La producción científica y su preservación.**

La organización y preservación de la producción científica constituye una preocupación de índole mundial pues el crecimiento exponencial de las publicaciones científicas exige que haya un registro y control de esta producción con el fin de que pueda ser diseminada convenientemente.

La universidad ha sido uno de los principales centros de producción y transmisión de conocimiento por medio de las actividades de enseñanza, investigación y extensión. Es un lugar donde se crean, preservan, transmiten y aplican conocimientos científicos.

Las bibliotecas, entre ellas las universitarias, son las encargadas de la preservación de la memoria científica y cultural mediante el control, almacenamiento y divulgación de las informaciones científicas y técnicas de las instituciones de enseñanza superior. La labor de las bibliotecas constituye un pilar de connotada importancia en este aspecto pues a través de ellas no solamente se conoce la producción científica y cultural sino que sirve para la evaluación de dicha producción con el fin de reflejar su desempeño.

Es importante además porque al facilitar a organizaciones e individuos el acceso al acervo científico tecnológico, económico y comercial en el menor tiempo posible y con un mínimo de gastos, mediante el uso de las tecnologías informacionales pertinentes, pueda posibilitarles la solución a sus problemas, apoyarles en la toma de decisiones, incrementar sus conocimientos y elevar su competitividad.

#### **I.1.5 Factores que pueden influir en la producción científica de los autores.**

Dentro de la actividad productora de los autores pueden enunciarse posibles factores que influyen en su productividad:

- Los contextos sociales.

El llamado “radio de acción” del profesional influye en su creatividad y manera de desempeñarse en el medio en que se desenvuelve. A modo de ejemplo se puede plantear que los graduados y profesores de las principales universidades son más productivos que los demás.

- Las condiciones materiales.

Un fuerte respaldo de medios técnicos, bibliografía suficiente, buenas condiciones financieras, entre otros, constituyen sin duda elementos que favorecen a la productividad.

- Relaciones interpersonales.

Es fundamental el ambiente de cooperación en la comunidad científica. La libertad a la hora de exponer criterios, el respeto entre colegas, la competencia vista positivamente y el sentirse parte de un equipo son factores que refuerzan el trabajo investigativo y por ende productivo.

- Otros factores

El estado emocional puede influir en toda la actividad del hombre, en ocasiones para mal y en otras para bien. Esto se traduce de manera que, sentirse anímicamente deprimido hace que toda labor, incluyendo la investigativa, vaya en detrimento de su calidad, o por el contrario, que dicho estado provoque una mayor concentración en el trabajo, incrementándose así los resultados obtenidos.

Factores como la especialización y continuidad en el estudio de un tema determinado, la combinación de actividades de investigación con las de enseñanza o administración, la relación con colegas de disciplinas análogas o diferentes y la superación constante, son elementos que indiscutiblemente incentivan la productividad científica.

### **I.1.6 La producción científica y la investigación científica.**

El fenómeno de la producción científica forma parte del proceso de investigación científica. La investigación científica puede ser considerada como progenitora de esta producción. La investigación en sí es todo un proceso organizado, detallado, que revierte en un resultado verdadero o falso. El proceso de investigación puede representarse como una secuencia de acciones o un conjunto escalonado de etapas que se producen de acuerdo con un determinado orden y en el que deben seguirse una serie de principios y reglas, formados y decantados a través de la propia práctica investigativa. La investigación en su interior va encadenando, unificando, ciertos conocimientos nuevos, surgidos a partir de otros que ya no lo son, formando un resultado con

características peculiares en correspondencia a la actividad científica a que pertenezca.

La actividad investigadora tiene como resultado la producción científica, que debe ser pública para, por un lado, poder cumplir con su función de creación de conocimiento y por otro, poder someterse a la crítica del resto de la comunidad científica. Como resultado de su producción científica el investigador crea una imagen hacia el exterior que refleja la calidad de su investigación en forma de reconocimiento a su labor por la comunidad científica luego de ser evaluada.

### **I.1.7 La producción científica y las líneas de investigación.**

Las líneas de investigación constituyen el eje, tema o problema conductor de las actividades de investigación de un grupo o unidad investigativa, hacia el logro de un fin u objetivo superior a largo plazo y largo alcance. Una línea supone la existencia de proyectos que a ella estén asociados.

Alrededor de ella también convergen otras actividades de ciencia y tecnología (tales como cursos, programas doctorales y de maestría, intercambios académicos, etc.) que también forman parte de la producción científico pedagógica de las universidades. El desarrollo de una línea de investigación implica un trabajo sistemático dentro de una temática específica y requiere una dedicación permanente, confrontación de resultados y el sometimiento a la crítica de pares académicos. Su grado de consolidación depende del número de proyectos terminados y de los resultados y productos obtenidos en ellos, así como de los que se están ejecutando y tienen un nivel avanzado de desarrollo. Dependiendo del caso podemos decir que se tiene una línea consolidada/construida, en proceso de consolidación/construcción o en gestación (intención o manifestación de iniciar el proceso de construcción de la línea). Una línea de investigación puede requerir de trabajo inter y transdisciplinario, interinstitucional e intergrupos, tanto de nivel nacional como internacional. Una línea de investigación debe justificarse por su relevancia, pertinencia e impacto actual o potencial en la solución de problemas o creación de oportunidades a través de la generación de nuevos conocimientos o tecnologías. Los resultados de su desarrollo generan un impacto a nivel nacional, global o al interior de la universidad, que por lo general se materializa en publicaciones que se evalúan como parte de la producción científica.

## I.2 Evaluación de la investigación científica.

En el sistema científico, la tarea de evaluar los nuevos conocimientos y los resultados de la investigación tiene una importancia capital. Partimos de la base de que la ciencia es evaluación y de que ésta es un proceso social y la forma de llevarla a cabo es determinante para sus resultados. Se evalúan los autores y sus nuevas ideas, la difusión y el impacto de estas ideas, así como el valor de las publicaciones en que se dan a conocer, todo lo cual repercute en el valor de la política científica de un país y de los nuevos rumbos que cabe atribuirle. La evaluación de la investigación nos va a posibilitar seguir el rendimiento de la actividad científica y comprobar su impacto en la sociedad. La evaluación supone un análisis de la medida en que las actividades han alcanzado objetivos específicos.

La evaluación, además, permite planificar y gestionar la investigación a través de aquellas instituciones cuyos grupos la llevan a cabo y se benefician de las ayudas económicas provenientes de los presupuestos de la administración. Los resultados (output) de la investigación se dan a conocer al resto de la comunidad de investigadores por medio de las publicaciones científicas, con el propósito de que esta comunidad contraste, verifique o rechace el valor de esa investigación.

Evaluar es una tarea ardua e imposible en exactitud debido a que la tarea científica no es químicamente pura, pues está sometida a circunstancias ambientales como el poder de la financiación, la existencia de medios materiales y humanos en mayor o menor medida, las relaciones entre política y ciencia e incluso las relaciones entre los propios científicos y entre las propias instituciones de investigación. (Ruiz de Osma, 2006).

Los antecedentes de la evaluación de la ciencia se remontan al siglo XVII, con el surgimiento en 1665 de las primeras revistas científicas: *Journal des Scavants* en Francia y *Philosophical Transactions*, de la Royal Society, en Inglaterra. Con este hecho, surge el sistema de evaluación de la ciencia, antecedente de lo que se conoce hoy como control de calidad, el cual utiliza, entre otros métodos, la revisión por pares expertos (peer review), que se enmarca en la actualidad en el contexto de los sistemas de Investigación + Desarrollo + Innovación (I+D+I).

La evaluación de la investigación hoy en día es una práctica institucionalizada en países desarrollados como los Estados Unidos, Inglaterra, Francia y España, los cuales han creado instituciones que se dedican específicamente a evaluar sus correspondientes sistemas de investigación nacionales, con vistas a estimar y comprobar la eficacia y validez de los programas de I+D+I de una institución determinada, reorientar las líneas de investigación, de acuerdo con los objetivos estratégicos de la institución en cuestión; así como la elaboración de nuevas metodologías en el área de la evaluación de programas de I+D+I, grupos de investigadores, universidades, centros de investigación y departamentos.

Se reconocen dos momentos en el proceso de evaluación de la investigación: antes de realizada, con el objetivo de determinar la viabilidad económica de la investigación a encausar, así como su correspondencia con las líneas de investigación, que conforman las políticas de investigación de los sistemas de I+D+I en las instituciones académicas y/o los centros de investigación; y después de realizada la investigación, cuando la evaluación de sus resultados se realiza a partir del análisis de su producción científica.

Hay un número variable de posibles criterios para evaluar las contribuciones al conocimiento científico hechas tanto por individuos como por grupos científicos. Estos criterios incluyen el número de publicaciones científicas producidas en un período dado, el número de veces que estas publicaciones son citadas en otros artículos o libros, la valoración efectuada por los colegas científicos sobre la importancia del trabajo publicado, el número de descubrimientos u otros avances principales en el conocimiento y el reconocimiento otorgado a los autores de las publicaciones. En el día a día de la investigación científica, se toman muchas decisiones que tienen su impacto en la productividad científica y progreso científico, de ahí que la evaluación sea un elemento tan importante, y un factor necesario puesto que dará a conocer la importancia y el alcance de su investigación.

Las actividades de investigación científica necesitan ser evaluadas para juzgar hasta que punto se cumplen sus objetivos originales, el valor de sus resultados y qué cosas contribuyen o impiden el éxito. Estas evaluaciones juegan un rol significativo pues permiten:

- Medir la efectividad de las investigaciones para cumplir con las metas sociales y económicas.
- Desarrollar infraestructuras adecuadas e identificar programas que entrenen a futuras generaciones de investigadores. (Spinak, 2001).

El asunto clave en la evaluación de la investigación científica, es la combinación del proceso científico como un fenómeno complejo, y nuestro interés constante de cuantificar sus resultados; para lo cual plantea la necesidad de aplicar indicadores tales como: cuantificación de publicaciones y de citas, y la revisión de colegas.

La evaluación puede ser tanto prospectiva como retrospectiva. Puede realizarse antes o después de la investigación. A priori para determinar la factibilidad en términos financieros de los beneficios esperados, y a posteriori para medir el impacto de los resultados obtenidos. Además, la evaluación se basa en la utilización de indicadores para medir los resultados de la investigación.

La evaluación de la investigación, en una primera dimensión, se centra en los resultados directos que se obtienen del proceso de investigación científica: la producción científica en forma de artículos, informes y otras publicaciones, como: patentes, productos, prototipos, procesos, etc. Se tienen en cuenta, además, el impacto de los resultados obtenidos del proceso investigativo, traducidos en innovaciones tecnológicas, número de estudiantes graduados, aumento de la capacidad de los investigadores y su institución, aumento de la colaboración entre investigadores.

La importancia del desarrollo de la práctica evaluadora permite asegurar que la investigación se ajusta a las normas aceptadas en cada disciplina o campo disciplinar, valorar la calidad y viabilidad de proyectos de investigación, para la obtención de becas y ayudas, aumentar el control y la calidad de la producción de investigación, reorientar y fortalecer la capacidad del sistema de I + D + I de una nación o comunidad, para la toma de decisiones ante la propuesta de prácticas innovadoras así como ayudar al crecimiento proporcional de una disciplina científica.(Torralbo et al, 2004 ).

Son múltiples las herramientas que pueden ser empleadas en la evaluación dependiendo de los aspectos que se esté interesado en conocer, por lo que

cuando se quieran estudiar aspectos meramente cualitativos, habrá que recurrir a las opiniones de expertos (peer review), mientras que para determinar aquellos aspectos de tipo cuantitativo o si se pretende estudiar y comparar el comportamiento tanto de investigaciones, como de instituciones, centros de investigación, departamentos, se realiza a su vez un análisis cualitativo y si hablamos de la evaluación de la producción científica específicamente, que es el objeto de estudio de la presente investigación, para mayor objetividad en los juicios emitidos debemos recurrir a los métodos que provienen de los estudios métricos, de la métrica de la información y específicamente a los indicadores de la actividad científica. Estos indicadores surgen a partir de las disciplinas métricas, tales como la bibliometría, la cienciometría y la informetría.

La evaluación de la investigación, de manera general, es una forma de determinar la calidad de la investigación y su correspondencia con las líneas de investigación, que rigen las políticas científicas de cada país, institución o centro de investigación.

### **I.3 Los estudios métricos de la información.**

A partir de la Segunda Guerra Mundial, la ciencia y la tecnología se convierten en un fenómeno masivo y complejo. Aparecen nuevas disciplinas y el número de científicos se incrementa, razón por la cual la publicación de trabajos científicos, también crece; la producción científica se eleva hasta niveles insospechados. Debido a este fenómeno, la ciencia se revela en esfera muy importante en el contexto internacional, como expresión de un área que produce conocimientos con suficiente influencia para el desarrollo tecnológico, muy ligada además, a la filosofía y las ciencias sociales.

Hoy, no sólo las ciencias exactas y naturales presentan un componente científico y práctico. Las ciencias sociales se acercan actualmente a la objetividad planteada en su momento por las ciencias exactas.

La dualidad de la teoría y la práctica, presente en casi todas las ciencias actuales, implica la necesidad de la compenetración de estos elementos. Es imprescindible, para entender a cabalidad las disciplinas científicas, comprender tanto el fenómeno práctico como los postulados teóricos. En la actualidad las Ciencias Sociales presentan un alto componente científico y

práctico, a la vez que cada una complementa a la otra con lo cual se logra un resultado superior en las investigaciones.

"Toda profesión es una mezcla de teoría y práctica, debe existir una relación armónica entre estos dos elementos, sin excederse ni el uno ni el otro. Cada disciplina práctica descansa en un cuerpo teórico, toda valoración práctica tiene lugar en un cuerpo teórico. Las técnicas métricas a pesar de ser disciplinas esencialmente prácticas también descansan en fundamentos teóricos importantes, que facilitan su mejor comprensión, así como la apreciación de su utilidad y desarrollo." (Sánchez Díaz, 2002).

La utilización de las matemáticas en las Ciencias Sociales tiene su antecedente fundamental en el positivismo de Augusto Comte, filósofo y matemático francés. Esta doctrina filosófica tuvo una influencia especial en el siglo XIX y planteaba que ningún conocimiento era válido científicamente si no procedía de la experiencia. La creciente aplicación de métodos y modelos matemáticos a las diferentes ramas del conocimiento, entre ellas las Ciencias Sociales, es una de las particularidades que ha caracterizado el desarrollo de la ciencia contemporánea.

Este proceder ha distinguido una nueva línea de investigación que aborda otra manera de representar el conocimiento científico y que emana de su característica dicotómica entre lo intangible y lo mensurable. Es precisamente lo intangible de este conocimiento lo que genera la imperiosa necesidad de medir sus aspectos cuantitativos, como una genuina forma de representar las regularidades que describen su comportamiento y como una incuestionable vía para enriquecer su discurso teórico.

La expresión cuantitativa del comportamiento de cualquier fenómeno junto a la representación matemática y estadística de su conocimiento científico resultan vías válidas para estudiar e identificar las regularidades científicas que se manifiestan en un área o campo de conocimiento determinado.

Este particular, resultante del proceso de matematización del conocimiento científico, es posible distinguirlo por una línea de investigación conocida como metría del conocimiento científico, la que, sensible de ser aplicada a cualquier área del saber; se define como la aplicación de métodos y modelos matemáticos para el análisis cuantitativo del objeto de estudio de una ciencia dada, así como para la revelación de sus leyes y regularidades.



La Bibliotecología y las Ciencias de la Información no escapan a este proceso y en la medida que se han ido desarrollando de manera sustancial y vertiginosa, también lo han hecho los denominados Estudios Métricos de la Información (EMI) entendido como el “término genérico que agrupa a las especialidades métricas de la información tales como la bibliometría, la informetría, la bibliotecometría y la archivometría (Gorbea, 2005 citado en Puente, 2008). A esta definición sumaremos la cienciometría y se hará referencia a esta última y a la informetría ya que serán aplicadas durante el desarrollo de la investigación.

### **I.3.1 La cienciometría.**

La cienciometría como término surgió en la URSS y en Europa Oriental, y alcanzó su máxima popularidad en 1977, con el surgimiento de la revista titulada *Scientometrics* (La revista internacional más importante en esta rama, se autodefine como la “revista internacional sobre los aspectos cuantitativos de la ciencia, la comunicación científica y la política científica). Inicialmente se publicó en Budapest, Hungría, por la editorial Akadémiai Kiadó, y después en Amsterdam, Holanda, por la Editorial Kluwer Academic Publishers. Actualmente es una producción conjunta de ambas editoriales.

Las primeras definiciones consideraban a la cienciometría como “la medición del proceso informático donde el término informático significa, a diferencia de hoy en día con una connotación de computadoras, la disciplina científica que estudia la estructura y las propiedades de la información científica y las leyes del proceso de comunicación (Mikhailov et al ,1984 citado por Spinak, 1996).

El significado ampliado que tiene hoy en día el término cienciometría, que sustituye al de ciencia de la ciencia, fue promovido por Derek de Solla Price, quien impulsó este campo de investigación en la década de los años sesenta del siglo XX.

La cienciometría aplica técnicas bibliométricas a la ciencia; pero va más allá de ellas al examinar las políticas científicas, usa técnicas matemáticas y el análisis estadístico para investigar las características de la investigación científica. (Spinak, 1996).

La cienciometría (*Scientometrics*) es definida como: “una disciplina perteneciente a la Cienciología que se ocupa del estudio y aplicación de métodos y modelos matemáticos dirigidos hacia una medición reproductiva de

la ciencia como fenómeno social, revela sus regularidades cuantitativas y su efecto en la sociedad” (Morales Morejón y Cruz Paz, 1997).

Este mismo autor apunta que al ser la disciplina métrica, perteneciente a la Cienciología, abarca todo lo concerniente al análisis cuantitativo de los sistemas y procesos científicos; o sea, incluye la medición no solo de sus resultados (o sea de las publicaciones científicas), sino también de aquellos recursos de entrada que requiere el proceso científico para su desarrollo. Comprende el conjunto de trabajos dedicados al análisis cuantitativo de la investigación científica y técnica.

La Cienciometría incluye a la Bibliometría, como una herramienta entre otras, para analizar los sistemas de investigación. Las herramientas cienciométricas ayudan a hacer emerger, con mayor o menor precisión, las fronteras de un campo de investigación, los límites de una disciplina, las variaciones que afectan a estas esferas, las relaciones de influencia que tienen lugar en el curso de elaboración de una información. Estas herramientas ayudan a hacer emerger a partir de huellas, de indicios dejados por los autores en el curso de sus prácticas, las redes que constituyen los campos de la ciencia.

Salvador Gorbea-Portal plantea que la Cienciometría “es una disciplina métrica, que utiliza en la metría del conocimiento variables e indicadores métricos de la información documentaria, por constituir las publicaciones científicas el canal más utilizado en la transferencia del conocimiento científico. Posteriormente plantea que esta “disciplina métrica abarca en su tema de estudio todo lo concerniente al análisis cuantitativo de los sistemas y procesos científicos. (Gorbea Portal, 1994).

Esta disciplina se basa en el análisis y cómputo de determinados indicadores bibliométricos tales como autores de artículos, citas que aparecen en la bibliografía de cada artículo, palabras contenidas en los títulos de los artículos o en los resúmenes entre otros.

La cienciometría estudia los aspectos cuantitativos de la ciencia como disciplina o actividad económica, forma parte de la sociología de la ciencia y encuentra aplicación en el establecimiento de las políticas científicas, donde incluye entre otras las de publicación. Ella emplea, técnicas métricas para la evaluación de la ciencia (el término ciencia se refiere, tanto a las ciencias

naturales como a las sociales), y examina el desarrollo de las políticas científicas de países y organizaciones.

Los análisis cuantitativos analizan a la ciencia como una disciplina o actividad económica, comparan las políticas de investigación desarrolladas por distintos países y sus resultados desde una perspectiva económica y social.

Los temas de estudio de la cuantimetría incluyen, entre otros:

- El crecimiento cuantitativo de la ciencia.
- El desarrollo de las disciplinas y subdisciplinas.
- La relación entre ciencia y tecnología.
- La obsolescencia de los paradigmas científicos.
- La estructura de comunicación entre los científicos.
- La productividad y creatividad de los investigadores.
- Las relaciones entre el desarrollo científico y el crecimiento económico.

### **1.3.2 La informetría.**

El término “informetría” comienza a emplearse en el campo de las ciencias de la información a partir de la década del 80 del siglo XX. En 1987, se celebró en Bélgica la Conferencia Internacional sobre Bibliometría y Aspectos Teóricos de la Recuperación de Información. En ella se sugirió la inclusión de este vocablo para la siguiente conferencia a celebrarse en Londres en 1989.

La introducción de la palabra informetría se le atribuye al alemán Otto Nacke, quien lo utilizó por primera vez en 1979. Al principio sólo se le reconoció como un campo general de estudio que incluía elementos de la bibliometría y de la cuantimetría surgidas con anterioridad.

La informetría se basa en las investigaciones de la bibliometría y la cuantimetría, y comprende asuntos como el desarrollo de modelos teóricos y las medidas de información, para hallar regularidades en los datos asociados con la producción y el uso de la información registrada; abarca la medición de aspectos de la información, el almacenamiento y su recuperación, por lo que incluye la teoría matemática y la modelización. (Spinak, 1996).

La informetría es una disciplina instrumental de las ciencias de la información, su objeto de estudio son los datos (información), la información social, que se obtiene y utiliza en todos los campos de la actividad del hombre, los procesos

del pensamiento creador para la generación y utilización de la información social, los procesos de presentación, registro, procesamiento, conservación, búsqueda, diseminación y percepción de la información, el papel y el lugar de las fuentes de información (documentales y no documentales) en la sociedad, el desarrollo humano y el nivel de informatividad del hombre en la sociedad, los procesos socio-tecnológicos de informatización de la sociedad y la orientación humanista de la informatización. Entre sus aplicaciones más importantes en el presente, están: analizar los flujos de información, la obsolescencia de la información y medir el nivel de informatización de la sociedad.

Algunos especialistas consideran sinónimos la bibliometría y la informetría; otros, como ocurre con ciertos autores rusos, entienden que la segunda incluye un área más amplia, porque comprende la cienciometría y la bibliometría. Otros enunciados la definen como la aplicación del análisis estadístico para estudiar las características del uso y de la creación de los documentos, el estudio cuantitativo de la producción de documentos como se refleja en las bibliografías, la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos al estudio del uso que se hace de los documentos dentro de los sistemas de bibliotecas y entre ellos. Asimismo se conceptualiza como el estudio cuantitativo de las unidades físicas publicadas, de las unidades bibliográficas o de sus sustitutos. La informetría se aplica en áreas bien definidas, entre las que se pueden señalar:

- Los aspectos estadísticos del lenguaje y la frecuencia del uso de las palabras y frases.
- Las características de la productividad de los autores, medida por la cantidad de documentos publicados en un tiempo determinado o por su grado de colaboración.
- Las características de las fuentes donde se publican los documentos, incluida su distribución por disciplinas.
- Los análisis de citas, según distribución por autores, tipo de documento, instituciones o países.
- El uso de la información registrada a partir de su demanda y circulación.
- La obsolescencia de la literatura mediante la medición de su uso y de la frecuencia con que se cita.

- El incremento de la literatura por temas.
- La distribución idiomática según la disciplina o el área estudiada.

El objeto de estudio de estas disciplinas se define por las ciencias a las que sirven de instrumento. Es indudable la existencia de un alto nivel de solapamiento entre ellas, principalmente en el flujo del conocimiento/información y en los métodos y modelos matemáticos afines, sin embargo, cada una tiene su propio objeto y tema de estudio específico: la Cienciometría es la disciplina instrumental de la Cienciología, como lo es la Informetría, de las Ciencias de la Información.

La importancia de las métricas radica en su posibilidad de establecer pronósticos y tendencias a partir de determinado número de variables e indicadores científicos para la toma de decisiones. Su valor no radica solamente en la posibilidad de obtener resultados cuantitativos que apoyen la toma de decisiones en materia de política científica -organización y administración, gestión de recursos, pronósticos, impacto y evaluación, etc., sino en su capacidad para estudiar la ciencia a nivel general como fenómeno social con el apoyo de las matemáticas. Permite la identificación de leyes y regularidades que rigen la actividad científica mediante el análisis del tamaño, crecimiento y distribución de los documentos por una parte y el estudio de la dinámica de los grupos científicos por la otra.

Las aplicaciones métricas dirigidas a la evaluación de la producción científica en contextos particulares, por ejemplo, en una revista, en una organización, son también importantes para la toma de decisiones.

La producción científica es considerada como la parte materializada del conocimiento generado, es factible de medir para conocer su comportamiento; los métodos bibliométricos constituyen una herramienta por excelencia para estos fines.

# Capítulo 2



## *Capítulo II. Análisis de la producción científica a partir de los Balances de Ciencia y Técnica del ISMM.*

La universidad trabaja en tres dimensiones fundamentales la docencia, la extensión universitaria y la investigación científica. Los profesores universitarios, de modo sistemático, participan en tareas de investigación como parte de su quehacer académico. Al igual que el ejercicio docente, la investigación científica forma parte consustancial del trabajo cotidiano de los mismos, incorporados a diferentes proyectos de investigación, que responden a una política científica coherente, basada en prioridades y conducida por consejos científicos quienes evalúan periódicamente sus resultados como parte de un sistema de ciencia e innovación tecnológica a escala de todo el país. En el capítulo se recoge el quehacer científico de los Doctores del Instituto Superior Minero Metalúrgico a partir de los Balances de Ciencia.

### II.1 Política científica.

En el mundo actual, los cambios económicos se producen con una rapidez extraordinaria, muy a tono con los que también se operan en el terreno de la ciencia y la tecnología, lo que ha dado pie a que muchos países hayan elaborado y establecido políticas científicas que, incluyendo el alcance del ya tradicional Sistema de Ciencia y Tecnología, les permitan un mayor radio de acción con nuevos componentes y la participación de nuevos actores de la vida económica y social del país. De aquí es que surgen los llamados Sistemas de Ciencia e Innovación Tecnológica.

En América Latina la preocupación por las políticas de ciencia y tecnología surgió muy pocos años después que los países industrializados tomaran conciencia acerca de su importancia. Una peculiaridad de la región ha sido la íntima vinculación entre estas políticas y la problemática del desarrollo.

Después de la segunda guerra mundial se pusieron en marcha grandes programas de reconstrucción de los países beligerantes y a ello se aplica la tarea de muchos de los organismos multinacionales recién creados. El comercio internacional se va recuperando, pero América Latina encuentra dificultades crecientes para beneficiarse de los flujos de intercambio. Los

actores más destacados de la región comienzan a experimentar una desconfianza creciente acerca de los presuntos beneficios del modelo internacional vigente.

Cuando los países de América Latina caen en la cuenta de su marginación respecto a los nuevos escenarios de la economía y las políticas internacionales, alzan sus voces para instalar la problemática del desarrollo en la agenda de temas prioritarios de la comunidad internacional. Por efecto de aquellas presiones se crea la CEPAL (Comité Económico para América Latina), como un organismo especializado en la economía latinoamericana y la cuestión del desarrollo es reconocida como la prioridad estratégica fundamental para la región (Sunkel y Paz, 1970, citado por Albornoz, 2001).

En este marco, los países de la región intentan abrir el campo de la política científica y tecnológica. A partir de la década de los cincuenta, muchos de ellos crean instituciones destinadas a la política, el planeamiento y la promoción de la ciencia y la tecnología. Aquellas acciones, que reciben un gran impulso en la siguiente década, son en muchos aspectos discontinuas y contradictorias, pero en otros exhiben una notable continuidad debido a que, en general, son diseñadas siguiendo las pautas organizativas y la concepción general que difunden activamente UNESCO y OEA.

Apenas comenzada la década de los sesenta, el apoyo a la ciencia y la tecnología entra en la agenda de la cooperación hemisférica. La preocupación dominante inicialmente es la necesidad de desarrollar metodologías para la planificación de la política científica y tecnológica, en el marco de la planificación general del desarrollo. Este punto de vista queda claramente expresado en la Declaración de los Presidentes de América, surgida de la reunión de Punta del Este en 1967. (Albornoz, 2001).

Sin embargo, pese a tales esfuerzos, la cruda realidad de la vida económica hace que el proceso de ISI (Industrialización por Sustitución de Importaciones) se nutra de tecnología transferida en forma incorporada a las grandes inversiones de capital, sin que se preste suficiente atención a las fases de adaptación a las condiciones de mercado, aprendizaje y todas aquellas que hoy se engloban en el concepto de trayectoria tecnológica de las firmas (Bell, 1995 citado por Albornoz, 2001). El resultado es una baja capacidad tecnológica del sector productivo de los países latinoamericanos, escasa



demanda de conocimientos tecnológicos generados localmente y, por lo tanto, sistemas científicos escasamente vinculados con los procesos económicos y sociales.

Al cabo de algunas décadas, el modelo de ISI fracasa en resolver el problema y, en algunos aspectos, hasta los agrava, pese a haber alcanzado cierto éxito en impulsar el crecimiento de la industria de manufacturas en muchos países de la región.

La experiencia de América Latina en utilizar la política científica y tecnológica como instrumento de desarrollo, pese a ciertos logros en el plano académico, no puede ser considerada como un éxito. Algunos autores señalan que esto se debe a ciertos factores que acentúan los aspectos negativos del enfoque basado en la oferta. El primero de ellos es la escasa demanda de conocimiento científico y tecnológico por parte del sector productivo. El segundo factor tiene carácter estructural y consiste en la inexistencia o la extrema fragilidad de los vínculos e influencias recíprocas entre el estado, la sociedad y la comunidad científica (Dagnino, 1999 citado por Albornoz, 2001). La importancia de este problema es claramente percibida por Jorge Sábato, quien propuso, como modelo orientador de las estrategias de desarrollo, un triángulo de interacciones entre los vértices correspondientes al gobierno, el sector productivo y las instituciones científicas y académicas (Sábato, 1969 citado por Albornoz, 2001).

En la práctica latinoamericana, el vacío dejado por la demanda del sector productivo es ocupado por la comunidad científica. Ella juega, en el diseño de las políticas latinoamericanas de ciencia y tecnología, un papel que excede por mucho tiempo la influencia que tiene en los países avanzados.

Ya desde finales de los sesenta del siglo pasado, un sector surgido del propio núcleo de las comunidades científicas de los países de América Latina había comenzado a manifestar una actitud crítica respecto al modelo de desarrollo seguido hasta entonces en relación con la ciencia y la tecnología. Este fenómeno, convergente a posteriori con otras corrientes originadas en el ámbito de la economía, fue parte importante de lo que más tarde sería denominado como pensamiento latinoamericano en ciencia y tecnología (Albornoz, 2001).

La crítica al modelo preexistente fue enfocada desde distintos ángulos. Desde uno de ellos se destacó el carácter marginal de la ciencia en la región,

vinculándola con la dependencia de los centros de poder mundial. Desde esta perspectiva crítica se señala que la producción científica tiene más relación con las necesidades internas del grupo social que las genera, que con los requerimientos propios del desarrollo del país dependiente (Herrera, 1971 citado por Albornoz, 2001). Otros autores caracterizan al sistema científico de los países latinoamericanos como exogenerado y endodirigido (Suárez, 1973 citado por Albornoz, 2001). Un cuestionamiento más radical se tradujo en la distinción entre la ciencia importada, copiada o generada localmente en función de demandas sociales, y el modelo de país que a cada una de ellas correspondía (Varsavsky, 1969 citado por Albornoz, 2001).

Cuba no está exento a estas tendencias por lo que reorienta su política científica para su inserción en el nuevo escenario económico internacional que representa hoy un verdadero reto y un desafío, por cuanto el país ha de realizar acciones urgentes dirigidas a modificar su política económica anterior basada en las relaciones típicas de producción socialista, en correspondencia con las realidades actuales que le impone el nuevo orden económico mundial. Una nueva política se sustenta, entonces, en una descentralización mayor de decisiones, el desarrollo de relaciones económicas horizontales, una mayor autonomía y el autofinanciamiento de las empresas.

En el nuevo escenario al que tiene que enfrentarse, el país debe ganar su espacio propio en el mercado global con sus mecanismos y regulaciones que le caracterizan, y esto no puede hacerse al margen de una nueva organización, planeamiento y financiamiento de la ciencia y la tecnología, en las que primen la inteligencia y el equilibrio de las potencialidades y posibilidades del Estado y del sector empresarial, y en las que se empleen eficientemente las redes internacionales de colaboración e integración surgidas a partir del proceso de globalización económica.

El nuevo Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica (SCIT) implantado en Cuba, tiene como objetivo fundamental contribuir a que, de forma determinante, la economía nacional alcance, en el menor tiempo posible y con la eficiencia requerida, el espacio que le corresponde en el mercado internacional, utilizando para ello el despliegue de todo su potencial científico y tecnológico y transformando el avance científico técnico en buenos productos y éxitos comerciales. Esta transformación debe lograrse mediante acciones que

acerquen los resultados del quehacer científico y tecnológico al mercado, de manera que se obtengan nuevos o mejorados productos, procesos y servicios. Para la consecución del objetivo propuesto, se debe promover y alcanzar una verdadera vinculación entre la ciencia, la tecnología, la producción, el mercado, las necesidades objetivas de la sociedad y la preservación del medio ambiente. El SCIT está integrado por subsistemas que, en sus esferas particulares de acción, están relacionados indisolublemente en el alcance único del Sistema.

Estos subsistemas son los siguientes:

- Subsistema de planeamiento
- Subsistema de financiamiento
- Subsistema de estimulación
- Subsistema de recursos humanos especializados
- Subsistema de actores sociales
- Subsistema de aseguramiento informativo
- Subsistema de colaboración internacional
- Subsistema de supervisión y control

Cada subsistema lleva implícito un conjunto específico de actividades y tareas a ejecutar, y todos están regidos por principios organizacionales generales, dado el carácter sistémico con que es imprescindible enfrentar el proceso de la investigación e innovación tecnológica. Estos principios fundamentales son los siguientes:

- El SCIT comprende a todos los Órganos Estatales y Organismos de la Administración Central del Estado, así como a todas las empresas de producción de bienes y servicios y a un número elevado de entidades de la esfera no productiva, así como a diferentes organizaciones nacionales no gubernamentales y a otras formas organizacionales relacionadas también con la actividad científico técnica.
- El SCIT no constituye objeto directo de dirección administrativa por ningún órgano en particular, dado que sus funciones se ejercen y desarrollan por prácticamente todos los actores sociales.

- Las funciones reguladora y facilitadora del Sistema las desempeña el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), que es quien traza la política científica general del país y vincula las potencialidades de todo tipo, con el propósito de que se concreten acciones en el campo científico y tecnológico que propicien la competitividad necesaria tanto a nivel micro como macroeconómico, condicionante del desarrollo económico y del bienestar de la sociedad.
- El ejercicio del papel del CITMA vinculado a la ciencia y la innovación tecnológica requiere de interacción activa con todos los organismos globales de la economía nacional, así como con los organismos ramales y los gobiernos territoriales, siempre en funciones del principio regulador y facilitador, no desde posiciones de dirección.
- La función básica del CITMA se sustenta en métodos novedosos, flexibles y ágiles, articulados con los mecanismos que operen en el modelo de dirección económica del país.
- La innovación tecnológica como proceso específico puede estar vinculado a una empresa, territorio, rama específica, región geográfica o al país en general, por lo que las particularidades del sujeto receptor y su entorno juegan un papel determinante. Todo ello implica, desde el punto de vista organizacional, que no se utilicen soluciones iguales a problemas disímiles y que se propicie la autonomía necesaria e imprescindible en la toma de decisiones.

La adopción consecuente del SCIT tiene como premisa fundamental el planeamiento de la actividad científica y de innovación tecnológica, el que, a su vez, toma como punto de partida el proyecto de desarrollo económico y social del país y sus exigencias de crecimiento económico y de elevación en la producción de bienes y servicios. El planeamiento es el eslabón central del SCIT, y la elaboración del Plan de Ciencia e Innovación Tecnológica, en los diferentes niveles, toma en consideración un conjunto amplio de actividades necesarias y suficientes para alcanzar los objetivos que se proponen, incluidas aquellas que aseguren el funcionamiento interno del propio SCIT.

El planeamiento de la actividad científica y de innovación tecnológica se concibe con un enfoque temporal, en el que se garantiza una adecuada

correspondencia entre las características y particularidades del presente y los intereses del desarrollo futuro.

De acuerdo con la extensión temporal, los planes de ciencia e innovación tecnológica se subdividen en planes estratégicos y planes corrientes. En los primeros se consideran las necesidades del país y las transformaciones esperadas, materializadas en los llamados Programas Científico Técnico. En los segundos la prospección es a corto plazo, atendiendo a la naturaleza de las actividades que abarca el Sistema y con una concepción modulable y deslizante de ajuste anual del plan y en la proyección para el próximo ciclo.

El plan corriente opera con la ejecución de Proyectos Científico Técnico, los cuales son objeto de contratación con las diferentes entidades. Al plan estratégico de cada entidad le corresponde definir los objetivos fundamentales que debe lograr con un determinado grado de generalidad, mientras que con el plan corriente se efectúan los ajustes y precisiones, buscando soluciones adecuadas y alternativas que permitan garantizar el cumplimiento de los objetivos estratégicos.

Desde el punto de vista organizativo, el planeamiento de la actividad científica y de innovación tecnológica se realiza en cuatro niveles, que son: nacional, ramal, territorial e institucional, con una estructura jerarquizada sobre la base de la conjugación de los intereses globales del país con los particulares de las diferentes ramas, territorios y entidades.

La categoría básica del planeamiento de la actividad científica y de innovación tecnológica es el proyecto científico técnico, al estar éste asociado o no a un programa, y que será objeto de contratación entre las unidades que ejecutan y sus clientes o consumidores. Estos últimos pueden ser organismos del Estado, empresas estatales y privadas, organizaciones no gubernamentales y organismos internacionales. El contrato económico, en este caso, es un instrumento básico en el planeamiento, por cuanto define las actividades y etapas de ejecución, el costo del proyecto, las salidas específicas y las formas y condiciones de pago.

En cada nivel organizativo o entidad, el plan de ciencia e innovación tecnológica se elabora partiendo de los proyectos y de otras tareas no necesariamente vinculadas a ellos, pero que sean de interés para dicha entidad o nivel. La conformación de los proyectos asociados a programas se realiza

sobre la base fundamental del ejercicio de convocatoria o, en su defecto, por encargo de los niveles correspondientes.

Finalmente, el SCIT contempla un sistema informacional estadístico para analizar y evaluar, en fin, controlar rigurosamente, el cumplimiento de los indicadores principales asociados a los planes de ciencia e innovación tecnológica.

Los Programas Científico Técnico son las actividades de ciencia e innovación tecnológica decisivas en el planeamiento para asegurar el cumplimiento de las líneas principales de desarrollo económico y social del país. Mediante la ejecución de los Programas se logra, de la forma más integral posible, elevar la eficiencia y nivel científico y tecnológico en las diferentes esferas de la vida económica y social.

Los Programas Científico Técnico se organizan partiendo de su incidencia en el desarrollo económico y social de la nación, y se estructuran de la forma siguiente:

- Programas Nacionales
- Programas Ramales
- Programas Territoriales

Los Programas Nacionales constituyen la prioridad esencial del Estado en el proceso de organización y ejecución de las actividades científicas y de innovación tecnológica, en dependencia de su impacto en el desarrollo económico y social del país. A estos Programas se asocian, entonces, proyectos específicos que promuevan el cumplimiento de los objetivos establecidos para los Programas respectivos. Dichos proyectos pueden presentarse en forma de investigaciones básicas, aplicadas y de desarrollo e innovación tecnológica. A los Programas de corte tecnológico se integran también proyectos relacionados con tareas de tipo social, económicas y ambientales, vinculadas con el uso o generalización de tecnologías.

Los Programas Nacionales se conforman y estructuran con cierta periodicidad, en dependencia de las necesidades del país en cada etapa y de sus proyecciones de desarrollo socio económico.

Entre las decisiones dirigidas al fortalecimiento de la actividad científica y tecnológica en el país se suma la Estrategia Nacional de Ciencia e Innovación

Tecnológica, que conjuntamente con el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica (SCIT) y los lineamientos de la Política Nacional de Ciencia y Tecnología, conforman la totalidad de documentos rectores básicos para el trabajo en esta esfera. Como prioridades de la Ciencia y la Tecnología se hacen corresponder cuatro grupos de prioridades definidos y aprobados en las Bases para la proyección estratégica de la Ciencia y la Innovación Tecnológica en Cuba, estos grupos son:

Grupo 1. Áreas donde se pretende alcanzar o mantener excelencia y competitividad internacional a partir de productos y tecnologías novedosas. (Vacunas, productos farmacéuticos, biotecnología agrícola y animal, lucha contra plagas y enfermedades, mejoramiento vegetal y recursos filogenéticos, neurociencias).

Grupo 2. Áreas claves vinculadas a producciones más tradicionales, donde son necesarios cambios tecnológicos importantes para garantizar competitividad en los productos, aumento de la eficiencia, diversificación de la producción, y garantizar el cumplimiento de las normas ambientales establecidas. (Caña, azúcar y sus derivados, alimentos, energía, salud, níquel, tecnologías de la información y las comunicaciones, tabaco, industria pesquera, turismo, construcción, defensa y seguridad)

Grupo 3. Áreas vinculadas al estudio de la naturaleza, la sociedad y el medio ambiente cubanos. (Evolución del medio ambiente cubano, sociedad cubana, la economía cubana en el contexto de la economía mundial, el trabajo con los cuadros)

Grupo 4. Áreas científicas y tecnológicas avanzadas en las que es necesario alcanzar o mantener determinado nivel que facilite el avance de los otros grupos y caracterice la continuidad del desarrollo futuro del país. (Bioinformática, materiales de avanzada, ciencias de la información, nanotecnologías)

Estos Programas Nacionales son dirigidos, coordinados, controlados y financiados por el CITMA, a través de la Agencia de Ciencia y Tecnología perteneciente a este organismo.

Por su parte, los Programas Científico Técnico Ramales se integran a partir de los aspectos priorizados para el desarrollo de las diferentes ramas, y dan respuesta a las necesidades específicas de la vida económica y social en las respectivas esferas. Estos Programas Ramales, cuando su alcance o complejidad coincide con los intereses empresariales estrictos, son dirigidos, coordinados, controlados y financiados por las empresas correspondientes. En cambio, cuando los mismos rebasan los intereses de la empresa o entidad, deberán ser aprobados, dirigidos, coordinados, controlados y financiados por los Órganos Estatales y los Organismos de la Administración Central del Estado respectivos.

En el caso de los Programas Científico Técnico Territoriales, ellos son expresión de las prioridades del proceso de organización y ejecución de la actividad científico técnica en correspondencia con su impacto en el desarrollo económico y social a nivel de los diferentes territorios del país. Los mismos, por tanto, son dirigidos, coordinados, controlados y financiados por los territorios correspondientes en la forma en que se instrumente al efecto por mediación de las delegaciones territoriales del CITMA.

Cada Programa, ya sea Nacional, Ramal o Territorial, tiene asociado al mismo un grupo de expertos, el cual está en la obligación de evaluar y aprobar adecuadamente los proyectos que se presenten al Programa respectivo, incluyendo su idoneidad en cuanto a las temáticas específicas y a la asociación de sus objetivos particulares con los generales del programa. El grupo de experto también analizará y controlará sistemáticamente el cumplimiento de cada una de las etapas que conforman el cronograma de ejecución de los proyectos.

Considerando la Política Científica Nacional, regida por el CITMA, el Ministerio de Educación Superior como Órgano de la Administración del Estado (OACES) es el encargado de controlar los resultados de la actividad científica de las universidades, teniendo como premisa las líneas de investigación trazadas en sus políticas científicas. El Instituto Superior Minero Metalúrgico está en función del desarrollo de la actividad científica del país, constituye la principal



institución académica en la rama geólogo-minera y metalúrgica, desde el comienzo de sus funciones el 1 de noviembre de 1976 se ha erigido como un importante eslabón en el desarrollo de la Industria Cubana del Níquel. Su vinculación estrecha con el sector productivo que caracteriza su entorno, su tradición patriótica y científica, sustenta la formación continua de profesionales revolucionarios de alto nivel en las ciencias técnicas, económicas y humanistas con capacidad de liderazgo científico y político para transformar los procesos con tecnologías sostenibles.

Tiene como misión ser una institución universitaria para la formación integral y continua de profesionales competitivos comprometidos con la patria y con los ideales y principios de la Revolución, portadores de elevados valores socio humanistas que garanticen la continuidad del socialismo, desarrolla investigaciones científicas de relevancia nacional en el perfil Minero – Metalúrgico y la protección del medio ambiente y promueve con tecnologías apropiadas un desarrollo sostenible de la sociedad en un ambiente participativo y de mutuo compromiso de trabajadores y estudiantes, con una destacada labor extensionista y de promoción cultural.

Dentro de sus resultados, la investigación científica es fundamental para el cumplimiento de los objetivos estratégicos que se proyecta de ahí que su política científica esté en correspondencia con las exigencias de los momentos actuales.

### **II.1.1 Política científica del ISMM.**

La universidad contemporánea requiere una acertada política científica, capaz de articular sus recursos humanos, la estructura científica, una correcta política de relaciones internacionales, así como, estrechas relaciones con instituciones locales, territoriales, nacionales e internacionales, ya que estos elementos son indispensables para lograr una gestión exitosa en la obtención de financiamiento para las investigaciones. La política científica debe ser la base para formular los principales proyectos de investigación o innovación tecnológica que deberán ser ejecutados y esto a su vez facilita la creación de proyectos, aspecto imprescindible en la gestión del financiamiento de la ciencia.

## **Estructura de la política científica del ISMM.**

La política científica del ISMM tiene tres niveles.

- Problemas económico-sociales nacionales y territoriales.
- Líneas científicas de prioridad universitaria.
- Proyectos de investigación en temas y líneas priorizadas.

## **Primer nivel: Problemas económico-sociales nacionales y territoriales.**

### **Nacionales:**

- Uso racional y aprovechamiento de los recursos naturales.
- Fuentes alternativas de energía y eficiencia energética.
- Desarrollo local y medio ambiente.
- Materiales para ingeniería y la industria de materiales de construcción.
- Calidad en la formación del profesional.
- Pensamiento cubano y desarrollo de la sociedad.

### **Territoriales:**

- Desarrollo de la industria del Níquel.
- Producciones limpias y tecnologías para la industria minero metalúrgica.
- Calidad de vida y medio ambiente.
- Eficiencia energética en la industria y el turismo.
- Energía eólica.
- Formación y desarrollo de capital humano.
- Uso racional y aprovechamiento de los recursos naturales.
- Voladura en la minería y la construcción.
- Construcción subterránea y geotecnia.
- Geología y minería de los yacimientos de corteza de intemperismo ferro niquelífera.
- Materiales para industria de la construcción.
- Preparación mecánica de minerales.
- Tecnología extractiva de níquel y cobalto.
- Informática aplicada y automatización industrial.

- Fabricación y diseño de equipos para industria minero metalúrgica.

### **Fuentes alternativas de energía y eficiencia energética.**

- Eficiencia energética en la industria y el turismo.
- Transporte de fluidos.
- Energía eólica.
- Desarrollo local y medio ambiente.
- Prospectivas del desarrollo local.
- Peligros y riesgos naturales y tecnológicos.
- Tecnologías limpias.
- Cierre de minas y ordenamiento minero.
- Patrimonio geólogo minero.
- Desarrollo sostenible de la actividad minero metalúrgica.

### **Calidad en la formación del profesional.**

- Didáctica de la enseñanza en la educación superior.
- Educación a distancia y sistema virtuales.
- Plataformas interactivas en la enseñanza.

### **Segundo nivel: Líneas científicas de prioridad universitaria.**

- Desarrollo y formación del capital humano.
- Extensión universitaria intra y extra universitaria.
- Formación de valores en los estudiantes.
- Perfeccionamiento de los planes de estudio de las carreras del ISMM.
- Gestión universitaria y calidad de vida en el ISMM.

### **Tercer nivel: Proyectos de investigación en temas y líneas priorizadas.**

- Automatización y control de variables para la eficiencia en los accionamientos.
- Eficiencia energética de sistemas de climatización centralizada tipo todo agua.
- Herramientas para la modelación matemática ambiental.
- Cultura e Identidad.

- Implementación de una Red para la Gestión del Conocimiento Ambiental.
- Diseño de estrategias de desarrollo local sostenible para los Municipios del este de la Provincia Holguín a partir de la gestión del conocimiento por las SUM.
- Sistema para ejecución energética en las redes de suministro eléctrico industrial a través del control y monitoreo de los parámetros de calidad de la energía eléctrica en la RED.
- Estudio de las variaciones mecánicas superficiales mediante la deformación plástica por soldadura.
- Análisis estratigráfico de la cuenca central.
- Evaluación de la peligrosidad y gestión de riesgo y desastres por deslizamientos y movimientos de laderas y taludes. Red CYTED
- Uso de los modelos de dispersión de contaminantes en el análisis de riesgo de la contaminación atmosférica.
- Red ALFA –TUNING América Latina. Creación de un espacio común en la educación superior en Latinoamérica.
- Proyecto de Asesoría técnica en Geología y Minería con el Ministerio de Energía y Minas de Guatemala. Red CYTED.

## II.2 Análisis de la fuente documental.

Para la investigación que se presenta, se tomó como fuente documental y de análisis los Balances de Ciencia y Técnica generados por la Vicerrectoría de Investigaciones del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa en el período 2004-2009, el estudio sólo abarca cinco años; al no contar con la información del 2006, no existe documentación que recoja los resultados de este año. Los Balances constituyen el resultado de los Informes de Ciencia y Técnica que hacen llegar los departamentos a la Vicerrectoría de Investigaciones; durante el estudio se detectó que la información no se recoge de manera uniforme, los departamentos, que deben enviar la materia prima con que se elabora el informe final, envían sus informes con datos erróneos, incompletos, sin una secuencia lógica de los resultados, todo lo cual dificulta la confección del

informe final y la obtención de datos si se necesita hacer alguna investigación posteriormente, como el caso que nos ocupa.

En la investigación se analizaron las publicaciones generadas, en el período 2004-2009 , por 56 Doctores de los 59 que constituyen el total, no se incluyó para el estudio a los que fungen como profesores del Instituto a tiempo parcial, pertenecientes a los departamentos de Geología, Minería, Matemática, Informática, Metalurgia, Mecánica, Eléctrica, Química, Cultura Física, Marxismo y Física.

Para el estudio se analizó un total de 305 publicaciones registradas en los Balances de Ciencia y Técnica en el período 2004-2009, se tuvieron en cuenta indicadores de productividad científica tales como: productividad científica por autores, productividad científica por año, productividad científica por departamentos docentes, así como la correspondencia temática entre las publicaciones y las líneas de investigación declaradas por la Vicerrectoría de Investigaciones para la política científica de la institución.

A continuación definiremos los indicadores de productividad utilizados en el estudio.

**Productividad científica por autores:** cantidad de trabajos firmados por cada Doctor en el período analizado.

Con este indicador se pretende conocer la cantidad de contribuciones hechas por cada autor.

**Productividad científica por año de publicación:** cantidad de contribuciones por año de publicación.

Con este indicador se obtendrá la cantidad de publicaciones por año.

**Productividad científica por departamentos docentes:** cantidad de publicaciones por departamento docente.

Con este indicador se obtendrá la cantidad de publicaciones por departamento docente.

## II.3 Resultados del análisis bibliométrico de los Balances de Ciencia y Técnica.

### II.3.1 Productividad Científica por autores a partir del análisis de los Balances de Ciencia y Técnica, período 2004 – 2009.

El estudio se realizó para un total de 56 autores (Véase Anexo 1) en los 305 títulos de publicaciones analizados. Esto fue determinante para conocer cuales son los más productivos en el período 2004-2009.

Se analizó el listado de los autores de acuerdo a la Ley de Lotka y a los niveles que esta propone de manera que fue posible identificar los más productivos. Sobre la base del índice de Lotka se acostumbra a distribuir a los autores de un conjunto determinado de publicaciones en tres niveles de productividad: pequeños productores (con un solo trabajo e índice de productividad igual a 0), medianos productores (entre 2 y 9 trabajos e índice de productividad mayor que 0 y menor que 1) y grandes productores (10 o más trabajos e índice de productividad igual o mayor que 1) (Spinak, 1996).

Para la determinación de este indicador se realizó el conteo completo, donde una misma publicación firmada por varios autores se le asigna a cada uno de ellos, por lo que el total de las contribuciones hechas por los autores es de 399 y el total real de 305.

<b>Nivel de productividad</b>	<b>Cantidad de Autores por nivel</b>	<b>Cantidad de publicaciones por nivel</b>
1er nivel (10 o más publicaciones)	15	208
2do nivel ( de 2 a 9 publicaciones)	34	187
3er nivel (1 publicación)	4	4
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>399</b>

**Tabla No 1. Productividad autoral por niveles.**

La tabla muestra la cantidad de autores y de publicaciones por nivel de productividad, se observa un total de 53 autores, tres de ellos no se incluyen al no registrar publicaciones en este período. (Ver anexo 1)

Al observar los datos aportados por la aplicación de la Ley de Lotka y compararlos con el listado de autores, se obtiene que los grandes productores son:

<b>Autor</b>	<b>No. de Publicaciones</b>	<b>% de Publicaciones</b>
Sosa Martínez, M	17	4,3
Díaz Martínez, R	16	4,0
Charchabal Pérez, D	16	4,0
Rojas Purón, L. A.	15	3,8
Guardado Lacaba, R.	15	3,8
Batista Rodríguez, J. A.	15	3,8
Coello Velázquez, A.L.	14	3,5
Legrá Lobaina, A. A.	14	3,5
Pierra Conde, A.	13	3,3
Marrero Ramírez. S.	13	3,3
Blanco Torrens, R.C.	13	3,3
Orozco Melgar, G.	13	3,3
Blanco Moreno, J.	13	3,3
Guerrero Almeida, D	11	2,8
Watson Quesada, R.	10	2,5
<b>Total de publicaciones</b>	<b>208</b>	<b>52.1</b>

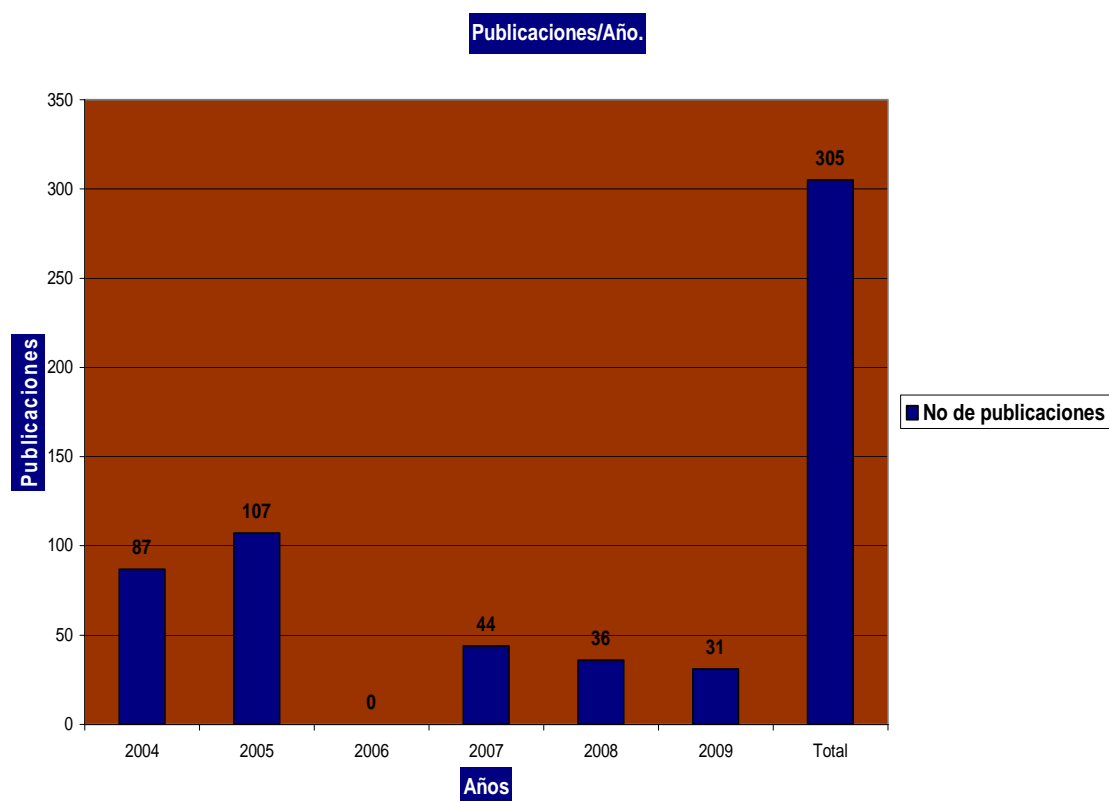
**Tabla No 2. Autores más productivos.**

En la tabla se observan los autores, organizados según su nivel de productividad científica. Aparece como mayor productora la Doctora Mercedes Sosa Martínez con un total de 17 publicaciones que representa un 4,3 % del total de las publicaciones.

De igual manera resultó importante realizar un estudio sobre el comportamiento de las publicaciones por año en el período analizado.

### II.3.2 Productividad Científica por año a partir del análisis de los Balances de Ciencia y Técnica, período 2004 – 2009.

La productividad científica por año, resultante del análisis de los Balances de Ciencia y Técnica, en el período 2004 – 2009 se muestra gráficamente a continuación:

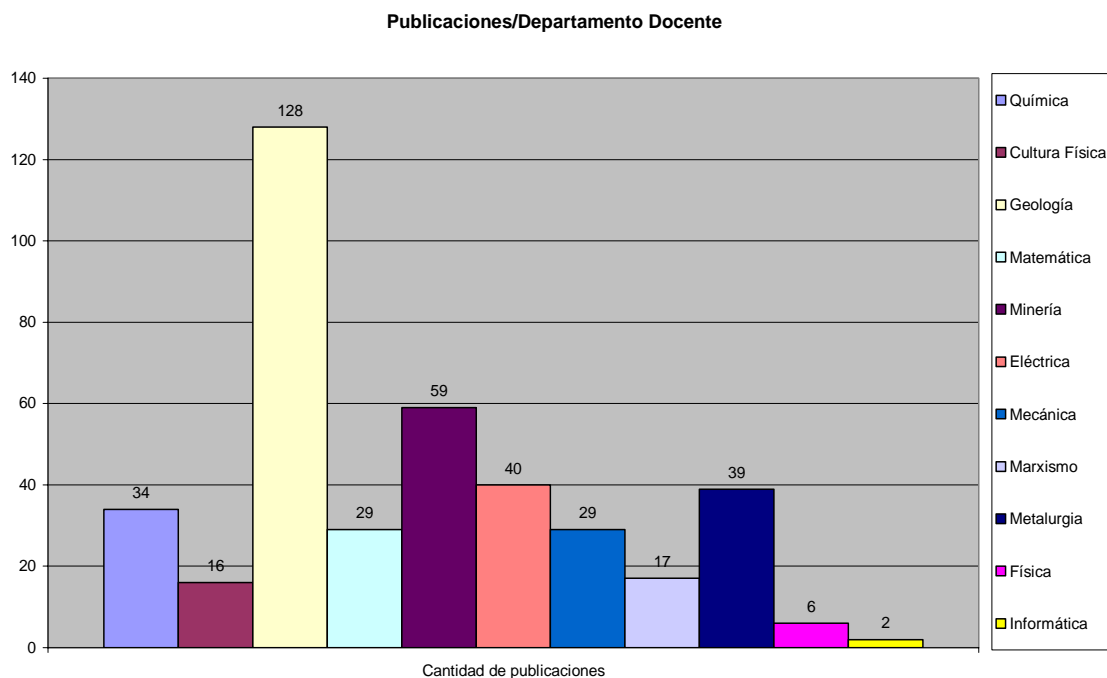


**Gráfico 1. Productividad Científica por año a partir del análisis de los Balances de Ciencia y Técnica, período 2004 – 2009.**

En el gráfico anterior se destaca como se ha comportado la productividad científica por años en el período 2004 - 2009 recogidas en los Balances de Ciencia y Técnica del ISMM para un total de 305 publicaciones, pudiéndose observar como el año más productivo el 2005, con 107 publicaciones; se representa el año 2006 con un valor nulo, al no contar con el Balance de Ciencia y Técnica, lo cual constituye una limitante para el estudio en cuestión y en los años 2007, 2008 y 2009 ocurre un descenso en el número de publicaciones, siendo este último el menos productivo con un total de 31 publicaciones. (Ver anexo 2)



### II.3.3 Productividad Científica por departamentos docentes a partir del análisis de los Balances de Ciencia y Técnica, período 2004 – 2009.



El gráfico muestra la productividad científica de los departamentos docentes a los que pertenecen los autores del estudio, los Doctores del ISMM, siendo la muestra de la presente investigación, por lo que no se recogen todos los departamentos. El departamento más productivo es el departamento de Geología con un total de 128 publicaciones que representa el 32,1 % del total de las publicaciones. (Ver anexo 3).

### II.3.4 Correspondencia entre las publicaciones de los Doctores y las Líneas de Investigación del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

Líneas de Investigación.	No. de Publicaciones
Uso racional y aprovechamiento de los recursos naturales.	134
Desarrollo local y medio ambiente.	57
Fuentes alternativas de energía y eficiencia energética.	37
Calidad en la formación del profesional.	36
Desarrollo de la industria del Níquel.	30
Formación y desarrollo del capital humano.	10
Materiales para ingeniería y la industria de materiales de la construcción.	9
Eficiencia energética en la industria y el turismo.	7
Pensamiento cubano y desarrollo de la sociedad cubana.	2
Producciones limpias y tecnologías para la industria minero metalúrgica.	1
Calidad de vida y medio ambiente	1
Energía eólica	0
<b>Total</b>	<b>324</b>

**Tabla No 4. Correspondencia entre las publicaciones y las líneas de Investigación de la Política Científica del ISMM.**

La tabla muestra en orden decente el número de publicaciones que responden a cada una de las líneas de investigación recogidas en la política científica del ISMM, el total de estas publicaciones varía con respecto al total real (305) y al total a partir del conteo completo (399) , siendo un total de 324 porque existen publicaciones que responden a más de una línea de investigación, este fenómeno se manifiesta fundamentalmente en las líneas: uso y aprovechamiento de los recursos naturales y desarrollo de la industria del níquel, donde se evidencia el carácter interdisciplinario de las publicaciones; se presenta el uso y aprovechamiento de los recursos naturales con un total de 128 publicaciones como la de mayor número de trabajos publicados.

Durante el análisis de las publicaciones se identificaron dos de ellas que no responden a ninguna de las líneas establecidas en la política científica del centro, lo que representa 0,7 % del total de las publicaciones, por lo que el 99,3 % de las publicaciones se corresponden con las líneas de investigación, reflejando una acertada correspondencia entre las publicaciones y las líneas de investigación.



*Conclusiones*

## *CONCLUSIONES*

- La producción científica juega un papel determinante en el desarrollo de la ciencia.
- Las universidades constituyen los principales centros gestores de la producción científica.
- La evaluación de la actividad científica es un factor clave para determinar la correspondencia entre el resultado de las investigaciones materializado en la producción científica y las líneas de investigación como parte de las políticas científicas.
- Se registraron un total de 305 publicaciones como parte de la producción científica de los Doctores en el período 2004-2009 a partir de los Balances de Ciencia y Técnica del ISMM.
- Considerando los niveles de productividad establecidos por la ley de Lotka se reconoció como autora más productiva, la Doctora Mercedes Sosa Martínez con 17 publicaciones que representa el 4,3 % del total de las publicaciones sobre la base del conteo completo.
- Resultó ser el 2005 el año más productivo y el menos productivo el 2009, evidenciando un decrecimiento significativo en la producción científica.
- El departamento más productivo resultó ser el de Geología con un total de 128 publicaciones que representa el 32,1 % del total de las publicaciones.
- El 99,3 % de las publicaciones se correspondieron con las líneas de investigación trazadas en la política científica de la institución, lo que reflejó una acertada correspondencia.

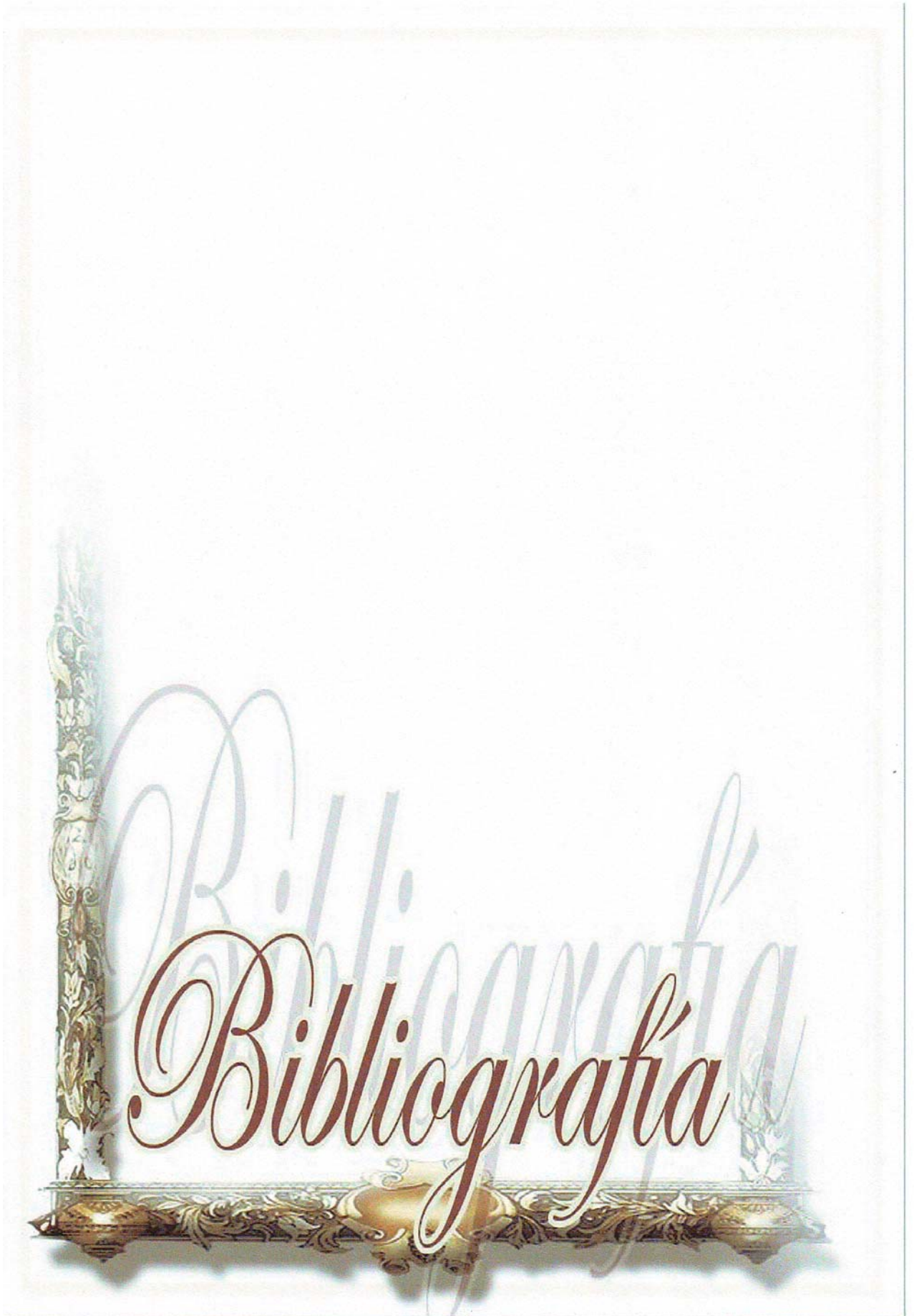


Recomendaciones

## *RECOMENDACIONES*

- Mejorar los informes que envían los departamentos docentes a la Vicerrectoría de Investigaciones de manera que haya uniformidad en la información para facilitar la confección de los Balances de Ciencia y Técnica y futuras investigaciones en este campo.
- Normalizar la entrada de autor de las publicaciones para evitar sesgos a la hora de realizar estudios de este tipo.
- Crear una base de datos a texto completo que recoja el quehacer científico de los investigadores de la universidad.







## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALBORNOZ, M. Política Científica y Tecnológica: una visión desde América Latina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, [en línea]. [Consultado: 25/05/2010], 2005 10(1). Disponible en: <http://www.cien.tecn.soc.innov/revista/pol1/ht>
- CASTRO DIAZ-BALART, F. *Ciencia , innovación y futuro*. La Habana : Editorial Ediciones Especiales, 2001.
- Diccionario de filosofía*. Moscú: Editorial Progreso, 1984.
- GORBEA – PORTAL, S. Principios teóricos y metodológicos de los estudios métricos de la información. *Investigación Bibliotecológica*, 1994. 8(17): 23-32.
- MORALES MOREJON, M.; A., CRUZ PAZ. La Bibliotecología, la Cienciología y la Ciencia de la Información y sus disciplinas instrumentales: su alcance conceptual. *Ciencias de la Información*. 1997; 26(2):70-88.
- NUÑEZ JOVER, J. *La ciencia como actividad*. En: La Ciencia y la Tecnología como procesos sociales: lo que la educación científica no debería olvidar. La Habana: Editorial Félix Varela, 2004. (26 – 36).
- PIEDRA SALOMON Y. *La investigación de la Comunicación Social en Cuba: estudio informétrico de las tesis de diploma y de grado. Período 1994-2004*. Trabajo de diploma. La Habana, 2005.
- PUENTE MARQUEZ, Y. *Producción científica sobre Comunicación Social en Cuba: Estudio métrico a partir del análisis de las publicaciones seriadas cubanas en el periodo 1970-2004*. Trabajo de diploma. La Habana, 2008.
- RUIZ DE OSMA, O. *Evaluación de la Ciencia* [en línea]. [Consultado en: 21/02/10]. Disponible en: [http://www.ugr.es/~rruizb/cognosfera/sala\\_de\\_estudio/ciencimetria\\_red\\_es\\_conocimiento/evaluacion\\_de\\_la\\_ciencia.htm](http://www.ugr.es/~rruizb/cognosfera/sala_de_estudio/ciencimetria_red_es_conocimiento/evaluacion_de_la_ciencia.htm)
- RUIZ SUAREZ, Y.; Y.; MANCEBO PEREZ. *La Producción Científica de América Latina y el Caribe en Ciencias de la Información representada en la base de datos Information Science Abstracts (1966-marzo de 1998)*. Trabajo de diploma. La Habana, 1999.

- SÁNCHEZ DÍAZ, M. Algunas consideraciones teórico-conceptuales sobre la Bibliotecología y la Ciencia de la Información. *Ciencias de la Información*. 2002; 33(2):27-37.
- SPINAK, E. Indicadores cuantitativos. *Acimed*. 2001, 9(4): 13-20  
----- . Diccionario Enciclopédico de Bibliometría, Cuantimetría e Informetría. Caracas: UNESCO, 1996.
- TORRALBO, M; [et al]. Análisis metodológico de la producción española de tesis doctorales en educación matemática (1976-1998) *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa* [en línea] [Consultado: 14/01/2009], 2004, 10(1). Disponible en: [http://www.uv.es/RELIEVE/v10n1/RELIEVEv10n1\\_3.htm](http://www.uv.es/RELIEVE/v10n1/RELIEVEv10n1_3.htm).
- KROHLING KUSCH, M. A produção científica em relações públicas e comunicação organizacional no Brasil: análise, tendências e perspectivas. *ALAIC*, [en línea]. [Consultado: 14/01/2010], 2005 10(1). Disponible en: <http://www.eca.usp.br/alaic/boletin11/kunsch.htm>

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ALCAIN PARTEARRYO, M. D. Aspectos métricos de la Información Científica. *Ciencias de la Información*, 1991, 4(160): 32-36.
- ARAUZ CAVALLINI, L F. *Evaluación de la investigación científica: perspectiva de un director de Instituto de Investigación*. [en línea] [Consultado: 15/04/10]. Disponible en: [www.vinv.ucr.ac.cr/girasol/documgirasol/foro/mrev/faiia.ppt](http://www.vinv.ucr.ac.cr/girasol/documgirasol/foro/mrev/faiia.ppt).
- ARENCIBIA, R. ACIMED en Scopus: un nuevo paso hacia la proyección internacional de la investigación cubana sobre bibliotecología y ciencias d la información. *Acimed*, [en línea]. [Consultado: 28/03/2010], 2007, 16(5). Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16\\_5\\_07/aci/111007.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16_5_07/aci/111007.htm)
- BAHAMONTE FERNANDEZ, R. Estudio de la utilización de los fondos en el centro multisectorial de ICT de Matanzas con la aplicación de técnicas informétricas. *Actualidades de la Información Científica y Técnica*, 1990, 154-155 (5-6):53-60
- CAÑEDO ANDALIA, R. Los estudios de citas en la evaluación de los trabajos científicos y las publicaciones seriadas. *Acimed*, 1999, 7(1): 30-39.
- CARRIZO SAINERO, G. *Hacia un concepto de bibliometría* [en línea]. [Consultado: 21/02/10]. Disponible en: <http://www.ucm.es/multidoc/publicaciones/journal/pdf/bibliometria-esp.pdf>.
- CASTRO DIAZ-BALART, F Cuba. Amanecer del tercer milenio : ciencia, sociedad y tecnología. La Habana : Editorial Científico Técnica, 2002.
- DIAZ BATISTA, D; M., ZALDIVAR COLLAZO; E., BAS LLUCH. Evaluación de la literatura científico- técnica publicada en la revista tecnológica a partir de 1980. *Actualidades de la Información Científica y Técnica*, 1990, 151(2): 72-80.
- GUERRA PÉREZ, M. Comportamiento de la productividad y la autoría en las revistas cubanas especializadas en Bibliotecología y Ciencia de la Información en el período 2000-2006. *Acimed*, [en línea]. [Consultado: 28/02/2010], 2007, 16(6) .Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16\\_6\\_07/aci071207.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16_6_07/aci071207.htm).

- HERNANDEZ SAMPIER, R. *Metodología de la investigación*. La Habana: Editorial Félix Varela, 2004.
- JIMÉNEZ CONTRERAS, E. *Bases para un concepto de las métricas* [en línea]. [Consultado: 21/02/10]. Disponible en: <http://www.ugr.es/local/rruizb/cognosfera>
- MACIAS CHAPULA, C. A. Papel de la informetría y de la cienciometría y su perspectiva nacional e internacional. [en línea] [Consultado: 2/3/2010]. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol9\\_s\\_01/sci06100.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol9_s_01/sci06100.htm).
- MARTINEZ RODRIGUEZ, A. *Estudios Métricos de la Información: selección de lecturas*. La Habana: Editorial Félix Varela, 2004.
- MORALES MOREJÓN, M.; C. BORDON GARCIA. Evaluación informétrica del flujo informacional de la base de datos C del sistema INSPEC-1984. *Actualidades de la Información Científica y Técnica*, 1987, 151(2): 25-30.
- . La Bibliotecología, la Cienciología y la Ciencia de la Información y sus disciplinas instrumentales: su alcance conceptual. *Ciencias de la Información*, 1995,26, (2): 12-18.
- PIEDRA SALOMON, Y. [et al]. *Contribuciones cortas: Análisis métrico de la producción científica en comunicación social en Cuba*. [en línea]. [Consultado: 28/02/2009], Disponible en: <http://bvs.sld.cu/revista/aci/vol14-4-06/aci07406.htm#cargo>
- PIÑERO FERNANDEZ, O.A; M.M, MORALES MOREJON; M.V, TATO RODRIGUEZ. Análisis informétrico de la producción científica sobre Hematología en la base de datos Excerpta Medica. *Actualidades de la Información Científica y Técnica*, 1987, 137(6):80-95.
- RENDON ROJAS, M. A. *Hacia un nuevo paradigma en bibliotecología* [en línea]. [Consulta: 23/3/2010]. Disponible en: <http://www.puccamp.br/~biblio/rojas83.html>
- RUSELL, J. M. *Obtención de indicadores bibliométricos a partir de la utilización de las herramientas tradicionales de información*. [en línea] [Consultado: 2/3/2010]. Disponible en: <http://www.eventos.bvsalud.org/INFO2004/docs/es/RussellJM.pdf>.
- SANCHO, R. Determinación del núcleo de revistas más productivas en el área de la industria de la caña de azúcar y sus derivados, empleando la

ley de distribución de Bradford. *Actualidades de la Información Científica y Técnica*, 1998, 143(6):74-80.

-----Indicadores científicos para la evaluación de la ciencia y la tecnología en los países en vía de desarrollo. *Actualidades de la Información Científica y Técnica*, 1988, 140 (3): 19-28.

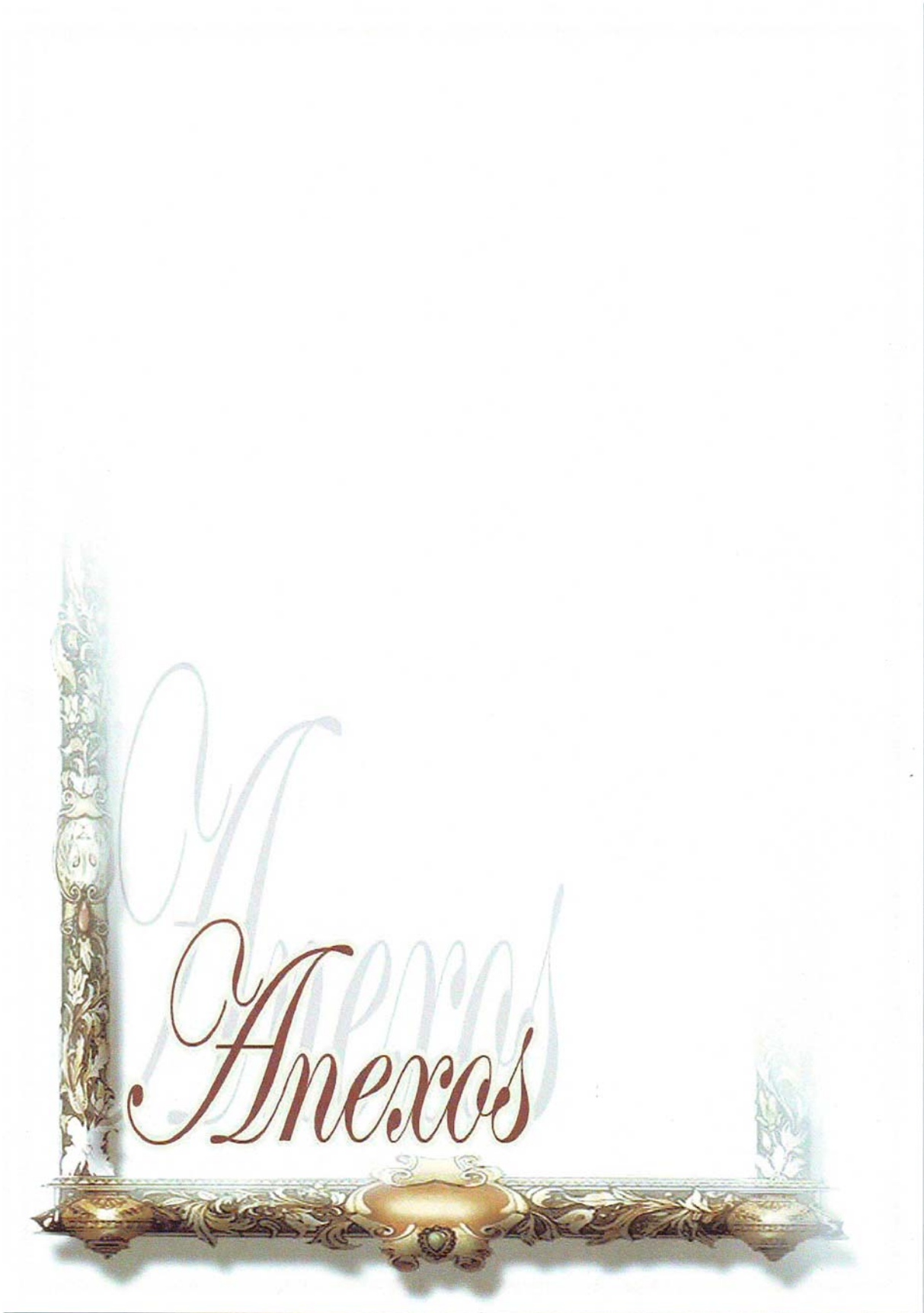
SETIEN QUESADA, E; S., GORBEA PORTAL. Conceptos métricos de las disciplinas biblioteca – informativas. *Actualidades de la Información Científica y Técnica*, 1990, 156, No especial: 3-15.

TATO RODRIGUE, M.V. [et al]. Estudio exploratorio de la producción científica de las especialidades de Hematología e Inmunología en el decenio 1975-1985 a través de las revistas médicas cubanas. *Actualidades de la Información Científica y Técnica*, 1987, 137(6): 33-45.

TORRICELLA MORALES, R. G [et al]. *Estudio bibliométrico sobre la presencia de autores cubanos en el Web of Science. Data Grama Zero* [en línea] [Consultado: 26/3/2010]. Disponible en: [http://www.dgz.org.br/ago00/Art\\_03.htm](http://www.dgz.org.br/ago00/Art_03.htm)

UNESCO. Documento de política para el cambio y el desarrollo en la educación superior. Paris: UNESCO, 1981.

ZUMELZU, E .*Indicadores de evaluación de I+D: experiencia de la ANEP España y prácticas de la Unión Europea* [en línea]. [Consultado: 16/02/2010]. Disponible en: [www.redhucytoas.org/ricyt/interior/biblioteca/informes/informeZumelzu.doc](http://www.redhucytoas.org/ricyt/interior/biblioteca/informes/informeZumelzu.doc)



Anexas

# ANEXOS

## ANEXO 1

	<b>Autores</b>	<b>No. de Artículos</b>	<b>% de Artículos Publicados</b>	<b>Departamento</b>
1	<b>Sosa Martínez, M</b>	17	4,3	Química
2	<b>Díaz Martínez, R</b>	16	4,0	Geología
3	<b>Charchabal Pérez, D</b>	16	4,0	Cultura Física
4	<b>Rojas Purón, L. A.</b>	15	3,8	Geología
5	<b>Guardado Lacaba, R.</b>	15	3,8	Geología
6	<b>Batista Rodríguez, J. A.</b>	15	3,8	Geología
7	<b>Coello Velázquez, A.L.</b>	14	3,5	Metalurgia
8	<b>Legrá Lobaina, A. A.</b>	14	3,5	Matemática
9	<b>Pierra Conde, A.</b>	13	3,3	Minería
10	<b>Marrero Ramírez. S.</b>	13	3,3	Eléctrica
11	<b>Blanco Torrens, R.C.</b>	13	3,3	Minería
12	<b>Orozco Melgar, G.</b>	13	3,3	Geología
13	<b>Blanco Moreno, J.</b>	13	3,3	Geología
14	<b>Guerrero Almeida, D</b>	11	2,8	Minería
15	<b>Watson Quesada, R.</b>	10	2,5	Minería
16	<b>Rojas Purón, L.D.</b>	9	2,3	Eléctrica
17	<b>Laborde Brown, R.</b>	9	2,3	Eléctrica
18	<b>Almaguer Carmenati, Y.</b>	9	2,3	Geología
19	<b>Torres Tamayo, E</b>	9	2,3	Mecánica
20	<b>Montero Peña, J.M.</b>	9	2,3	Marxismo
21	<b>Montero O Forril, J.L.</b>	8	2,0	Matemática
22	<b>Columbié Navarro, A.O</b>	8	2,0	Eléctrica
23	<b>Chang Cardona, A.R.</b>	8	2,0	Metalurgia
24	<b>Otero Calvi, A.</b>	8	2,0	Química
25	<b>De Miguel Fernández, C</b>	8	2,0	Geología
26	<b>Martínez Vargas, A.</b>	8	2,0	Geología
27	<b>Almaguer Riverón, C.D.</b>	8	2,0	Marxismo
28	<b>Turro Breffe, A.</b>	7	1,8	Mecánica
29	<b>Fernández Maresma, E.</b>	7	1,8	Metalurgia
30	<b>Garrido Rodríguez, M.</b>	7	1,8	Química

**ANEXO 1 (continuación)**

31	<b>Ferrer Carbonell, E.A.</b>	6	1,5	Física
32	<b>Ulloa Carcassés, M.</b>	6	1,5	Minería
33	<b>Guardiola Romero, R.L</b>	6	1,5	Matemática
34	<b>Muñoz Gómez, J.N.</b>	6	1,5	Geología
35	<b>Rodríguez Infante, A.</b>	5	1,3	Geología
36	<b>Velázquez del Rosario, A.</b>	4	1,0	Mecánica
37	<b>Izquierdo Pupo, R.</b>	3	0,8	Mecánica
38	<b>Morales Rodríguez, F.A.</b>	3	0,8	Mecánica
39	<b>Suárez Feliú, M.</b>	3	0,8	Mecánica
40	<b>Palacio Rodríguez, A.</b>	3	0,8	Metalurgia
41	<b>Mariño Pérez, A.</b>	3	0,8	Metalurgia
42	<b>Leyva Rodríguez, C.</b>	3	0,8	Geología
43	<b>Romero Ramírez, M.M.</b>	2	0,5	Química
44	<b>Beyris Mazar, P.E.</b>	2	0,5	Metalurgia
45	<b>Mariño Cala, M.</b>	2	0,5	Metalurgia
46	<b>Noa Monges, R.</b>	2	0,5	Minería
47	<b>Cartaya Pire, M</b>	2	0,5	Minería
48	<b>Belete Fuentes, O.</b>	2	0,5	Minería
49	<b>Vera Sardiñas, L.O.</b>	2	0,5	Geología
50	<b>García Áviles, M.R.</b>	1	0,3	Eléctrica
51	<b>Rosario Ferrer, Y.</b>	1	0,3	Informática
52	<b>Sánchez Muñoz, D.Y.</b>	1	0,3	Informática
53	<b>Trujillo Codorníu, R.A.</b>	1	0,3	Matemática
54	<b>Izaguirre Bonilla, C.</b>	0	0	Química
55	<b>Carballo Peña, A.</b>	0	0	Geología
56	<b>Verdecia Vicet, P.</b>	0	0	Física



## ANEXO 2

<b>Años</b>	<b>No de publicaciones</b>
2004	87
2005	107
2006	0
2007	44
2008	36
2009	31
Total	305

**Tabla: Productividad científica por año de publicación.**

### ANEXO 3

<b>Departamentos</b>	<b>Cantidad de publicaciones</b>
Química	34
Cultura Física	16
Geología	128
Matemática	29
Minería	59
Eléctrica	40
Mecánica	29
Marxismo	17
Metalurgia	39
Física	6
Informática	2

**Tabla: Productividad científica por departamento docente.**