

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Matemática, Física y Computación

Carrera: Ciencias de la Información



Tesis para optar por el título de Licenciatura en Ciencias de la Información

TÍTULO

Indicadores cienciométricos para evaluar la producción científica de las áreas de Matemática Física y Computación, Química y Farmacia y Centro de Bioactivos Químicos.

Autora: Lianet León García

Tutora: Dr. C. María Josefa Peralta González

Curso: 2016-2017

Santa Clara

Dedicatoria

Esta investigación va dedicada a todas las personas que de una forma u otra a lo largo de esta travesía estuvieron presente brindándome apoyo incondicionalmente.

A todos

Agradecimientos

A mi tutora María Josefa Peralta González, que sin su ayuda hubiera sido imposible terminar con esta investigación, gracias por ayudarme y por atenderme a pesar de todo.

A todos los profesores que a lo largo de estos años han estado presente dando lo mejor de sí para formarnos como profesionales ejemplares.

A mis padres, a mis abuelos, a mi esposo y familia en general, gracias a todos por soportar mis majaderías y por el apoyo que me han brindado.

Gracias a todos.

Resumen

En la presente investigación se identifican los referentes teóricos conceptuales en relación con los indicadores cienciométricos para la evaluación de la producción científica. Se definen estos indicadores para evaluar la actividad científica de las áreas de Matemática, Física y Computación (MFC), la de Química y Farmacia (FQF) y el Centro de Bioactivos Químicos (CBQ) de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) durante el periodo 2013-2015 y establecer una comparación entre sus resultados. Se presentan datos cuantitativos que permiten la valoración del desarrollo que ha tenido la producción de estas facultades desde una perspectiva cienciométrica. Se exponen los antecedentes fundamentales a nivel internacional como nacional para la evaluación cienciométrica de instituciones ya que estos permiten la visión de la ciencia desde una perspectiva económica y social. El objetivo que persigue esta investigación es evaluar los resultados de la producción científica de las áreas más visibles de la UCLV en los últimos tres años teniendo en cuenta indicadores de entrada y salida para la evaluación de la ciencia.

Palabras Claves: Indicadores Cienciométricos, Producción Científica, Matemática, Física y Computación, Química y Farmacia, Centro de Bioactivos Químicos, Indicadores Socioeconómico

Abstract

In the present investigation the relating ones are identified theoretical conceptual in connection with the indicative *cienciométricos* for the evaluation of the scientific production. They are defined these indicators to evaluate the scientific activity of Mathematics's areas, Physics and Calculation (MFC), Chemistry and Pharmacy (FQF) and the Center of Chemical Bioactivs (CBQ) of the Central University "Marta Abreu" of Las Villas (UCLV) during the period 2013-2015 and to establish a comparison among their results. Quantitative data are presented that allow the valuation of the development that has had the production of these abilities from a *sciencimetrics* perspective. The fundamental antecedents are exposed at international level as national for the *sciencimetrics* evaluation of institutions since these they allow the vision of the science from an economic and social perspective. The objective that pursues this investigation is to evaluate the results of the scientific production of the most visible areas in the UCLV in the last three years having in bill entrance indicators and exit for the evaluation of the science.

Key words: *Sciencimetrics* Indicators, Scientific Production, Mathematics, Physics and Calculation, Chemistry and Pharmacy, Center of Chemical Bioactivs, Socioeconomic Indicators,

Tabla de contenido

Dedicatoria.....	2
Agradecimientos.....	3
Resumen.....	4
Abstract.....	5
Introducción.....	11
Pregunta de Investigación.....	12
Objeto de investigación	12
Campo de acción.....	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.....	12
Justificación.....	13
Antecedentes.....	13
Estructura capitular.....	17
Declaración de la norma bibliográfica.....	17
Capítulo 1: Capítulo 1: Referentes teóricos conceptuales sobre indicadores cienciométricos para la evaluación de la producción científica en universidades.....	18
1.1 Debate terminológico sobre la Ciencimetría.....	18
1.2 Indicadores cienciométricos de la producción científica.....	22
1.3. Indicadores cienciométricos en estudios de la producción científica en universidades.....	25

1.4. Indicadores cienciométricos de la producción científica en universidades cubanas.....	31
Capítulo 2: Marco metodológico de la investigación.....	42
2.1. Tipo de Investigación.....	42
2.1.1. Población y Muestra.....	43
2.2. Métodos y técnicas.....	43
2.2.1. Métodos del nivel teórico.....	43
2.2.2. Métodos empíricos.....	43
2.2.2.1.Caracterización de las fuentes de información para el estudio.....	44
2.2.2.2.Caracterización del objeto de estudio.....	45
2.2.2.3. Búsqueda y procesamiento de la información.....	46
2.2.2.4. Procesamiento de la información.....	46
2.2.2.5.Batería de indicadores.....	47
2.2.2.5.1. Indicadores de input de la actividad científica.....	47
2.2.2.5.2. Indicadores de output de la actividad científica.....	48
2.3 Técnicas.....	54
Capítulo 3. Evaluación cienciométrica de las áreas MFC, FQF y CBQ en el período de 2013-2015.....	55
3.1 Indicadores input de la actividad científica.....	55
3.2 Indicadores de output de la actividad científica.....	58

3.3 Análisis de los indicadores no bibliométricos.....	64
Conclusiones.....	65
Recomendaciones.....	66
Bibliografía.....	67
Anexos.....	70

Índice de tablas

Tabla 1. Indicadores cienciométricos (Spinak, 1998).....	23
Tabla 2. Indicadores Bibliométricos asociados indirectamente a la Ciencimetría (Torres, 2007).....	27
Tabla 3. Indicadores no Bibliométricos (Cabezas, 2013).....	28
Tabla 4. Indicadores Generados por Documentos Publicados sobre la Producción Científica Chilena (Moya, 2014).....	29
Tabla 5. Organigrama de indicadores socioeconómicos (Arencibia, 2010).....	39
Tabla 6. Indicadores de input de la actividad científica.....	47
Tabla 7. Indicadores de output de la actividad científica.....	48
Tabla 8: Publicación por cada miles de CUP en I+D+i en cada área.....	57
Tabla 9. Top 15 de autores más productivos en el Grupo 1.....	60
Tabla 10. Producción y visibilidad científica por área en Grupo 1.....	60
Tabla 11: Distribución por cuartiles de los trabajos publicados por áreas.....	62
Tabla 12: Distribución por cuartiles de las revistas donde han publicado las áreas universitarias.....	62
Tabla 13: Patrones de colaboración de la producción científica de las Áreas MFC, FQF y CBQ en Scopus en el período 2013-2015.....	63

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Número de personal en ACT y Número de investigadores por área.....	55
Gráfico 2. Financiamiento por miles de CUP recibidos por proyectos y total de ingresos por comercialización de resultados.....	56
Gráfico 3. Proporción personal ACT y total de publicaciones de las áreas durante 2013-2015.....	57
Gráfico 4. Variación de la producción científica de MFC, FQF y CBQ en el período 2013-2015	58
Gráfico 5: Índice de actividad y visibilidad relativa.....	61
Gráfico 6: Indicadores no Bibliométricos.....	64

Índice de Abreviaturas principales

CBQ	Centro de Bioactivos Químicos
CeIT	Ciencia e Innovación Tecnológica
CITMA	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
EOP	<i>European Search Report de la European Patent Office</i>
FQF	Facultad de Química Farmacia
Grupo 1, 2, 3, 4	Artículos publicados en revistas indizadas en Scopus
I+D	Investigación y Desarrollo
JAN	Junta de acreditación Nacional
MES	Ministerio de Educación Superior
MFC	Facultad de Matemática, Física y Computación
RICYT	Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología
RRHH	Recursos Humanos
SCIT	Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica
SJR	<i>Scimago Journal Rank</i>
UCLV	Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
UH	Universidad de la Habana
WoS	<i>Web of Science</i>

Introducción

El avance de las tecnologías, la evolución del pensamiento humano y el aumento de la producción de información, han sido factores que han contribuido a que la humanidad invierta tiempo y dinero en investigar temas que en dependencia de las necesidades que se identifiquen contribuyen al desarrollo de la humanidad. Estas investigaciones son mayormente utilizadas en el mundo académico, y en relación con este aspecto se han desarrollado diferentes metodologías e indicadores para evaluar las diferentes dominios científicos.

El aumento de las investigaciones relacionadas con especialidades métricas y el resultado de estas es de vital relevancia para las universidades del mundo entero, juega un rol de extrema importancia la cienciometría la cual es definida por diferentes autores que concuerdan en que no es más que medir la producción científica y analizar el impacto que tienen las investigaciones desarrolladas en las universidades y centros de estudios. La Cienciometría aplica técnicas bibliométricas aunque en esencia es más amplia porque además de medir indicadores de producción también mide el desarrollo de políticas científicas que consideran a la ciencia como una disciplina o actividad económica, lo que permite realizar análisis cuantitativos que dan a conocer los gastos o costos de las investigaciones desarrolladas en las diferentes instituciones, todo esto permite realizar comparaciones de las políticas y los aspectos socioeconómicos entre las diversas instituciones.

Los resultados de los estudios cienciométricos son de vital importancia para el desarrollo de la producción científica de las diferentes universidades, sin dudas hay que resaltar el papel de la labor científica de los países latinoamericanos y en especial de un país como Cuba ya que permiten un acercamiento a su actividad científica. Estos resultados muestran los avances científico - técnicos que se han alcanzado en el país mediante el trabajo investigativo que realizan las universidades y que permite situar en un contexto amplio e internacional los resultados obtenidos. Además de dar reconocimiento mundial a las universidades estos estudios permiten reconocer las áreas de excelencia, las temáticas, los grupos de colaboración y las relaciones entre las diferentes disciplinas.

La UCLV posee estudios anteriores de su producción científica con visibilidad internacional, sin embargo, no desde el uso de indicadores cientiométricos que incluyan los recursos humanos, materiales y financieros de apoyo a la investigación. No existe una comparación más detallada de las áreas más productivas de la UCLV que permita evaluar de manera más efectiva los resultados científicos con visibilidad internacional y en años más recientes de su actividad científica. Este elemento es el que se ha tenido en cuenta para la realización de la presente tesis para dar a conocer de forma comparativa los resultados de la producción científica de las áreas de Matemática, Física y Computación (MFC), Facultad de Química y Farmacia (FQF) y el Centro de Bioactivos Químicos (CBQ).

Pregunta de Investigación

¿Cómo se manifiestan los indicadores cientiométricos de las áreas de MFC, FQF y CBQ durante el periodo 2013-2015?

Objeto de investigación: indicadores cientiométricos de la producción científica

Campo de acción: indicadores cientiométricos de la producción científica de las áreas MFC, QF, CBQ.

Objetivos

Objetivo general

- Comparar la producción científica de las áreas de MFC, FQF y CBQ durante el periodo 2013-2015 desde la perspectiva cientiométrica.

Objetivos específicos

1. Identificar los referentes teóricos conceptuales sobre indicadores cientiométricos para la evaluación de la producción científica en universidades.
2. Definir los indicadores cientiométricos para la evaluación de la producción científica de las áreas de MFC, FQF y CBQ durante el período 2013-2015.

3. Caracterizar el desarrollo de la producción científica de las áreas de MFC, FQF y CBQ durante el período 2013-2015 desde la perspectiva cienciométrica.

Justificación de la Investigación

El estudio evalúa por primera vez la producción científica de las áreas de FMFC, FQF y CBQ pertenecientes a la UCLV utilizando indicadores cienciométricos. Estos son indicadores de entrada de la ciencia y salida (producción científica) que permiten conocer de manera general como se ha comportado durante el período 2013-2015 la cantidad de documentos publicados y los autores más destacados. Es de vital importancia ya que permitirá comparar los resultados obtenidos con respecto a su potencial científico en las tres áreas más productivas de la UCLV. Permitirá demostrar desde los métodos científicos de la Ciencia de la Información cuál es el rendimiento de la actividad científica institucional. Posibilitará la toma de decisiones a las autoridades universitarias respecto a los resultados del periodo reciente de producción científica. Puede resultar punto de partida para identificar futuros indicadores para la evaluación del proceso de Ciencia e Innovación Tecnológica en la Universidad.

Antecedentes

En cuanto a los antecedentes referidos a la evaluación de la producción científica existen dos variantes de estudios, el cienciométrico que es al cual se hace referencia en la presente investigación y el Bibliométrico de los cuales se destacan:

- *Análisis de la Producción Científica de la Universidad de la Habana: Una Aproximación desde los Patrones de Comunicación Multi e Interdisciplinar de sus Profesores e Investigadores en el Web de la Ciencia (1988-2006)*, es una tesis que se centra en el estudio de la evolución de las áreas temáticas más abordadas por los investigadores que integran el claustro de profesores de la Universidad de la Habana. Además identifica la estructura de las redes de colaboración a partir de la producción científica y caracteriza los patrones de comunicación multi e interdisciplinar. Muestra además la tendencia que se

desarrolla en cuanto a la integración y la colaboración conjunta de las áreas de la UH que publican sobre temáticas similares y que pertenecen a un mismo dominio. (Martí, 2007)

- *Estudio Bibliométrico de la Producción, Actividad y Colaboración Científicas en Grupos de Investigación El Caso de la Universidad de Murcia*, otra tesis dedicada a evaluar la producción científica que describe a través de indicadores bibliométricos las investigaciones realizadas en la región de Murcia. Además determinan las características distintivas de los grupos de investigación en función de sus áreas y disciplinas y resalta los grupos más destacados en cuanto a producción e impacto. El resultado final de la investigación muestra el aumento cuantitativo de la producción internacional a lo largo del periodo que se analiza. (Cabezas, 2013)
- Un artículo que también hace referencia a los indicadores que evalúan la producción científica es *La Evaluación de la Ciencia: Revisión de sus Indicadores*, este ofrece una panorámica de los indicadores para la medición de la actividad de ciencia y tecnología a nivel internacional. Además de definir el papel que tienen la Cienciometría y la Bibliometría en la evaluación científica, la normalización de las estadísticas de ciencia y técnica a nivel global además de los sistemas de evaluación de la ciencia y la técnica en Cuba. (González y Molina, 2009)
- *Indicadores Bibliométricos para la Evaluación de la Producción Científica de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas en WoS y Scopus*, esta es una tesis para optar por el grado de doctor, la cual fue realizada por una profesora e investigadora perteneciente a la UCLV y que se dedica a caracterizar la producción científica de esta, los rankings universitarios y los indicadores métricos utilizadas para la evolución de la producción científica institucional. También se realiza una propuesta de indicadores bibliométricos para la evaluación de la producción institucional lo cual representa las metas a alcanzar por la institución para lograr un aumento en lo que se refiere al reconocimiento nacional e internacional. (Peralta, 2015)
- *Diseño de un sistema de información y evaluación científica. Análisis cienciométrico de la actividad investigadora de la Universidad de Navarra en el área de ciencias de la salud. 1999-2005*, esta investigación pretende

diseñar una aplicación automatizada destinada a la evaluación de la actividad científica de una institución. Además de realizar un análisis Bibliométrico y estructural en el ámbito de las ciencias de la salud de la Universidad de Navarra, como resultado principal se obtuvo el diseño e implementación de un sistema de información científica que trabaja con organismos, departamentos investigadores y categorías temáticas.(Torres, 2007)

En cuanto a los indicadores cientiométricos para la evaluación de la producción científica se destacan diversos trabajos que al igual que los anteriores fueron considerados como ejemplos puntales para la investigación estos son:

- *Visibilidad Internacional de la Ciencia y Educación Superior Cubanas: Desafíos del Estudio de la Producción Científica*, esta es una tesis doctoral realizada por un autor cubano que se ha destacado por ser uno de los principales investigadores en cuanto a la temática de la Cienciometría. Este propone una metodología para el análisis de la producción científica cubana con vista a ser utilizada en los procesos de toma de decisiones relacionadas con la Política Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica, construye una batería de indicadores para describir, caracterizar y evaluar la producción científica nacional en su contexto socio-económico. (Arencibia, 2010)
- *La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la cienciometría*, es un artículo que muestra la importancia que tiene para los programas de investigación, tecnología y desarrollo la evaluación de la actividad científica. Además señala el papel de la cienciometría como una herramienta clave en el desarrollo de indicadores para una buena gestión de las políticas científicas. Se tratan temas como la determinación de la calidad de una investigación, el valor cualitativo de los análisis de citas y la implementación de indicadores cientiométricos con fines evaluativos. (Arencibia y Moya, 2008)
- *Principales Indicadores Cientiométricos de la Actividad Científica Chilena 2012. Informe 2014: Una mirada a 10 años*, este es un informe realizado para actualizar la información de estudios anteriores con respecto a la actividad científica chilena utilizando indicadores cientiométricos. Se presentan

indicadores que permiten contar con una mirada diferente sobre el sistema chileno de ciencia y tecnología. (Moya, 2014)

- *Indicadores cienciométricos*, este artículo hace referencia a las metodologías que elabora la Cienciometría para formular indicadores con técnicas interdisciplinarias de la economía, la estadística, la administración y la documentación. A partir de su definición, de la explicación de su alcance y aplicación se presenta un artículo con varias alternativas de interpretación en relación con los indicadores cienciométricos existentes. (Spinak, 1998)
- *La evaluación de la ciencia y la tecnología: revisión de sus indicadores*, otro artículo que se refiere a la importancia de la cienciometría para la toma de decisiones en cuanto al desarrollo estratégico de los países y que responden a las demandas económicas y sociales de los mismos. En este se define el papel de las disciplinas métricas en la evaluación de la actividad científica y se plantean los retos a los que se enfrenta en la actualidad a nivel global como nacional. (González y Molina, 2008)

Estructura capitular

Capítulo 1: Referentes teóricos conceptuales sobre indicadores cienciométricos para la evaluación de la producción científica en universidades.

Se exponen los aspectos teóricos relacionados con la Ciencimetría, y con los indicadores cienciométricos que se tienen en cuenta para la evaluación de la producción científica de las universidades. Además se exponen criterios sobre las diversas definiciones que ofrecen autores destacados en el área de los estudios métricos.

Capítulo 2: Marco metodológico de la investigación.

Se identifican los métodos y técnicas utilizados para la realización de la investigación. También se definen los indicadores cienciométricos a utilizar para la evaluación de la producción científica de las facultades a analizar.

Capítulo 3: Capítulo 3. Evaluación cienciométrica de las áreas MFC, FQF y CBQ en el período de 2013-2015.

Se realiza la valoración centrada en los resultados obtenidos a partir de los indicadores definidos en el capítulo 2, además se realiza una comparación entre las facultades de MFC, QF y el CBQ.

Declaración de la norma bibliográfica:

La norma que se tienen en cuenta para las citas y referencias utilizadas en la investigación es la Norma Bibliográfica Harvard 2015-2016, y se utiliza el gestor bibliográfico *EndNote X7*.

Capítulo 1: Referentes teóricos conceptuales sobre indicadores cuantitativos para la evaluación de la producción científica en universidades.

1.1 Debate terminológico sobre la Cuantimetría

En su libro Gorbea (2005) hace referencia a que los estudios cuantitativos presentan antecedentes desde 1828 cuando A. Bali realiza un análisis estadístico a datos relacionados con los salarios, cantidad de estudiantes por año y facultades de la universidad de Coímbra y con estos datos realiza una comparación a la cual denomina Geografía Literaria, tiempo después aparece A. de Condolle en 1885 el cual aplica los métodos matemáticos a factores relacionados al desarrollo científico realizando un estudio sobre 14 países europeos y los Estados Unidos. Años más tarde el ruso Vassily Vassilievichb Nalimov (1910-1997), desde 1959, realizó una serie de trabajos que diez años más tarde consolidó junto a otro colega ruso, Mulcsenko, con la publicación de un libro titulado *Naukometrija. Izucenie razvitiia nauki kak informacionnogo processa* (Cuantimetría: el estudio de la ciencia como un proceso de información), en el cual define a la cuantimetría, como «la aplicación de métodos cuantitativos a la investigación sobre el desarrollo de la ciencia como un proceso informativo». Esta definición, deja entender que esta especialidad tiene sus orígenes no con el propósito de resolver problemas relacionados con la actividad bibliográfica, archivística o bibliotecaria, sino que surge como resultado del proceso de matematización que también alcanza a la Cuantilogía como ciencia y a la actividad científica como objeto de estudio de esta. Sobre este en particular plantea:

“Sobre esta especialidad métrica también se ofrecen otros términos como lo es la propuesta de Krauskopf, quien, basado en el análisis sobre las corrientes metodológicas de la ciencia en América Latina, propone el termino epistometría. Para ello, toma como base teórica a la epistemología, disciplina perteneciente a la filosofía, cuya etimología se deriva de la raíz griega episteme, que significa 'conocimiento científico': Este autor sugiere que la epistometría debe ser utilizada como una especialidad que integre al cuerpo de conocimientos

del conjunto de especialidades métricas restantes (Bibliometría, Informetría y Cienciometría)”

Otro termino con el cual se relaciona a la Cienciometría es el de Ciencimetría la cual definen como: *El análisis estadístico y sociométrico de la bibliografía científica mediante el uso de modelos matemáticos y cuyos objetivos se basan en el estudio del tamaño, crecimiento y distribución de la bibliografía científica y en el estudio de la estructura dinámica social que la producen y la utilizan. (Gorbea, 2005)*

La Cienciometría ha sido definida a lo largo de los años y en relación con la región a la que pertenezcan los autores que se han dedicado a estudiarla de diferentes formas. Los autores coinciden en que se dedica a medir la evolución que ha tenido la actividad científica de la institución analizada teniendo en cuenta los recursos humanos y económicos que participan directamente con el desarrollo científico-técnico de la organización.

El estrecho vínculo que tiene la Cienciometría con la Bibliometría y la Informetría, ha llevado a muchos autores a concebirla como una meta especialidad métrica en la que se incluye el conocimiento que se genere como resultado de la metría de todas las actividades y procesos vinculados directa e indirectamente con el quehacer científico. Por esta razón Gorbea (2005) define a la Cienciometría como: *" la aplicación de métodos y modelos matemáticos y estadísticos al estudio de la actividad y sistemas científicos, con el propósito de elevar su eficiencia, así como para contribuir al estudio de la historia y sociología de la ciencia y la tecnología, definir las tendencias de su desarrollo y contribuir a la toma de decisiones en materia de política científica."*

La diversidad terminológica de las especialidades métricas de la información no debe ser sustentada entre criterios basados en la relación de sinónimos ni en un simple cambio en el lenguaje formal de las disciplinas que le dieron origen como resultado de las exigencias terminológicas de la modernidad, ni debe ser explicada en el nivel de dependencia que tengan una con relación a la otra, ya que las soluciones a este conflicto surgen en el terreno de lo subjetivo, se basa en supuestos y criterios personales y no en un análisis semántico que permita

una propuesta razonada del fenómeno a partir de los antecedentes históricos que lo ocasionan y el entorno disciplinar y sistémico al que pertenece (Gorbea, 2005).

El término *cienciometría* es destacado por encargarse de medir la producción científica y considera a la ciencia como una actividad económica. Estas características han sido destacadas por autores como Arencibia (2010), Ospina (2009), Gonzales (2008). Otro que da una definición sobre *Cienciometría* es Pérez (2013) el cual plantea que esta no es más que:

*“La ciencia que estudia la producción científica con el fin de medir y analizar el impacto de esta producción en una determinada localidad considerando la comunidad de investigadores que la componen. En la práctica, la *cienciometría* suele ser una medida de las publicaciones científicas de un país. Un aspecto muy importante de este tipo de análisis *cienciométrico* es de orden académico, donde se cuantifican desde el número de doctores titulados hasta la cantidad de computadores y número de horas invertidas en docencia”*

Otro autor que hace mención a la definición de *Cienciometría* es Spinak (1998) el cual además de definirla, la compara con la *Bibliometría*, destacando que la *Cienciometría* abarca los indicadores *bibliométricos* además de incluir indicadores socioeconómicos que permiten evaluar el desarrollo de la producción científica en cuanto a su desempeño económico. Este la define como:

*“La *Cienciometría* aplica técnicas *bibliométricas* a la ciencia. Pero la *cienciometría* va más allá de las técnicas *bibliométricas*, pues también examina el desarrollo y las políticas científicas. Los análisis cuantitativos de la *Cienciometría* consideran a la ciencia como una disciplina o actividad económica. Por esta razón la *Cienciometría* puede establecer comparaciones entre políticas de investigación entre los países con el análisis de sus aspectos económicos y sociales”*

González (2009) también da su definición de lo que entiende por *Cienciometría* al igual que los demás autores citados concuerda que en esta no aplican técnicas

métricas para medir la actividad científica y que integra además elementos socio-económicos. Esta expresa en el artículo lo siguiente:

La Cienciometría, por ejemplo, no es más que la aplicación de técnicas métricas (de medición cuanti-cualitativa) al estudio de la actividad científica. Su alcance va más allá de las técnicas bibliométricas porque se emplea para examinar el desarrollo y las políticas científicas.

Otro ejemplo de lo que se considera como Cienciometría es:

La Cienciometría comprende aquellos trabajos dedicados al análisis cuantitativo de la actividad científica y técnica, su origen está asociado a la aparición, en 1979, de la revista titulada Scientometrics y es el resultado de la convergencia de dos movimientos: uno americano, centrado en el estudio de la ciencia de las ciencias; y el otro de los países del este, especialmente la Unión Soviética, corriente denominada como Naukovodemia. (Ospina, 2009)

Todos estos investigadores en sus definiciones expresan la importancia de la Cienciometría para la evaluación de la actividad científica de las universidades, además de los aspectos económicos que abarcan. Es necesario destacar que todos la consideran como una actividad económica, lo que se puede considerar como un punto en común entre estos. También destacan el valor que para un país tienen los análisis cienciométricos ya que les da un reconocimiento y los resultados adquiridos por cada publicación que realicen los investigadores que integran el claustro institucional de cada universidad son cuantificados de forma tal que se pueden analizar los gastos que se han tenido por publicación y que existen países en los que el estado es el que facilita el presupuesto para las investigaciones.

1.2. Indicadores cienciométricos de la producción científica.

La Cienciometría es una de las disciplinas métricas que desempeñan un papel de gran importancia en la evaluación de la actividad y producción científica. En este caso en particular se aplican técnicas métricas que contribuyen a examinar el nivel de productividad y utilidad de la ciencia. Los indicadores cienciométricos de la producción científica se encargan de la medición de la calidad y del impacto de las publicaciones por lo que se pueden definir como:

Los indicadores cienciométricos pueden dividirse en dos grandes grupos: los que miden la calidad y el impacto de las publicaciones científicas (indicadores de publicación), y aquellos que miden la cantidad y el impacto de las vinculaciones o relaciones entre las publicaciones científicas (indicadores de citación). Pueden medirse como índices simples, relativos o ponderados, según los criterios que se tomen en cuenta. De igual forma pueden medirse atendiendo a series cronológicas o como medidas de distribución, y los estudios pueden realizarse a nivel micro (individuos, grupos de investigación o revistas individuales), meso (instituciones o grupos temáticos) o macro (países, regiones o toda una disciplina). (González y Molina, 2008)

En otras palabras los indicadores cienciométricos deben considerar para la evaluación los datos generales que evidencien la producción científica del lugar o revista que se está estudiando e incluir comparaciones a nivel institucional, de país y mundial, para de esta forma dar a conocer hasta qué punto el desarrollo alcanzado es relevante, además esto proporciona un lugar en los rankings mundiales y le da reconocimiento y prestigio al objetivo de la evaluación. De no realizarse la comparación la investigación solo abarca y muestra datos internos que solo serían útiles para los investigadores.

Según Spinak, (1998) los indicadores cienciométricos se dividen en tres grupos: 1) indicadores de publicación: miden la calidad e impacto de las publicaciones científicas, 2) indicadores de citación y 3) técnicas de mapeo. La clasificación se ilustra en la tabla 1.

Tabla 1.Indicadores cientiométricos (Spinak, 1998)

Indicadores cientiométricos de producción	
Técnica	Medida
Extensión Bibliométrica	Número de artículos por país, por disciplina, etc.
Tabla de revistas por especialistas	Primera, segunda, tercera y cuarta clase de revistas
Indicador de Producción	Cantidad de artículos y libros por número de autores
Índice de actividad	Porcentaje de publicaciones por X-Y
Crecimiento de la documentación	Tasa de crecimiento
Distribución de Bradford	Revistas principales
Distribución de Lotka	Productividad de los autores
Obsolescencia	Vida media de la publicación
Distribución de Zipfs	Uso de vocabulario
Distribución de Waring	Potencial de publicación
Indicadores cientiométricos de citación	
Medida	
Índice de actividad	
Índice de afinidad	
Índice de atracción apareo bibliográfico	
Análisis de citaciones	
Análisis de co-citaciones	
Factores de consumo	
Índice de diversidad	
Factor de echo	
Índice de inmediatez factor de impacto	
Índice de impacto	
Índice de aislamiento	
índice de apertura	
Factor de popularidad	
Índice de autenticación	

Técnicas de mapeo
Análisis de coocurrencia de palabras.
Red de citaciones.
Análisis de colaboración científicas

Esta clasificación abarca en su mayoría las definiciones ofrecidas por otros autores que utilizan estos indicadores cienciométricos en los análisis cuantitativos de la producción científica. Pellicier (2008) menciona que con su aplicación se podrán determinar, los siguientes aspectos:

- El crecimiento de cualquier campo del saber.
- El envejecimiento de los campos científicos.
- La evolución cronológica de la producción científica.
- La productividad de los autores o instituciones.
- La colaboración entre científicos e instituciones.
- El impacto o visibilidad de las publicaciones en la comunidad científica.
- La dispersión de las publicaciones científicas entre las diversas fuentes.

Los indicadores cienciométricos que propones Spinak (1998) son hasta cierto punto abarcadores para la época en la que los enuncia, estos tienen en su mayoría base bibliométrica, lo que puede sonar contradictorio pero si se parte de las definiciones propuestas por los autores mencionados anteriormente todos coincidían en que la Ciencimetría incluía en su evaluación indicadores bibliométricos además de socioeconómicos.

La utilidad de los indicadores cienciométricos ha aumentado en los últimos años la importancia que se les concede ya que estos posibilitan la toma de decisiones en dependencia de donde se realice el estudio, además de evaluar y planificar las políticas científicas que contribuyen al desarrollo de la entidad evaluada. En otras palabras los indicadores cienciométricos son una herramienta métrica que facilitan la toma de decisiones a las autoridades pertinentes para realizar cambios en sus políticas científicas, además describen y evalúan fenómenos en cuanto a su naturaleza, estado y evolución.

1.3. Indicadores cienciométricos en estudios de la producción científica en universidades.

Para una universidad se ha convertido en muestra de su desarrollo científico dar a conocer los resultados que son obtenidos por los investigadores que la integran. Los rankings existentes hacen comparaciones y dan evidencia de los resultados de estas, lo que permite clasificarlas y darles un renombre a nivel mundial. Para la realización de estos rankings se tienen en cuenta indicadores que evalúan la producción científica desde las disciplinas métricas como la Bibliometría, Informetría y en este caso en particular la Cienciometría las cuales facilitan la descripción y evaluación de un fenómeno en particular. La monitorización de los resultados alcanzados por dichas entidades permite conocer y mantener el control sobre los recursos que son utilizados en el desarrollo de la actividad científica ya que en la mayor parte de los países son financiadas con fondos públicos

Los estudios que facilitan la evaluación de la actividad científica se han convertido en parte esencial de las publicaciones de cada institución, mayormente de países desarrollados los cuales se dedican a realizar comparaciones entre ellos para tener así un lugar privilegiado en los rankings mundiales y de esta forma dar renombre a sus universidades.

Entre estas publicaciones se destacan los *Science & Engineering Indicators*, elaborados por primera vez en 1972 por el *National Science Board* de Estados Unidos, y para la región iberoamericana, la constitución de la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT), que celebra anualmente un taller de ciencia y tecnología y presenta un informe anual denominado El estado de la ciencia: principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos e interamericanos. Ha marcado pautas en el reconocimiento e impacto del quehacer científico de los países de la región, aunque en materia de indicadores bibliométricos que demuestren la realidad científica y tecnológica de manera general todavía queda mucho por hacer (Arencibia y Moya, 2008).

Los indicadores cienciométricos para evaluar el desarrollo científico de las universidades son elementos útiles para observar el estado en el que se

encuentra la ciencia y la tecnología manejadas por estas instituciones a través de la literatura científica, que a su vez muestran elementos complementarios cualitativos y cuantitativos que describen y caracterizan la producción científica de estas y permiten destacar los avances obtenidos a nivel internacional. Además de tener ventajas reconocibles para las universidades hay que mencionar que los hábitos de publicación, las diferentes disciplinas involucradas y los diversos canales de difusión dificulta el empleo de dichos indicadores ya que en ocasiones se presentan problemas como el idioma y el país en el que se publican.

Los indicadores para la evaluación de la actividad científica son elementos indispensables en los programas de investigación realizados por instituciones en su mayoría académicas ya que esos constituyen herramientas para la gestión de las políticas que facilitan la toma de decisiones en las instituciones. Estos indicadores permiten determinar la calidad de las investigaciones además de fortalecer los sistemas de información encargados de registrar y procesar la producción científica, los que permiten desarrollar instrumentos evaluativos que aumenten la producción científica a nivel nacional y mejoren su visibilidad en el contexto de la actividad científica mundial.

La evaluación del desempeño y la productividad mediante las publicaciones y citas en las revistas especializadas más relevantes del medio ya sean nacionales como internacionales reflejan el trabajo y la calidad que alcanzan áreas como la física, química y las ciencias biomédicas. En su tesis de doctorado Arencibia (2010) menciona sobre los indicadores cienciométricos:

El replanteamiento de los indicadores cienciométricos y la utilización de indicadores relativos más eficaces, la utilización de nuevas técnicas de análisis y presentación, y la extensión de los estudios métricos a las patentes de invención y a los entornos Web, permitieron enriquecer y ampliar el espectro de la perspectiva cienciométrica, y lograr que su aplicación como parte de las evaluaciones institucionales permita la implementación de políticas científicas más reflexivas.(...) Esto significa que la ciencia no puede medirse en una escala absoluta, sino en relación con las expectativas que la sociedad ha puesto en ella; y los indicadores que se implementen para su caracterización deben ser capaces

de recoger la mayor cantidad de elementos que permitan un análisis multidimensional de los procesos que en ella se ponen de manifiesto.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente es necesario destacar los diversos estudios cienciométricos realizados para evaluar la producción científica en universidades ya que la implementación de los indicadores en estas instituciones muestran claramente la evolución de las mismas y de los procesos básicos de estas.

Diversos son los estudios que asocia los indicadores bibliométricos y cienciométricos dedicados a la evaluación de la productividad científica ya que de esta forma es como se refieren a los aspectos socioeconómicos que ayudan a conocer hasta qué punto el desarrollo científico aprovecha el presupuesto que se le dedica a esta actividad, cómo se vinculan los recursos humanos en pos del desarrollo y a reconocer cuáles son las áreas más destacadas en cuanto a la producción científica para así saber hacia dónde son dirigidos los esfuerzos investigativos del país y si contribuye de manera efectiva al desarrollo. (Torres, 2007)

Tabla 2. Indicadores Bibliométricos asociados indirectamente a la Ciencimetría (Torres, 2007)

Indicadores de producción y actividades científicas	Número de documentos
	Aportaciones a congresos
	Número de libros y monografías
	Número de direcciones de tesis
Indicadores de visibilidad e impacto	Factor de impacto
	Número de citas
	Promedio de citas
Indicadores de colaboración	Patrones de colaboración

	Indicadores basados en la posición firmante
	Financiación
	Recursos humanos

Otra investigación que hace referencia a indicadores para la evaluación de la actividad científica en universidades es una investigación realizada sobre la producción, actividad y colaboración científicas en grupos de investigación en la universidad de Murcia la cual es en su base un estudio Bibliométrico pero que utiliza indicadores que se asocian a la Cienciometría, además de analizar el contexto socioeconómico lo que permitió realizar una comparación entre regiones españolas. Estos indicadores son:

Tabla 3. Indicadores no Bibliométricos (Cabezas, 2013)

Indicadores de actividad científica	Tesis doctorales Estancias Proyectos de investigación Contratos de investigación Cursos Patentes Empresas de base tecnológica
Indicadores de reconocimiento científico	Premios Evaluador de proyectos/artículos Pertenenencia a comités editoriales Ponencias invitadas en congresos

Indicadores de uso y alternativos (altmetrics)	Número de descargas
	Número de páginas vistas
	Bookmarks
	Puntuaciones
	Enlaces
	Reproducciones

Otro ejemplo claro de cuáles son los indicadores más destacados para la evaluación institucional en las universidades es el artículo realizado sobre la actividad científica chilena en el cual se plantea el proceso sistemático con el que se monitorean los indicadores que se han desarrollado para analizar los resultados de las políticas científicas públicas y privadas de las investigaciones realizadas en Chile. Aquí se realizan comparaciones entre las regiones chilenas las que permiten conocer la evolución o el retroceso en los niveles de producción científica, además permite comparar los resultados totales obtenidos con los mundiales.

Para la realización de este informe sobre la producción científica chilena se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores:

Tabla 4. Indicadores Generados por Documentos Publicados sobre la Producción Científica Chilena (Moya, 2014)

Indicadores para la dimensión cuantitativa de la producción científica	Número de documentos (Ndoc)
	Porcentaje Número de documentos (%Ndoc)
	Tasa de crecimiento (TC: aumento productivo respecto al año anterior)
Indicadores para la dimensión cualitativa de la producción científica	Número de citas (Ncit)

	Citas por documento (Cpd) Calidad Científica promedio % de producción en revistas del primer cuartil Impacto Normalizado Impacto Normalizado liderado Especialización
Indicadores para la dimensión estructural y de relaciones de la producción científica	Indicadores de colaboración científica % colaboración internacional Excelencia y Liderazgo Impacto Tecnológico Conocimiento innovado Stock de Capital Científico

Los indicadores utilizados en la investigación permitieron mostrar a Chile en el contexto internacional y regional. Fueron utilizados indicadores cienciométricos y bibliométricos lo que les permitió identificar las áreas y categorías temáticas donde residen las fortalezas científicas del país además de conocer los resultados de la actividad investigadora por regiones.

Las tablas 2, 3 y 4 pertenecen a investigaciones realizadas a diversas regiones y universidades en diferentes periodos de tiempo, evidencian la diferencia entre los aspectos que se tienen en cuenta para realizar sus evaluaciones. Los tres ejemplos se asemejan en tener presente el indicador que se centra en evaluar la producción y actividad científica, los cuales por dentro evalúan el número de artículos publicados y en uno de los casos los artículos digitales, además tienen en cuenta a los indicadores de colaboración. Estas tres investigaciones como

se puede observar en las tablas persiguen objetivos diferentes y no son del todo cuantitativas pero si en su base incluyen indicadores relacionados a los aspectos socioeconómico, también estudian la producción científica para medir el impacto que han tenido la producción institucional de cada área. Para la realización de esta investigación se tienen en cuenta algunos de estos indicadores ya que como antecedentes de la investigación aportan elementos esenciales para la evaluación científica en universidades.

Estos indicadores en esencia lo que plantean es el análisis del desarrollo de la actividad científica en las universidades. El primero de forma general abarca varias de las universidades chilenas y especialidades que en estas se estudian y el segundo ejemplo centra su atención en la universidad de Murcia y a pesar de ser una investigación bibliométrica también tiene en cuenta indicadores que se relacionan con la cuantimetría pues se considera que complementan la evaluación de la actividad científica de la universidad y el estudio de su rendimiento científico. El tercer ejemplo mencionado llega a plantear indicadores que se pueden considerar más cercanos a la presente investigación ya que tiene en cuenta elementos que influyen directamente en el desarrollo de la actividad científica de la universidad ya que tiene en cuenta el financiamiento, los recursos humanos y las publicaciones realizadas por los investigadores que integran el claustro universitario. Estas investigaciones son referentes para esta investigación pues enfocan su trabajo a la importancia de la evolución científico-técnica que han tenido las instituciones evaluadas y la influencia que ejerce el personal investigador en las mismas.

1.4 Indicadores cuantitativos de la producción científica en universidades cubanas

El impacto que ha tenido la producción científica para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en Cuba se puede considerar como un tema de interés, ya que a nivel de país es un tema poco abordado. Refiriéndose a la evaluación de la producción científica en el artículo González & Molina (2008) exponen:

En Cuba, el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica (SCIT) es la forma organizativa que permite la implantación participativa de la política científica y

tecnológica que el estado cubano y su sistema de instituciones establece para un período determinado, de conformidad con la estrategia de desarrollo económico y social del país y de la estrategia de ciencia y tecnología que es parte consustancial de la anterior. El sistema cubre un espacio muy amplio que va desde la asimilación, generación y acumulación de conocimientos hasta la producción de bienes y servicios y su comercialización, pasando, entre otras, por actividades como las investigaciones básicas, aplicadas, los trabajos de desarrollo tecnológico, desarrollo social y de gestión, las actividades de interface, etcétera.

Para el estado cubano la producción científica de las universidades cubanas cumple una función esencial en el desarrollo del país ya que estas investigaciones se realizan en su mayoría en las áreas agrícolas, pecuarias biotecnología y desarrollo de fármacos y vacunas. En Cuba el encargado de manejar las actividades científicas es el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, este se encarga de velar por las políticas del gobierno en cuanto al desarrollo de la actividad científica en el país ya que es el estado el que financia cada investigación que se realiza, con el fin de obtener resultados y conocer cuáles son las necesidades en cada campo investigativo.

El desempeño del sector universitario en Cuba con respecto al desarrollo de la actividad científica al igual que en otros países es considerado un pilar para la evolución de la ciencia y técnica que caracteriza al país. La elaboración de indicadores que permitan evaluar la producción científica de las universidades cubanas responden a las proyecciones futuras de las instituciones, la generación de patentes y la visibilidad que puedan tener estas en revistas de mayor visibilidad internacional, todo esto relacionado con el desarrollo socioeconómico del país, en este sentido el Ministerio de Educación Superior (MES) utiliza el sistema de indicadores siguiente:

1. Indicadores de impacto económico social.

1.1 Premios nacionales y provinciales de innovación tecnológica (otorgados por el CITMA).

1.2 Premios provinciales del Fórum de ciencia y técnica.

1.3 Sedes universitarias municipales destacadas en el Fórum de ciencia y técnica.

1.4 Premios internacionales.

2. Indicadores de impacto científico tecnológico.

2.1 Participación en premios de la Academia de Ciencias de Cuba.

2.2 Participación en premios CITMA provinciales.

2.3 Total de publicaciones por profesor equivalente en Cuba y el extranjero.

2.4 De las anteriores, las publicadas en bases de datos internacionales.

2.5 De las anteriores, las que se incluyen en la corriente principal.

2.6 Publicaciones de libros y monografías.

2.7 Patentes de invención obtenidas.

3. Indicadores de pertinencia.

3.1 Porcentaje de proyectos vinculados a proyectos nacionales, ramales, territoriales, empresariales y universitarios en ciencia y tecnología.

3.2 Proyectos en planes de generalización ramales y provinciales.

3.3 Estado de ejecución de los proyectos.

3.4 Financiamiento de los proyectos de investigación en peso cubano convertible.

Además de tener un alcance bastante amplio, estos indicadores según Arencibia (2010) no han logrado convertirse en la herramienta estratégica para la evaluación de la producción científica en todas las organizaciones que conforman el MES por lo que es necesario la revisión y perfeccionamiento de

estos indicadores con el fin de aplicarlos de forma pareja en todas las instituciones. También hace mención a la insuficiencia que existe en el ámbito universitario en cuanto a las publicaciones lo que ha influenciado la falta de visibilidad e impacto de los resultados científicos alcanzados por las universidades cubanas en comparación con otros países que han desarrollado políticas de evaluación de manera sostenida.

Sin embargo han sido propuestos para la evaluación de la producción científica otros tipos de indicadores ejemplo de estos son:

- Indicadores de actividad científica. Están basados en el recuento de publicaciones científicas o patentes de la unidad objeto del estudio. Permiten la realización de series temporales, distribuciones geográficas, por tipo de institución o por temas de investigación.
- Indicadores de impacto o influencia. Se trata de encontrar medidas indirectas de la calidad intrínseca de los trabajos, como puede ser el uso que la comunidad científica hace de un determinado documento, su impacto o influencia:
 - Impacto de los trabajos a partir del recuento de citas recibidas por ellos. Esto ofrece la medida del impacto de ese trabajo en la comunidad científica, de la comunicación entre autores, de su visibilidad; pero no es una medida directa de calidad. Además, los hábitos de citación son diferentes de unas disciplinas a otras, por lo que los indicadores basados en citas no son válidos para comparar distintas disciplinas.
 - Impacto de las fuentes utilizadas, basado en su visibilidad en bibliotecas, repertorios, bases de datos o en el factor de impacto de las revistas de publicación (citas medias recibidas por los artículos de una revista en un determinado período de tiempo, introducido en la base de datos *Science Citation Index*).
 - El factor de impacto medio de las revistas utilizadas por una institución o país para la publicación, se utiliza en forma de "factor de impacto esperado" para dichas publicaciones. Se puede comparar con el "factor de impacto observado" (citas reales recibidas). También se

puede comparar el factor de impacto de una institución en una disciplina con el factor de impacto medio total del país en la misma disciplina, tornado como patrón.

- Recientemente han aparecido otros indicadores como: el factor de impacto normalizado, el factor de impacto normalizado ponderado, el números de trabajos de alta calidad, el índice de calidad relativa, el número de documentos citados, el porcentaje de documentos citados, la cantidad de citas recibidas y el promedio de citas por artículo, entre otros.
- Indicadores de tipo de investigación:
 - Tipo de documento: artículo, revisión, presentación a congreso, libro, informe, patente. En cada caso, las características de los trabajos y su difusión serían diferentes y su uso difiere también de unas áreas a otras.
 - Carácter básico o aplicado de la investigación.
 - Carácter teórico, metodológico o experimental, información que facilitan algunas bases de datos.
 - Si pertenece a una disciplina científica o es interdisciplinar.
- Indicadores basados en coautoría:
 - Índice de firmas por trabajo.
 - Colaboración entre departamentos de una institución, entre distintas instituciones, o entre varias ciudades de un país o entre diversos países. Por medio de las bases de datos en las que figuran las direcciones de los autores se pueden determinar redes de colaboración que pueden ser indicativas de la madurez de un sistema investigador, y que favorecen los intercambios de conocimiento y aumentan la visibilidad. Actualmente, se desarrollan diversos estudios desde el enfoque métrico de la colaboración científica y se analiza su significado en los procesos de I+D+i. Este, a su vez, es uno de los aspectos más complejos de tratar metodológicamente, porque requiere un arduo trabajo de normalización y el establecimiento de un criterio para determinar la importancia relativa de cada entidad coautora de un artículo. Entre los nuevos índices e indicadores que analizan la coautoría se encuentran los siguientes:

- a) Índice de coautoría. Promedio de autores por artículo.
 - b) Tasas de colaboración. Porcentaje de documentos firmados conjuntamente por distintos agentes del sistema de producción de conocimientos.
 - c) Proporción de artículos en colaboración internacional. Mide el porcentaje de trabajos publicados con respecto a la producción total del nivel señalado.
 - d) Índice de internacionalización. Ofrece información sobre el mayor o menor grado de participación internacional en el total de la producción.
- Indicadores basados en asociaciones temáticas. Mediante un complejo tratamiento matemático, se logra una reducción de los datos y una representación de la estructura de la ciencia y la tecnología y su evolución en mapas. Estos pueden ser:
 - De referencias bibliográficas comunes (enlace bibliográfico). Permiten seleccionar artículos de temáticas coherentes.
 - De citas comunes. Relacionan temas con una base intelectual común, la constituida por esos artículos fuente que forman el "frente de investigación". Los clústers pueden identificar especialidades, aunque con cierta demora temporal.
 - De palabras comunes. Por medio de los términos de indización o lenguaje libre, reflejan la red de relaciones conceptuales; los mapas muestran las interrelaciones de la investigación actual y se pueden aplicar a artículos o patentes.
 - De clasificaciones comunes. La coocurrencia de clasificaciones de artículos o patentes define interrelaciones similares a las de las palabras clave.
- Indicadores de innovación tecnológica basados en recuentos de las patentes solicitadas o concedidas. Se aplican en bases de datos especializadas o de las citas en patentes a la literatura científica. Los tipos de análisis que emplean indicadores basados en patentes se pueden estructurar en:
 - Cuantificación de la actividad tecnológica internacional, de un país, sector industrial o empresa y la apertura de nuevos mercados.

- Evaluación de resultados de los programas de investigación tecnológica. · Estudio de la interfaz entre ciencia y tecnología por medio de las citas en primera página de patentes americanas o en el *European Search Report de la European Patent Office (EPO)*.
- Análisis de clúster mediante coocurrencia de citas, palabras o clasificaciones mediante mapas que descubren estructuras de las actividades tecnológicas.

Estos indicadores con respecto a los presentados por el MES son más abarcadores en cuanto a las características y el comportamiento que tiene la producción científica nacional, esto concede a Cuba un lugar atípico con respecto a otros países desde el punto de vista evaluativo de la actividad científica. Se destaca mayormente en el área de la salud ya que presenta valores de especialización superior a la región y al mundo.

Son diversos los estudios que se han realizado en el ámbito universitario cubano de los cuales se destacan tesis realizadas con el fin de evaluar la evolución que ha tenido la actividad científica en Cuba. Los indicadores utilizados aunque como en los casos anteriores son en su mayoría bibliométricos también cuentan con los aspectos principales de la Cienciometría, ya que reconocen los aspectos socioeconómicos de la ciencia.

Otros ejemplos de investigaciones dedicadas al análisis de la producción científica es Pellicier (2008), la cual a pesar de no tratar con indicadores cienciométricos menciona que: *"Las ventajas de utilizar las técnicas cienciométricas en el análisis de la producción científica radica en que dan cuenta de determinada actividad científica, así como de los hábitos, necesidades y uso que hacen de la información los distintos colectivos de investigadores, es un método objetivo y verificable, cuyos resultados son reproducibles y pueden ser aplicados a un gran volumen de datos, lo que posibilita la obtención de resultados significativos en los estudios estadísticos"*. A pesar de mencionar a la Cienciometría y sus técnicas para determinar la evolución de la actividad científica en la universidad, en este caso en específico se centra en la producción de cada uno de los profesores que integran el departamento analizado, por este motivo se considera un referente bibliográfico para la presente investigación.

Otra referencia para la presente investigación es la tesis doctoral de Peralta (2015) la cual se centra en la evaluación de la actividad científica desde un punto de vista Bibliométrico en la UCLV. En esta se exponen los resultados de la aplicación de estos indicadores para conocer la evolución que ha tenido la producción científica de la universidad. Los resultados se enfocan a la trayectoria de producción científica que tiene la UCLV ya que la cantidad de trabajos publicados en las bases de datos utilizadas para la investigación hace visible el resultado que esta ha obtenido. Por esta razón es considerada para la bibliografía de esta investigación, porque trata directamente la evaluación de la actividad científica en la UCLV.

Martí (2007) presentó un estudio puramente Bibliométrico destacando el desarrollo de la actividad científica de la Universidad de La Habana, donde se define cuáles son las áreas temáticas abordadas en los centros de información, la estructura de las redes de colaboración y caracterizó los patrones de comunicación utilizados. En su trabajo se demuestra el aumento de la producción científica que ha experimentado esta institución a lo largo de los años, lo que indica un crecimiento positivo para esta y para el país.

También está la investigación Martí (2011) la cual habla de los indicadores socioeconómicos los cuales se pueden relacionar directamente con la cienciometría ya que esta tiene en cuenta los recursos humanos y económicos con los que cuenta la institución que es objeto de análisis. Se menciona la evolución de estos indicadores al vincular lo social con lo económico a lo que se refiere de la siguiente forma:

(...) esas propuesta evolucionaron hasta incorporar cuestiones más sociales asociadas a asuntos como la innovación, las tecnologías de la información y a la comunicación, las migraciones científicas, la cooperación científica, las características socio-demográficas de los investigadores, entre las que se encuentra el género, la percepción pública de la ciencia, las redes e impacto social, entre otros.

Esta investigación propone indicadores socioeconómicos que son básicamente los mismos utilizados por Arencibia (2010) en su tesis de doctorado los cuales

se presentan a continuación, aquí se aclaran que estos son considerados como indicadores de entrada, además informan sobre los recursos invertidos y sobre el grado de concentración de las investigaciones en los diversos campos científicos.

Como se menciona anteriormente otra investigación que se ha tenido en cuenta como referencia principal para el presente trabajo investigativo es la tesis de Arencibia (2010) la cual hace presenta una baterías de indicadores socioeconómicos que cubren la financiación de las actividades científicas en el país, además de tener en cuenta la caracterización de los recursos humanos dedicados a la producción científica en la universidades cubanas. Estos indicadores son:

Tabla 5. Organigrama de indicadores socioeconómicos (Arencibia, 2010)

Gastos ACT, Gasto ACT % PIB	Gastos totales y porcentuales (con respecto al PIB) en actividades científicas y tecnológicas
Gasto I+D, Gasto ACT % PIB	Gastos totales y porcentuales (con respecto al PIB) en investigación y desarrollo
Gasto por publicación	Total de Gasto I+D por documento publicado
Gasto por investigador	Total de gasto I+D por investigador
% Gasto I+D según tipo de investigación	Proporción del gasto I+D según el tipo de investigación
% Gasto ACT según origen del fondo	Proporción del gasto ACT según origen del fondo
Publicación por cada millón I+D	Cantidad de documentos por cada millón invertido en I+D
Personal ACT	Trabajadores físicos en actividades científicas y tecnológicas
Personal NS, % personal NS	Trabajadores físicos en actividades científicas y tecnológicas con nivel

	superior y su proporción con respecto al total
Investigadores, % investigadores	Número total de investigadores y proporción con respecto al total del personal ACT
Investigadores/1000PEA	Cantidad de investigadores por cada mil habitantes (población económicamente activa)
Ac TC	Personal Académico (profesores e investigadores) ejerciendo a tiempo completo. Calculado para el sector universitario
No Ac	Personal no académico Calculado para el sector universitario
PhD	Personal con grado científico. Calculado para el sector universitario
Ratio Ac-No Ac	Ratio del número total de académico por cada personal no académico. Calculado para el sector universitario
Ratio PhD-Ac	Ratio del número de doctores por cada académico. Calculado para el sector universitario
Ratio Mat-Ac	Ratio del número de estudiantes matriculados por cada académico. Calculado para el sector universitario

Otro ejemplo reciente de investigación declarado con enfoque cuantitativo es la de Mesa (2016) la cual gira en torno a exponer la evolución que ha alcanzado la ciencia en el Instituto de Ciencia Animal. Se resaltan los aspectos teóricos referentes a la Cuantimetría y al impacto que han ocasionado en Cuba, además propone un sistema de indicadores para expresar la realidad que presentan como instrumentos de medición para este tipo de estudios. Un ejemplo de los indicadores que utilizan son los de productividad, de colaboración, y los de citación.

Los indicadores que utilizan estas investigaciones para el análisis de la evolución de la producción científica son considerados el pilar para realizar esta investigación. Estos abarcan los aspectos principales de lo que se conoce como cienciometría es decir permiten establecer la relación socioeconómica en las áreas temáticas a evaluar. Los estudios dedicados a evaluar la producción científica en las universidades cubanas han marcado pautas para el replanteamiento en las políticas científicas que existen hasta la actualidad ejemplo de esto es la propuesta que hace Arencibia que abarca desde la cantidad de personal hasta los ingresos y gastos en plan de I+D+i. La importancia de estos indicadores radica en llegar a conocer el nivel que posee la actividad científica de una institución o país, en el caso de Cuba y sus universidades estos estudios ofrecen una panorámica para poder ser comparada y así lograr alcanzar cierto prestigio tanto nacional como internacional.

Capítulo 2: Marco metodológico de la investigación.

Este capítulo presenta los referentes metodológicos empleados para el desarrollo de la investigación, además de incluir los indicadores a tener en cuenta para la evaluación de la producción científica de las facultades MFC, FQF y CBQ.

2.1. Tipo de Investigación

La investigación se puede clasificar en un estudio no experimental, descriptiva, longitudinal-retrospectiva y predominantemente cuantitativa. (Hernández-Sampieri et al., 2006)

No experimental: Las variables que se tienen en cuenta en la investigación no son modificadas en ningún momento, solo se observa su comportamiento en su entorno natural lo que permite emitir un juicio al finalizar el trabajo.

Descriptiva: Se evalúan las variables establecidas, y se recolectan datos que permiten conocer las dimensiones del fenómeno a investigar.

Longitudinal: Muestra la evolución de las variables propuestas en un periodo de tiempo específico, en el caso de esta investigación se enmarca en los años 2013-2015, y enfoque retrospectivo porque la evaluación tiene en cuenta eventos pasados los cuales permiten emitir juicios sobre el desarrollo que presenta el fenómeno a evaluar.

Cuantitativa: los datos que se manejan en la investigación son en su mayoría numéricos y son analizados mediante métodos estadísticos. La influencia del investigador en este caso es inexistente.

2.1.1. Población y Muestra

Población: está compuesta por la producción científica de la UCLV para el periodo 2013-2015.

Muestra: No probabilística, intencional. Se delimita la producción científica en las áreas MFC, FQF, CBQ para establecer una comparación más cercana a las áreas más visibles de la UCLV.

2.2. Métodos y técnicas

2.2.1. Métodos del nivel teórico:

Deductivo-inductivo: este método permite ir desde las generalidades del contenido de los indicadores cienciométricos para evaluar la producción científica a la evaluación de la producción científica institucional lo que permitirá determinar qué indicadores cienciométricos se aplicaran al campo de acción.

Histórico-lógico: se aplica para conocer cómo se manifiesta la evolución de las variables en el periodo en que se enmarca la investigación y facilita así la evaluación de los indicadores presentados.

Analítico-sintético: se analizan y sintetizan los referentes teóricos relacionados con la Ciencimetría identificados como antecedentes de la investigación en el contexto internacional y nacional.

2.2.2. Métodos empíricos

Análisis documental: se utiliza para la revisión de las fuentes documentales del estudio y el análisis de normativas de evaluación de la producción científica institucional. En el estudio complementa la visión bibliométrica al manejar informes de recursos humanos y económicos de entrada de la ciencia como proceso.

Bibliométrico: este método permite caracterizar la producción científica de un repertorio bibliográfico para un dominio determinado. Se reconoce como un enfoque o método de investigación en la Ciencia de la Información. Se incluye en la Cienciometría al reflejar el desarrollo de la salida de la ciencia como proceso o sea la producción científica (Hjørland, 2002).

2.2.2.1. Caracterización de las fuentes de información para el estudio

Se utilizaron dos fuentes de información primaria: los informes de ciencia y técnica públicos en la UCLV y procesados de los balances anuales, así como, la base de datos Scopus para la producción científica de grupo 1 con mayor visibilidad.

La base de datos Scopus es la mayor base de datos de resúmenes hasta ahora vista en el mundo, con 20.500 publicaciones (85% de las cuales están indizadas con vocabulario controlado) procedentes de más de 5.000 editoriales internacionales. Con un acceso a más de 28 millones de resúmenes (desde 1966) y 5 años retrospectivos de referencias (llegando a alcanzar 10 años en 2005). Representa aproximadamente un 80% de las publicaciones internacionales revisadas por especialistas, permitiendo asegurar un contenido actualizado gracias a sus actualizaciones semanales. Posibilita la mejor navegación a través de la literatura científica disponible gracias a su nueva funcionalidad de búsqueda y navegación.

Scopus comprende los resúmenes y referencias de cerca de 13.000 publicaciones evaluadas por especialistas, así como aproximadamente 1.000 actas de conferencias. Su cobertura por disciplinas es la siguiente:

- Química, Física, Matemáticas e Ingeniería: 5.400 publicaciones
- Ciencias de la Vida y de la Salud : 6.300 publicaciones (100% cobertura de Medline)
- Ciencias Sociales, Psicología y Económicas: 1.975 publicaciones
- Astronomía y Astrofísica - Biociencias - Ciencia en General - Ciencias de la Computación - Ciencias Físicas - Física de fluidos y de Plasmas - Física de los Materiales y Dispositivos - Física de los Materiales y sus

Aplicaciones - Física en Educación - Física y sus Aplicaciones - Ingeniería Computacional y Física Computacional - Ingeniería Mecánica - Ingeniería Química y Físico-Química - Ingeniería y Física Biomédica - Matemática Aplicada. (Tomado de la página web <http://www.inteligencia.com>)

2.2.2.2. Caracterización del objeto de estudio:

La UCLV fue fundada en 1952, en ella se imparten 31 carreras agrupadas en facultades, departamentos docente y centros de información. Para el presente trabajo se escogieron las tres áreas siguientes:

La Facultad de Matemática, Física y Computación cuenta con un colectivo de 210 trabajadores, de ellos: 140 ocupan plazas como docentes, 2 investigadores, 22 no docentes, 46 universitarios en adiestramiento y/o reservas científicas. De las 5 carreras que atiende la facultad 4 están acreditadas (Licenciatura en Ciencia de la Computación, Ingeniería Informática, Licenciatura en Matemática y Licenciatura en Física) y 1 recibió recientemente su primer proceso de evaluación externa, cuyos resultados fueron muy satisfactorios según el informe presentado por el grupo de expertos de la Junta de acreditación Nacional (JAN) (Ciencias de la Información). La facultad MFC, además de su actividad de pregrado, realiza una abundante y activa actividad de postgrado, reconocida por su calidad e impacto en el territorio, a continuación se relacionan las maestrías y programas doctorales que oferta maestrías en Computación aplicada, Ciencias de la computación, Matemática aplicada, Informática para la gestión medioambiental, Informática empresarial, Biología computacional y Bioinformática y programas doctorales como: Especialidad de Informática, Ciencias Matemáticas, Ciencias Físicas.

La Facultad de Química y Farmacia fue fundada el 30 de enero de 1989 a partir de incorporar las carreras de Licenciatura en Ciencias Químicas y Licenciatura en Ciencias Farmacéuticas a la Facultad de Ingeniería Química, lo que permitió un enfoque interdisciplinario más integral en el orden docente e investigativo. Las 3 carreras que atiende la facultad están acreditadas con la categoría de excelencia por la Junta de acreditación Nacional (JAN). Cuenta con un claustro del 60 % son Profesores Titulares y Auxiliares y el 49 % son Doctores en Ciencias

Técnicas, Químicas, Farmacéuticas y Pedagógicas y elevados por ciento de satisfacción estudiantil con el ejemplo como de los profesores como profesionales y educadores. En esta Facultad radica el Tribunal Nacional de Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas en Ingeniería Química de la República de Cuba. Pertenecen a su claustro el Presidente, el Secretario y 5 miembros más, y cuenta con 8 programas de maestría.

El Centro de Bioactivos Químicos (CBQ), es un centro que investiga, desarrolla, produce y comercializa productos con acción biológica y servicios científico técnicos, para ser utilizados en la esfera humana, veterinaria y/o agrícola, bajo el estricto cumplimiento de las buenas prácticas, integradas a la gestión de la calidad que ofrece la ISO 9001, con la satisfacción de cumplir en su totalidad las exigencias regulatorias; reflejando esta experiencia, en la formación académica de pre y postgrado.

2.2.2.3. Búsqueda y procesamiento de la información:

La búsqueda en la base de datos se realizó en febrero de 2016 en la base de datos Scopus. Fue escogida esta fuente de información debido a su cobertura internacional la cual cubre gran parte de las publicaciones de la región latinoamericana. Se recuperaron todos los artículos en los que aparecían autores de las facultades MFC, QF y CBQ. La estrategia de búsqueda utilizada para la recuperación de la información aparece en la ecuación siguiente:

AFFILORG ("UCLV") OR AFFILORG ("Universidad Central Marta Abreu de Las Villas") OR AFFILORG ("Univ Cent Las Villas") OR AFFILORG ("Univ Las Villas") OR AFFILORG ("Univ Central of Las Villas") OR AFFILORG ("Univ Cent of Las Villas") OR AFFILORG ("Universidad Central de Las Villas") OR AFFILORG ("Univ Cent Marta Abreu de Las Villas") OR AFFILORG (ctrl. las villas) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2012))

2.2.2.4. Procesamiento de la información:

Se exportaron al *EndNote* un total de 176 trabajos publicados por estas áreas de la UCLV. Se normalizó el 100% de los artículos recuperados. Los cálculos y

representaciones de los indicadores se realizaron con la ayuda de la herramienta Excel.

2.2.2.5. Batería de indicadores

La batería de indicadores del estudio la conforman un total de 5 indicadores de entrada (*input*) de la actividad científica y 17 indicadores de resultados de la actividad científica (*output*). La información sobre el monto de financiamiento para el proceso de Ciencia e Innovación Tecnológica así como datos de resultados de la actividad científica han sido obtenidos de los planes y balances de este proceso de la UCLV.

2.2.2.5.1. Indicadores de input de la actividad científica

Estos indicadores han sido redefinidos tomando como referencia el estudio cienciométrico mencionado en el marco teórico Arencibia (2010). En este estudio los ingresos son representados en miles de pesos y así se ha considerado para los cálculos. En el caso de los ingresos en CUC se han convertido a la moneda nacional CUP para homogenizar su representación. Los datos sobre el personal fueron ofrecidos por la dirección de RRHH de la UCLV.

Tabla 6. Indicadores de input de la actividad científica

Indicadores	Definición conceptual y matemática
Número de Personal ACT P. ACT	Trabajadores físicos en actividades científicas y tecnológicas según los reportes de la planeación de CelT de la UCLV que son informados por la dirección de Recursos Humanos de la institución. Permite establecer una comparación de la cantidad de RRHH que se vinculan a la actividad científica por cada área.
Número de Investigadores NI	Se representa el total de investigadores de MFC, FQF y CBQ de forma independiente.

Publicación por cada mil en I+D+i NdocXMil	Cantidad de documentos publicados por cada miles de pesos ingresados por plan de CeIT. Este ingreso se obtiene del Factor Crítico 3 en los miles de pesos en plan por financiamiento, recursos y donativos por proyectos de I+D+i.
Financiamiento por proyectos de I+D+i FProy	Miles de CUP recibidos por proyectos internacionales y nacionales donde el área es la principal ejecutora. Se añaden a cada área los ingresos totales del proyecto VLIR a nivel institucional en cada año.
Total de ingresos por comercialización de resultados de CeIT FCR	Miles de CUP planificados a ingresar por comercialización de resultados de CeIT.

2.2.2.5.2. Indicadores de output de la actividad científica

Tabla 7. Indicadores de output de la actividad científica

DIMENSIÓN BIBLIOMÉTRICA	
DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	
Indicadores	Definición conceptual y matemática
Número de publicaciones Ndoc; % Ndoc	Número de documentos o número de trabajos publicados, se presenta en términos porcentuales. Se calcula para los trabajos publicados en Grupo 1 (Scopus), Grupo 2, 3 y 4, Libros y monografías y publicaciones en eventos del grupo 1. $Ndoc = doc_1 + doc_2 + doc_n$

	$\%Ndoc_{(i)} = \left(\frac{Ndoc_{(i)}}{Ndoc} \right) \times 100$
Tasa de variación TV; %TV	Muestra el aumento cuantitativo de las facultades escogidas con respecto al año anterior. Al restar los trabajos publicados del 2012 con respecto al 2011 se tomaron en cuenta los 77 artículos publicados en total por estas áreas en el 2011. Se presenta en términos porcentuales y se calcula se la siguiente forma: $\%TV = \left(\frac{Ndoc_n - Ndoc_{n-1}}{Ndoc_n} \right) \times 100$
Índice de actividad IA	Índice de actividad, o Índice de especialización temática refleja la actividad en un área temática por su nivel de especialización. $IA_{\text{área}} = \left(\frac{\frac{A_{\text{área } i(\text{país})}}{A_{\Sigma \text{área}(\text{país})}}}{\frac{A_{\text{área } i(\text{mundo})}}{A_{\Sigma \text{área}(\text{mundo})}}} \right)$ En este caso se calcula para determinar el grado de especialización de los agregados del estudio. La ecuación para el cálculo es la siguiente: $IA_i = \left(\frac{\frac{Ndoc_i}{\Sigma Ndoc}}{\frac{Ndoc_{iBD}}{\Sigma Ndoc_{(BD)}}} \right)$ <i>i</i> representa los agregados institucionales (facultades MFC, QF, CBQ) Ndoc_i es el número de documentos o trabajos publicados de los agregados institucionales.

	BD representa <i>Scimago Journal Rank</i>, la base de datos utilizada $\Sigma Ndoc$ es la sumatoria de los trabajos publicados. $Ndoc_{i(BD)}$ es la sumatoria del <i>Ndoc</i> publicados seleccionados de la base de datos obtenida de SJR, estos pertenecen a las revistas donde han sido publicados los artículos de las facultades. Al existir en cada <i>i</i> más de una categoría científica se suman para hallar cada $Ndoc_{i(BD)}$, por ejemplo para el caso de la facultad de construcción es: $Ndoc_{FC(WoS)} = Ndoc_{(CONST \& BUIL\ TECHNOL)} + Ndoc_{(ENG, MULT)}$ Donde <i>Ndoc</i> de la categoría científica es la sumatoria de los artículos publicados en el JCR según los datos recogidos en la columna <i>(2012) Articles</i> para el caso del JCR y <i>Total Docs. (2012)</i>, para el caso del SJR. $\Sigma Ndoc_{(BD)}$ es la sumatoria del <i>Ndoc</i> publicados en las categorías científicas seleccionadas en este estudio, de JCR o SJR, a las cuales pertenecen las revistas donde han sido publicados los artículos de la UCLV.
Índice de actividad relativa IAR	Índice de Especialización Relativo, con fines comparativos, para obtener valores en una escala de 1 a -1 $IAR = \frac{IAR - 1}{IAR + 1}$

INDICADORES DE VISIBILIDAD E IMPACTO CIENTÍFICO	
Número y por ciento de trabajos publicados por cuartiles Ndoc Q1, Q2, Q3, Q4	Número de trabajos por cuartiles según el SJR de las revistas donde publican los investigadores de las facultades. La distribución por cuartiles (Q1, Q2, Q3, Q4) se define como el número de documentos citables indizados en revistas que ocupan estas posiciones por cuartiles (SJR, 2014). Esta distribución determina el grado de visibilidad de las revistas pertenecientes a cada cuartil, que va a ser mayor en el primer cuartil, e irá descendiendo en la medida en que se aleje en posición. $\%Ndoc Q_n = \left(\frac{Ndoc Q_n}{\sum Ndoc} \right) \times 100$
Número y por ciento de revistas por cuartiles J- Q1, Q2, Q3, Q4	Número de revistas por cuartiles según el SJR de las revistas donde publican los investigadores de la UCLV. $\%J Q_n = \left(\frac{J Q_n}{\sum J} \right) \times 100$
Número de documentos citados Ndoc cit	Indicador que expresa el número de documentos durante el período que recibieron al menos una cita. Mide el volumen de la producción que ha alcanzado el impacto mínimo esperado. $Ndoc cit = doc cit_1 + doc cit_2 + doc cit_n$
Porcentaje de documentos citados %Ndoc cit	Indicador que expresa el porcentaje de trabajos citados respecto al total de documentos diferentes del nivel señalado. $\%Ndoc cit = \left(\frac{Ndoc cit}{\sum Ndoc} \right) \times 100$

Cantidad de citas recibidas Ncit	Indicador que expresa el número de citas recibidas por el conjunto de la producción científica u otro nivel de agregación $Ncit = cit_1 + cit_2 + cit_n$
Promedio de citas por artículo NcitXNdoc	Indicador que expresa la media de citas recibidas por el conjunto de la producción científica o cualquier otro nivel de agregación. Indica de forma directa el impacto o visibilidad alcanzada por un grupo de artículos. $NcitXNdoc = \frac{Ncit}{Ndoc}$
Índice de visibilidad o índice de atracción IV	Indicador que refleja la visibilidad de un país, sector o cualquier otro nivel de agregación en un área temática específica, entendida como la proporción de citas recibidas en esa área con respecto a la producción total, en comparación con la proporción mundial de citas recibidas en esa misma área. $IV_i = \frac{\frac{Ncit_i}{\sum Ncit}}{\frac{Ncit_{i(BD)}}{\sum Ncit_{(BD)}}}$
Índice de visibilidad o índice de atracción relativo IVR	Su cálculo es similar al IAR. Se utiliza una transformación de la ratio de los porcentajes para obtener valores en una escala de 1 a -1, a través de la siguiente fórmula: $IVR = \frac{IV - 1}{IV + 1}$
Índice H i-H	Es mayor número de orden donde la cantidad de citas sea mayor o igual al número de orden (Hirsch, 2005). Se calculó para los autores más destacados del periodo, por facultad y total. Su procedimiento se

	encuentra descrito en varias fuentes de información (Carbajal-Espino, 2009) y Peralta 2015
INDICADORES DE COLABORACIÓN CIENTÍFICA	
Índice de coautoría I-Coaut	Promedio de autores por artículo. También conocido como índice de asociatividad al medir el promedio de autores por documento dentro del conjunto de documentos objeto de la investigación (Spinak, 1996). Se calcula para las áreas del estudio y por patrones de colaboración. $I - Coaut = \left(\frac{T_a}{T_d} \right)$ Donde: • Ta: Total de autores identificados • Td: Total de documentos incluidos en la muestra.
Número de documentos en colaboración Ndoc Colab	Documentos por tipos de colaboración, se mide hallando el número total de documentos publicados por patrón de colaboración definido en el estudio. Se calcula por años y facultades. Se representa en por ciento y se clasificaron en: • NC: no colaboración • CI: colaboración internacional • CN: colaboración nacional • C-UCLV: colaboración exclusiva de la UCLV
NO BIBLIOMÉTRICA	
Resultados de investigación introducidos y generalizados RIIG	Sumatoria del número de resultados que se introducen y generalizan en la sociedad. Se clasifican según reportes del balance de CeIT y se representan por cada área del estudio.

Número de premios internacionales recibidos	Total de premios recibidos por las áreas analizadas de alcance internacional. Número de premios internacionales
---	---

2.3 Técnicas

Revisión bibliográfica: se aplicó esta técnica para la confección del marco teórico de la investigación y para la organización de las fuentes consultadas se empleó el gestor bibliográfico Endnote X7.

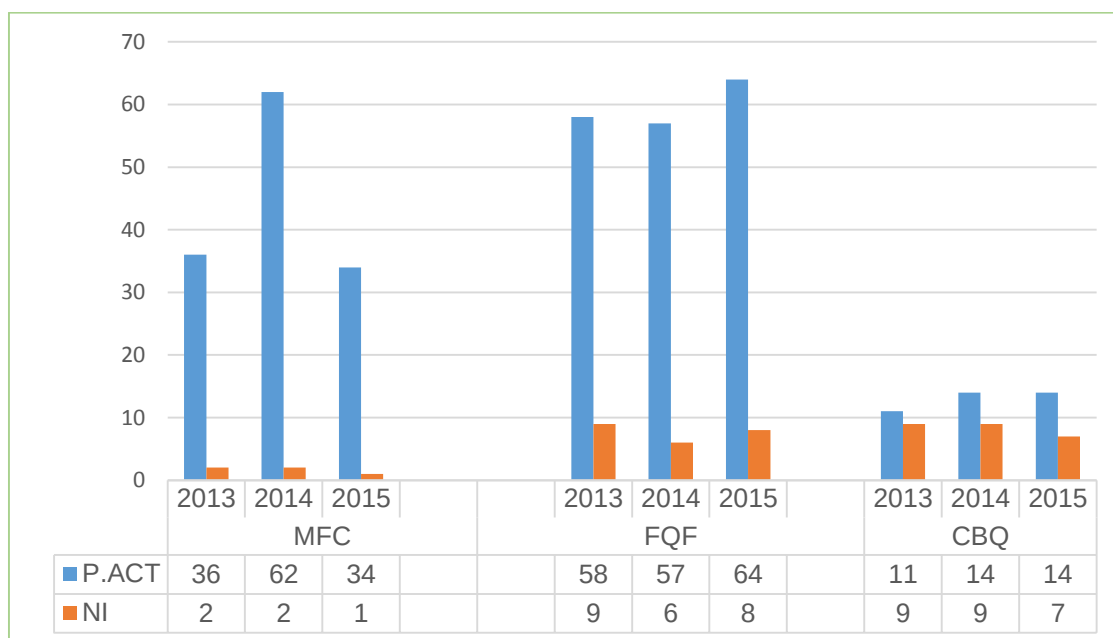
Capítulo 3. Evaluación cuantitativa de las áreas MFC, FQF y CBQ en el período de 2013-2015.

El presente capítulo es el encargado de mostrar los resultados alcanzados por las áreas MFC, FQF y CBQ en los años 2013-2015. Los datos obtenidos son analizados con el objetivo de lograr una comparación que permita conocer cual área ha alcanzado el mayor desarrollo en su actividad científica.

3.1 Indicadores input de la actividad científica.

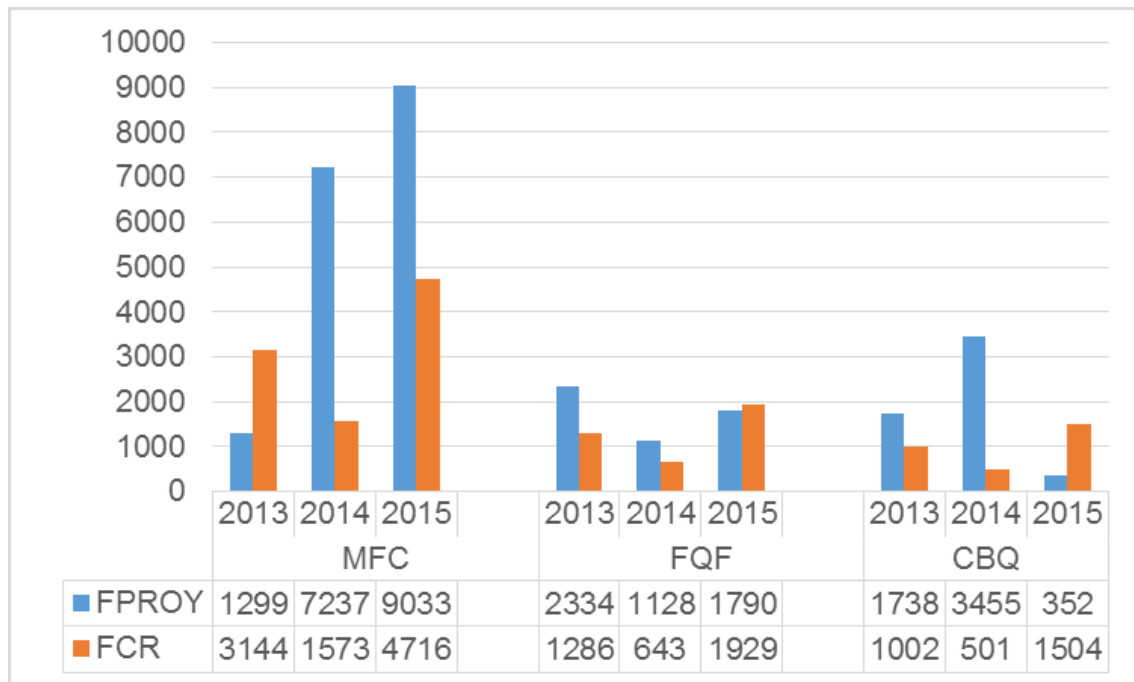
El gráfico 1 muestra el número de personal ACT e investigadores que conforman las tres áreas seleccionadas para el estudio. En la tabla se puede observar que FQF posee mayor número de personal en ACT y las cifras se mantienen en los 3 años del periodo. El CBQ incrementa el personal de manera leve y la cantidad de personas en la ACT es equiparable al número de investigadores teniendo en cuenta que su objeto social se distingue de MFC y FQF.

Gráfico 1: Número de personal en ACT y Número de investigadores por área.



Se observa en el gráfico 2 la financiación por proyectos y los ingresos que se obtuvieron por comercialización de resultados. Este gráfico muestra cómo desciende de un área a otra el financiamiento para los proyectos que se efectúan en estas (Fproy) y el ingreso que se obtiene por cada resultado alcanzado (FCR).

Gráfico 2. Financiamiento por miles de CUP recibidos por proyectos y total de ingresos por comercialización de resultados.



Los miles de pesos recibidos por actividad de desarrollo de CeIT se manejan tanto a nivel de CUC como de CUP, por lo que es necesario destacar que para la realización de esta gráfico se convirtió toda la moneda libremente convertible a moneda nacional para lograr homogenizar los resultados para la evaluación. Se puede observar como la facultad MFC es la que más alto financiamiento por proyecto tiene ya que cuenta con un total de 9033 pesos además de tener el mayor ingreso por comercialización de los resultados de las investigaciones realizadas en esta facultad. Para el cálculo de esos indicadores se tienen en cuenta los resultados del balance anual que se realiza por cada área. La facultad MFC se destaca ampliamente en ambos indicadores representados seguidas por FQF y el CBQ los cuales a pesar de tener una diferencia mínima entre ellos ocupan el segundo y tercer lugar respectivamente.

La cantidad de artículos publicados por cada miles de pesos ingresados es muy baja, lo cual indica que no existe una correspondencia o planificación del ingreso por concepto de producción científica (Tabla 8). En esta tabla se muestra cómo la cantidad de documentos por cada mil CUP oscila entre 0.01 y 0.03

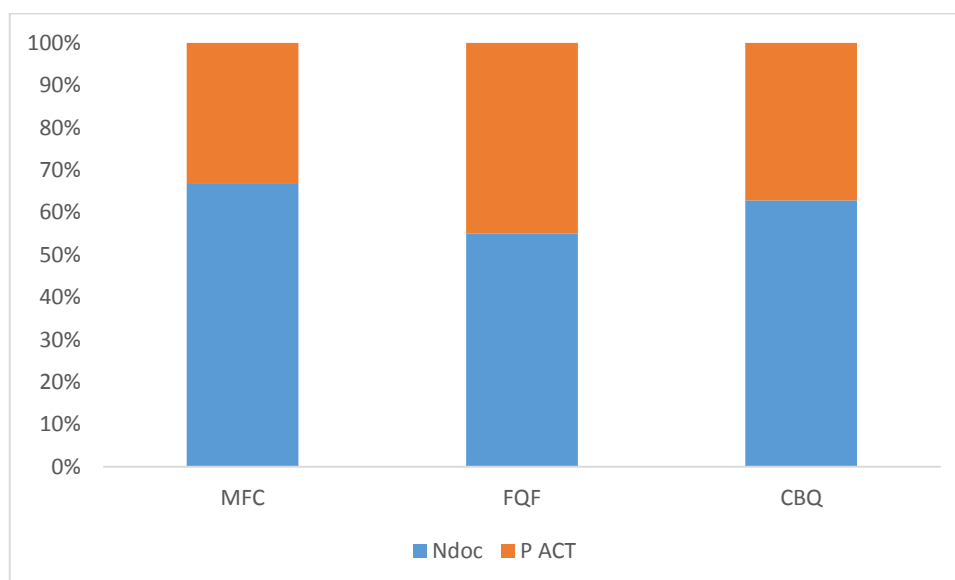
documentos publicados en cada área y aunque no se representa es similar cuando se calcula por cada año.

Tabla 8: Publicación por cada miles de CUP en I+D+i en cada área

Áreas	Ndoc	%Ndoc	Fproy	NdocXMil
MFC	267	14.19	10731	0.02
FQF	219	11.64	7670	0.03
CBQ	66	3.51	7121	0.01
UCLV	1881	100	54702	0.03

La facultad de MFC es la que mayor cantidad de resultados obtuvo en el periodo y la que mayor aportó al total de la UCLV habiendo recibido mayor cantidad de financiación por proyectos. Es notable el número de publicaciones obtenidas por el CBQ respecto a las restantes áreas con cantidades similares de CUP adquiridos por este concepto. La FQF aunque en pequeñas cantidades obtuvo un promedio de publicaciones por cada mil CUP igual al total universitario.

Gráfico 3. Proporción personal ACT y Total de publicaciones de las áreas durante el 2013-2015



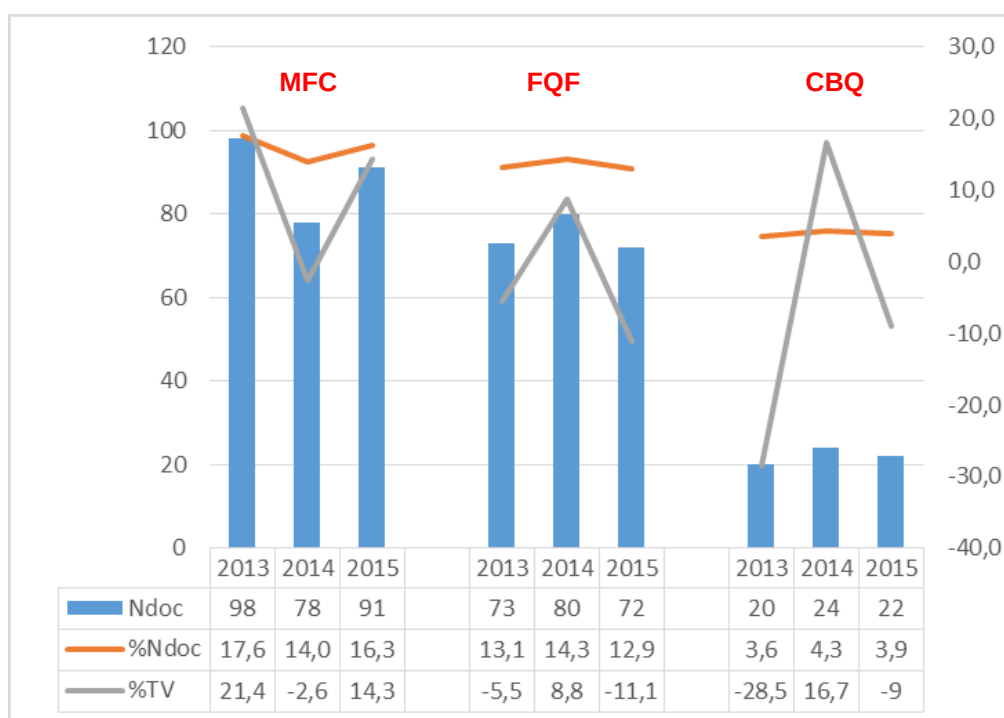
Los resultados de la producción científica total representados en la tabla 8 son analizados con el personal ACT en el periodo en su proporción (gráfico 3). Se visualizan proporciones cercanas de ambos indicadores en las 3 áreas, sin

embargo es notable que MFC tiene menor cantidad de personal y mayor cantidad de publicaciones realizadas.

3.2 Indicadores de output de la actividad científica

El gráfico 4 muestra tres indicadores fundamentales: el número de publicaciones totales de cada área en los diferentes tipos de publicaciones, el porcentaje que representa del total y el porcentaje de variación de ese número de publicaciones respecto al año anterior. La FQF y el CBQ muestran un aumento de la producción científica del año 2013 al 2014 y el decrecimiento del número de documento publicados en el 2015. Estas áreas aunque la disminución es una regularidad para ambas, en el caso de FQF es menos significativa pues del 2014 al 2015 se disminuye en un -11.1% de publicaciones con respecto al CBQ que es de -28%.

Gráfico 4. Variación de la producción científica de MFC, FQF y CBQ en el período 2013-2015.



La Facultad de MFC resultó un declive de su producción científica en el 2014 pero sus variaciones de un año con respecto a otra muestra mejor estado de recuperación. La disminución solo se evidencia en el 2014 para un -2.6% y el incremento del 2015 es de 14.3%, no llegando a alcanzar la cantidad resultante

en el 2013. Si bien para esta área los resultados son más favorables, el análisis global en estos 3 años la tendencia es al decrecimiento pues su producción científica no llega a igualarse respecto al 2013.

La tabla 9 representa el top de autores de las tres áreas analizadas con mayor visibilidad, o sea, que publican en grupo 1. Se destaca Rafael Bello Pérez como el más productivo con un total de 24 documentos publicados, con un total de 11 documentos citados y 27 citas recibidas. Yovani Marrero Ponce de la FQF con 18 trabajos publicados es el que más citas ha recibido en estos tres años con un total de 57, convirtiéndose así en el autor más citado de la muestra. En tercer lugar en la muestra se encuentra Gonzalo Nápoles con 13 artículos publicados y un total de 21 citas en 6 de sus publicaciones.

El mayor índice H en la muestra es 5 y lo presenta: Yovani Marrero Ponce destacándose la facultad de FQF. El resultado de este indicador significa que este autor en los 3 años recibe 5 citas en al menos 5 artículos publicados en grupo 1.

Autores como Maikel Cruz Monteagudo perteneciente a FQF, no se destaca por la cantidad de documentos publicados pero tiene una visibilidad significativa, este además supera la media de citas por documentos total universitaria lo cual es destacable por el hecho de que el número de publicaciones de este es baja en este periodo de tiempo escogido para el análisis en esta investigación.

Los índices H son bajos en general es bajo debido al marco temporal reciente del análisis de la producción científica. Por la teoría de la citación se ha estimado que un artículo comienza a ser citado como promedio a los dos años de estar publicado. La FMFC se destaca por presentar 10 autores en este top 15 lo que representa el 66%.

Tabla 9. Top 15 de autores más productivos en Grupo 1.

Autores	Ndoc	%Ndoc	Ncit	Ndoc cit	%Ndoc cit	NcitxNdoc	Indice H
Bello-Perez, Rafael E. (MFC)	24	13,6	27	11	12,1	1,1	3
Marrero-Ponce, Yovani (FQF)	18	10,2	57	16	17,6	3,2	5
Napoles, Gonzalo (MFC)	13	7,4	21	6	6,6	1,6	1
Grau, Isel (MFC)	9	5,1	19	5	5,5	2,1	1
Grau-Abalo, Ricardo (MFC)	9	5,1	14	4	4,4	1,6	1
Garcia-Lorenzo, Maria-Matilde (MFC)	7	4,0	12	5	5,5	1,7	1
Lorenzo-Ginori, Juan-Valentin (MFC)	7	4,0	1	1	1,1	0,1	1
Perez-Diaz, Marlen (MFC)	7	4,0	1	1	1,1	0,1	1
Taboada-Crispi, Alberto (MFC)	7	4,0	0	0	0	0	0
Castillo-Garrit, Juan-Alberto (FQF)	6	3,4	11	4	4,4	1,8	1
Cardenas-Ortiz, Rolando (MFC)	5	2,8	8	4	4,4	1,6	2
Ruiz-Blanco, Yasser-Bruno (FQF)	5	2,8	11	5	5,5	2,2	2
Filiberto, Yaima (MFC)	5	2,8	2	1	1,1	0,4	1
Cruz-Monteagudo, Maykel (FQF)	4	2,3	15	4	4,4	3,8	1
Aguero-Chapin, Guillermin (CBQ)	3	1,7	1	1	1,1	0,3	1
Total	176	100	238	91	100	1,5	8

Esta tabla 10 representa la combinación de indicadores de producción científica con indicadores de visibilidad e impacto en el grupo 1. La producción total de artículos de Grupo 1 fue de 176 artículos y la facultad que mayor cantidad de resultados aportó fue MFC para un 60.8%.

La Facultad de MFC además obtuvo mayor cantidad de citas y por ciento de documentos citados aunque no superan el 50% de los artículos visibles en esta sección por lo que no supera la media de citas por documentos totales de la UCLV. Estos resultados reflejan mayor productividad pero la visibilidad e impacto real está por debajo de la total universitaria.

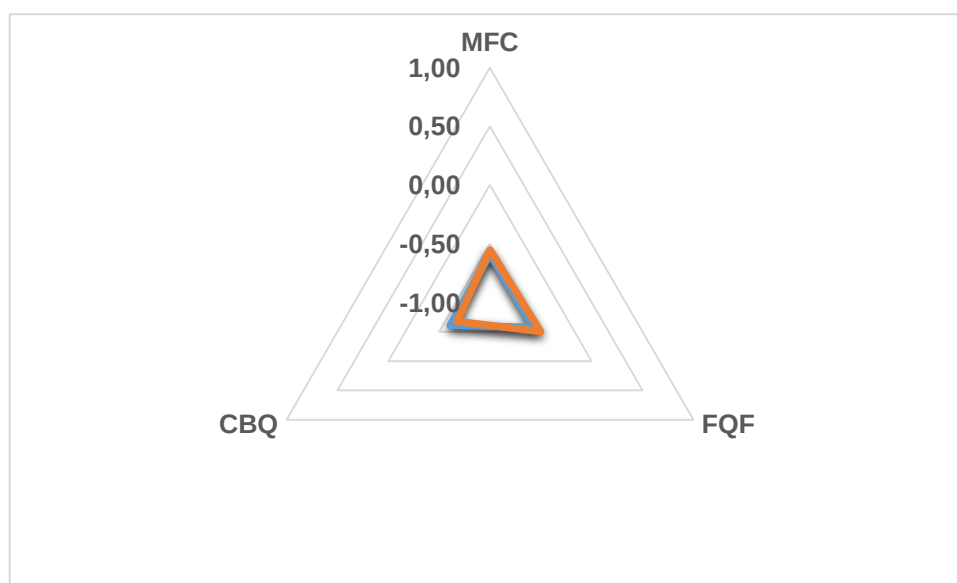
Tabla 10. Producción y visibilidad científica por área en Grupo 1.

Áreas	Ndoc	%Ndoc	Ncit	Ndoc cit	%Ndoc cit	NcitxNdoc	IAR	IVR
MFC	107	60,8	141	40	44.9	1.3	-0.55	-0.6
FQF	44	25.0	114	31	34.8	2.6	-0.57	-0.5
CBQ	25	14.2	91	18	20.2	3.6	-0.61	-0.7
Total	176	100	346	89	100	2.0	-1.73	-1.8

La variación de los colores visualiza el color verde como los valores máximos y al rojo como el mínimo lo que permite observar como la FQF se mantiene en un punto medio entre MFC y CBQ en general. La media de citas por documento más alta en este caso le pertenece al CBQ con un 3.6 a pesar de que la cantidad de documentos publicados en el periodo es la más baja.

El índice de actividad y visibilidad relativa calculado para estas áreas muestra una mínima variación en los resultados, la mayoría están cerca de -1 lo que se puede decir que están por debajo de la media mundial. Estos indicadores reflejan poca especialización temática de las publicaciones que son analizadas en el flujo de la revistas en la base de datos Scopus. Esto significa que la actividad y citaciones en las categorías donde publican las áreas es muy superior a nivel internacional.

Gráfico 5: Índice de actividad y visibilidad relativa



Como se puede observar en la tabla 10 no existe una diferenciación elevada entre cada índice por lo que la actividad y visibilidad en las áreas muestran como el nivel de especialización se encuentra en estos años por debajo de la media mundial. El análisis de estos indicadores se habían llevado a cabo en el 2015 en el antecedente doctoral que se referencia en el marco teórico y se mostraba una mejor situación en los resultados. El decrecimiento de la especialización o actividad científica de conjunto con la visibilidad puede estar dado por los avances de estos temas que se investigan a nivel internacional y el

decrecimiento de las citas recibidas en los trabajos indizados de la UCLV en Scopus.

En la tabla 11 se muestra el número de trabajos publicados por cuartiles con el objetivo de analizar la visibilidad de las publicaciones que se han realizado en base al SJR de las revistas donde se han publicado los artículos de estas tres áreas. La visualización de los resultados muestra similar gama de colores para ilustrar dónde están las mayores publicaciones distribuidas en los 4 cuartiles. Se observa que más del 50% de los artículos se ubican en los 2 primeros cuartiles de mayor visibilidad. Las categorías donde ha publicado MFC en el periodo que mayor visibilidad le reportan son: *Environmental Monitoring and Assessment*, *Applied Clay Science*, y *Classical and Quantum Gravity*

Tabla 11: Distribución por cuartiles de los trabajos publicados por áreas

Áreas	Ndoc	%Ndoc	Ndoc Q1	%Ndoc Q1	Ndoc Q2	%Ndoc Q2	Ndoc Q3	%Ndoc Q3	Ndoc Q4	%Ndoc Q4
MFC	107	60.8	28	26.2	42	39.3	9	8.4	9	8.4
FQF	44	25	26	59.1	15	34.1	2	4.5	0	0.0
CBQ	25	14.2	15	60.0	7	28.0	1	4.0	1	4.0
Total	176	100	69	39.2	64	36.4	12	6.8	10	5.7

La FQF se destaca al poseer el 59.1% de sus artículos publicados en el cuartil de mayor visibilidad, pero esto no se traduce en la mayor cantidad de citas recibidas a juzgar por la tabla 10. El CBQ no tiene publicaciones en revistas del Q4 lo que podría ser evidencia de su alcance internacional en cuanto a los resultados obtenidos por este centro.

Tabla 12: Distribución por cuartiles de las revistas donde han publicado las áreas universitarias.

Áreas	Ndoc	%Ndoc	Total JQ	JQ1	%JQ1	JQ2	%JQ2	JQ3	%JQ3	JQ4	%JQ4
MFC	107	60.8	51	22	20.6	15	14.0	8	7.5	6	5.6
FQF	44	25	32	19	43.2	11	25.0	2	4.5	0	0.0
CBQ	25	14.2	20	13	52.0	5	20.0	1	4.0	1	4.0
Total	176	100	103	54	52.4	31	30.1	11	10.7	7	6.8

La facultad de MFC como se ha evidenciado en gráficos y tablas anteriores se ha destacado por ser la que mayor número de artículos ha publicado en el periodo evaluado además de contar con los autores más citados, por lo que no

es de extrañar que se destaque nuevamente en cuanto a la cantidad de revistas con visibilidad internacional. La FQF y CBQ prácticamente no publicaron en revistas del cuartil 3 y 4 por los que las revistas se concentran en los cuartiles más visibles de la distribución. Los resultados de la distribución por cuartiles no se traducen en altos niveles de impacto científico real, o sea en citas recibidas.

La tabla 13 muestra los indicadores de colaboración científica distribuidos en los patrones definidos en el marco metodológico del estudio. Estos patrones muestran cómo la colaboración juega un papel fundamental en la producción científica y en este caso en particular el tipo de colaboración que más se repite es el de colaboración internacional. Se obtuvieron un total de 122 documentos que representan un 69.3% del total de documentos publicados en este periodo en colaboración internacional, además los artículos incluidos en esta clasificación de colaboración han obtenido en el periodo evaluado un total de 259 citas en 59 de los documentos. La colaboración internacional es el patrón que continua predominando en la producción científica de la UCLV y en este caso en las áreas más representativas analizadas en esta investigación.

Tabla 13: Patrones de colaboración de la producción científica de las Áreas MFC, FQF y CBQ en Scopus en el período 2013-2015.

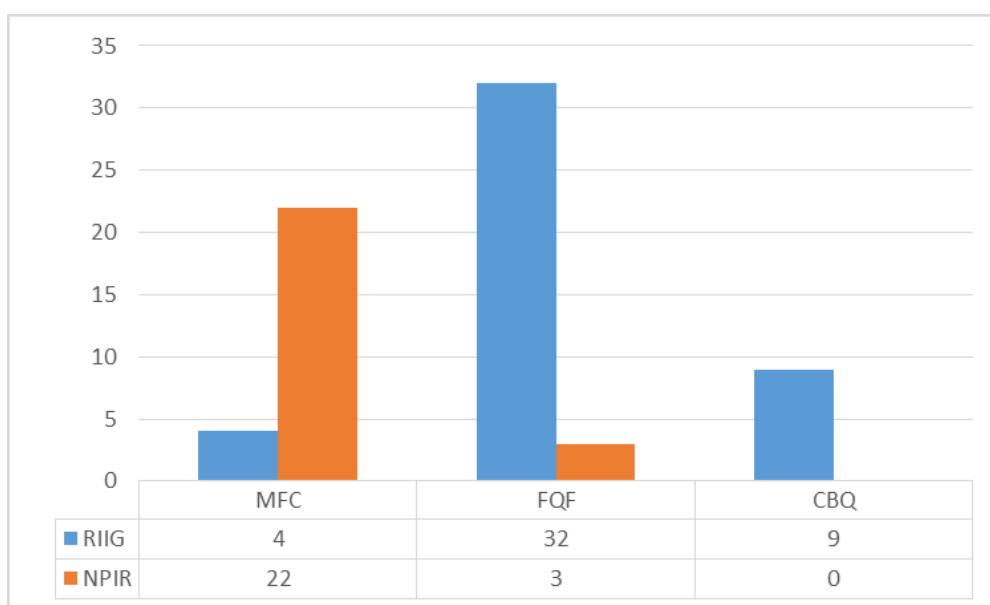
Patrones	Ndoc	%Ndoc	Ncit	Ndoc cit	%Ndoc cit	NcitXNdoc	I-Coaut
CI	122	69,3	259	59	78,7	2,1	2,9
C-UCLV	28	15,9	19	8	10,7	0,7	2,8
CN	24	13,6	14	8	10,7	0,6	3,2
NC	2	1,1	0	0	0	0	0
Total	176	100	292	75	100	1,7	2,9

Los patrones de CN y C-UCLV tienen parámetros cercanos entre sí lo que favorece al impacto científico nacional e institucional. El índice de coautoría total es de 2.9 lo que refleja un hábito de publicación en coautoría. Se corrobora que la no colaboración continúa siendo escasa en la investigación científica y por tanto su impacto es nulo.

3.3 Análisis de los indicadores no bibliométricos

Los indicadores no bibliométricos complementan el análisis anterior y para su visualización se han extraído el número de resultados introducidos y generalizados y los premios obtenidos en cada área durante el período (gráfico 6). Este indicador se mide con la sumatoria de cada resultado obtenido por cada area de los informes de ciencia y técnica de la UCLV.

Gráfico 6. Indicadores no bibliométricos de MFC, FQF y CBQ.



La Facultad de MFC ha sido la que mayor cantidad de premios ha recibido a nivel internacional y en contraposición la que menor cantidad de trabajos ha introducido o generalizado en la sociedad. El resultado contrario se obtiene en FQF la cual a pesar de tener una mayor cantidad de trabajadores potencialmente investigadores ha obtenido pocos premios en este periodo. Llama la atención cómo la FQF tiene mayor cantidad de resultados introducidos en la sociedad con respecto a CBQ.

Conclusiones

- Los referentes teóricos conceptuales expuestos sobre indicadores cienciométricos abarcan la actividad científica como una actividad socioeconómica.
- Se identifican además indicadores utilizados en diferentes estudios realizados nacionales e internacionales donde en algunos casos se combinan los cienciométricos y bibliométricos para la evaluación de la producción científica en universidades. Se continúa evaluando cienciométricamente a partir de indicadores bibliométricos y sin incluir la visión socioeconómica de la actividad científica.
- Quedan definidos los indicadores cienciométricos a utilizar en la investigación para la evaluación de la producción científica de las áreas de MFC, FQF y CBQ durante el periodo 2013-2015. Se tienen en cuenta los indicadores de *input* y *output* además de los no bibliométricos para la evaluación de las áreas seleccionadas para el estudio. Se midieron un total de 21 indicadores entre *input*, *output* y no bibliométricos.
- A partir de la evaluación de los indicadores seleccionados para valorar el desarrollo de la producción científica de las áreas de MFC, FQF y CBQ durante el período 2013-2015, lo que permite llegar a la conclusión de que el área más productiva es la facultad de MFC ya que entre todos los indicadores destaca con el primer lugar en más de una ocasión otorgándole una relevancia en cuanto a la evolución de su producción científica de un alto valor institucional. Las áreas de FQF y CBQ en cuanto al desarrollo de su producción científica se puede decir que quedan en segundo y tercer lugar respectivamente ya que a pesar de destacarse en varios indicadores en su gran mayoría es MFC la que lleva la delantera en la mayor cantidad de indicadores.
- La elevada producción científica total y visibilidad de esta en revistas del cuartil 1 y 2 no se traducen en elevada especialización y visibilidad científica.
- La cantidad de personal ACT de FQF es mayor que las restantes áreas y no se traduce en mayor productividad. La disminución de personal ACT en MFC no se traduce en una disminución de su producción científica.

Recomendaciones

1. Se recomienda que los resultados de este estudio sean considerados para lograr un aumento en el número de publicaciones en los diferentes grupos de revistas y aprovechar así el dinero obtenido por plan de I+D+i.
2. Se recomienda la continuación de este estudio y la actualización de sus datos, además de introducir nuevos indicadores cienciométricos que posibiliten una investigación posterior con análisis más amplios relacionados a la producción científica de las áreas MFC, FQF y CBQ y de ser posible incluir todas las áreas que conforman a la UCLV con el fin de conocer de manera general que tan alta o baja puede ser la producción científica de la universidad.

Bibliografía

(2016). "Inteligencia: Ingeniería y Diseño Web." Retrieved 26 de febrero, 2017, from <http://inteligencia.com>.

Arencibia Jorge, R. (2010). Visibilidad Internacional de la Ciencia y Educación Superior Cubanas: desafíos del estudio de la producción científica. Granada, Habana, Universidad de Granada, Universidad de la Habana. **Doctorado**.

Arencibia Jorge, R., Rosa Lidia Vega Almeida, Zaida Chinchilla Rodríguez, Elena Correa Álvarez, Félix de Moya Anegón (2012). "Patrones de especialización de la investigación cubana en salud." Revista Cubana de Salud Pública **38**: 734-747.

Cabezas Clavijo, Á. (2013). Estudio Bibliométrico de la Producción, Actividad y Colaboración Científicas en Grupos de Investigación: El Caso de la Universidad de Murcia Departamento de Información y Comunicación. Granada, Universidad de Granada. **Doctorado**.

CARBAJAL-ESPINO, R. 2009. *El índice Hirsch y sus adaptaciones para la evaluación de académicos e investigadores: su aplicación a los dominios Comunicación y Ciencia de la Información en el Siglo XXI*. Trabajo de Diploma, Facultad de Comunicación, Universidad de la Habana.

Dorta Contreras, J. A., Alexander Rodríguez Rabelo (2011) Producción científica en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Revista Cubana de Informática Médica **3**.

González Guitián, M. V., Maricela Molina Piñeiro (2008). "La evaluación de la ciencia y la tecnología: revisión de sus indicadores." ACIMED. Revista cubana de los Profesionales de la información y la comunicación en salud. **18**.

GORBEA-PORTAL, S. 2005. Modelo teórico para el estudio métrico de la información documental, Gijón, España, Ediciones Trea.

- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ-COLLADO, C. & BAPTISTA-LUCIO, P. 2006. Metodología de la Investigación, México, McGraw-Hill.
- HIRSCH, J. E. 2005. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* [Online], 102. Available: <http://arxiv.org/abs/physics/0701311> [Accessed 20 de marzo de 2014].
- HJØRLAND, B. 2002. Domain analysis in information science: eleven approaches—traditional as well as innovative. *Journal of documentation*, 58, 422-462.
- Martí Lahera, Y. (2007). ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE LA UNIVERSIDAD DE LA HABANA: UNA APROXIMACIÓN DESDE LOS PATRONES DE COMUNICACIÓN MULTI E INTERDISCIPLINAR DE SUS PROFESORES E INVESTIGADORES EN EL WEB DE LA CIENCIA (1988-2006) La Habana, Universidad de La Habana. **Doctorado**.
- Martí Lahera, Y. (2011). Ciencia y Género en Cuba (Web of Science, 2001-2007). Departamento de Biblioteconomía y Documentación, Facultad de Documentación y Comunicación Granada, Universidad de Granada. **Doctorado**.
- Mesa Travieso, D. (2016). Los estudios cuantitativos en las ciencias agropecuarias: medición del comportamiento de la producción científica del Instituto de Ciencia Animal en el período 1996-20013 a partir de Scopus. La Habana, Universidad de la Habana. **Maestría**.
- Moya Anegón, F. d. (2014). Principales Indicadores Cuantitativos de la Actividad Científica Chilena 2012. Informe 2014: Una mirada a 10 años. Valparaíso, Instituto de Políticas y Bienes Públicos, SCImago Research Group.
- Ospina Rúa, D. N. (2009). Caracterización de la Producción Científica y Visibilidad de los Investigadores de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín en la ISI Web Of Science (1990-2007). Escuela de Ingeniería

de la Organización Facultad de Minas. Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. **Magíster**: 186.

Pellicier Estiú, Y. (2008). Análisis del Comportamiento de las Redes de Cooperación en el Departamento de Bibliotecología y Ciencias de la Información de la Facultad de Comunicación de la universidad de la Habana. La Habana, Universidad de la Habana. **Trabajo de Diploma**.

PERALTA GONZÁLEZ, M. J. 2015. Indicadores Bibliométricos para la Evaluación de la Producción Científica de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas en WoS y SCOPUS. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, España.

Pérez, F. (2013). "Indicadores Cienciométricos y actividad científica en Chile." Revista chilena de endocrinología y diabetes 6: 139.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ-COLLADO, C. & BAPTISTA-LUCIO, P. 2006. Metodología de la Investigación, México, McGraw-Hill.

SIR. 2014. *SIR Scimago Institutions Rankings* [Online]. Available: www.scimagoir.com [Accessed 8 de junio de 2014].

SPINAK, E. 1996. *Diccionario enciclopédico de bibliometría, cienciometría e infometría.*, Washington, D. C., Estados Unidos.

Torres Salinas, D. (2007). Diseño de un sistema de información y evaluación científica. Análisis cienciométrico de la actividad investigadora de la Universidad de Navarra en el área de ciencias de la salud. 1999-2005. Granada, Universidad de Granada. Doctorado.

Anexos

Anexo 1: Premios internacionales más representativos obtenidos durante el periodo 2013-2015

2013	Primer Lugar en Gestión en el 4° Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Proyectos, patrocinado por la Red Iberoamericana de Ingeniería celebrado en Pucón, Chile, los días 21-22 noviembre de 2013, al trabajo: Aprendizaje de reglas borrosas para la toma de decisiones en la gestión de proyectos, de los autores Pérez Ramírez, I.; Bello Pérez, R. E.; Piñero Pérez, P.; Lugo García, J. y Torres López, S. del CEI/FMFC. Medalla de Oro en la XV Olimpiada Iberoamericana de Matemática Universitaria celebrada el 17 noviembre de 2012, al estudiante Yairon Cid Ruiz del 4° año de Ciencia de la Computación de la FMFC (no reportado el año anterior).
2014	Top Cited Papers Certificate in 2011-2012, otorgado por: la revista Chemical Engineering Journal al artículo: “Nickel biosorption using Gracilaria caudata and Sargassum muticum” (Vol. 166, pp.122-131), del autor: Dr.C. Ing. Iván Leandro Rodríguez Rico de la FQF. (Comunicado al autor en octubre 2014). Reconocimiento “Outstanding contribution in reviewing” otorgado por la Editorial Elsevier de Holanda, en noviembre 2013 (recibido en el 2014), al Dr.C. Lic. Rafael E. Bello Pérez por ser seleccionado Revisor Destacado de la revista Applied Softcomputing (CEI/FMFC). (no reportado el año anterior)
2015	Premio “Best Demo Award”, otorgado por la International Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems (AAMAS 2015) celebrada en Estambul, Turquía, del 4-8 de mayo de 2015, al software: “Best Demo Award: A Scalable and Modular System for Energy Trading Between Prosumers”, de los autores: Dr. Mihaylov, M.; Jurado, S.; Dra. Avellana, N.; Dr. Rázo Zapata, I.; Van Moffaert,

	K.; Cañadas, A.; Bezunartea, M.; Dra.C. Lic. Leticia Arco García; MSc. Lic. Isel Grau Garcia; Dra. Ann Nowé (CEI/FMFC). Medalla de Bronce otorgada por el Comité organizador de la 17ª Olimpiada Iberoamericana Universitaria de Matemática (OIUM) celebrada en el Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (CIMAT), Guanajuato, México el 7 de noviembre de 2015, al estudiante del 4º año de Lic. En Matemática, Keily A. Vicente de León (FMFC).
--	---

Anexo 2: Revistas del 1er cuartil en Scopus

Environmental Monitoring and Assessment
Applied Clay Science
Origins of Life and Evolution of the Biosphere
Journal of Computational Chemistry
Classical and Quantum Gravity
International Journal of Intelligent Systems
Journal of Chemometrics
Neurocomputing
Information and Software Technology
Expert Systems with Applications
Current Drug Metabolism
BMC Bioinformatics
Chemical Physics Letters
Journal of Theoretical Biology
Phytochemistry
Environmental Monitoring and Assessment
Journal of Microbiological Methods
Experimental and Applied Acarology
Journal of Computational Chemistry

European Journal of Medicinal Chemistry
Journal of Hazardous Materials
Journal of Microbiological Methods
Chemical Engineering Research and Design
Construction and Building Materials
Toxicological Sciences
Molecules
Journal of Chemical Information and Modeling
Current Topics in Medicinal Chemistry
Frontiers in Immunology
PLoS ONE
BioMed Research International

Anexo 2: Revistas del 2do cuartil en Scopus

In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant
Molecular Diversity
Current Computer-Aided Drug
Afinidad
CT y F - Ciencia, Tecnología y Futuro
Journal of Applied Toxicology
SAR and QSAR in Environmental Research
Molecular Diversity
Letters in Drug Design and Discovery
Design Current Computer-Aided Drug
RILEM Bookseries
Journal of Cosmology and Astroparticle Physics
Materials Research
Lecture Notes in Business Information Processing
International Journal of Computational Intelligence Systems

Anexo 3: Revistas en el 3er y 4to cuartil en Scopus

Advances in Soft Computing
Imagen Diagnostica
Biblios
Ingeniare
Investigacion Operacional
Revista Cubana de Fisica
Revista del Hospital Psiquiatrico de la Habana
Ingenieria y Universidad
Universitas Scientiarum
VacciMonitor
Society (Journal of the Chilean Chemical)

Anexo 4: Publicaciones más representativas de las áreas MFC, FQF y CBQ durante el periodo 2013-2015.

Publicaciones	Ndoc	%Ndoc
IFMBE Proc.	17	9,7
Lect. Notes Comput. Sci.	13	7,4
Comput. Sist.	9	5,1
Afinidad	5	2,8
Astrophys. Space Sci.	3	1,7
DYNA	3	1,7
Expert Sys Appl	3	1,7
Invest. Oper.	3	1,7
Total	176	100

Anexo 5: Tipo de referencias más destacadas entre las áreas evaluadas.

