



METODOLOGÍAS E INDICADORES ACADÉMICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y TECNOLÓGICOS PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA UNIVERSITARIA

METHODOLOGIES AND INDICATORS OF ACADEMIC, ECONOMIC, SOCIAL AND TECHNOLOGICAL IMPACT OF UNIVERSITY SCIENTIFIC RESEARCH

A.V. Díaz Corrales^{1,*}, R. E. Sánchez Alonso² B. Rosales Rivera³

¹Universidad Nacional de Ingeniería. Sede Regional del Norte. Estelí, Nicaragua.

*alba.diaz@norte.uni.edu.ni

²Universidad Nacional de Ingeniería. Dirección de Investigación.

³Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Arquitectura.

(recibido/received: 15-Julio-2018; aceptado/accepted: 25-October-2018)

RESUMEN

Dada la importancia del componente investigación para dar respuestas pertinentes a los problemas y demandas económicas y sociales, toma de decisiones en términos de política científica, gestión de recursos y desarrollo de infraestructura en las instituciones universitarias se hace necesario evaluar el impacto de las investigaciones científicas ejecutadas. La investigación es una estrategia de búsqueda del conocimiento, así como fuente de innovación y aprendizaje constante de la realidad, constituyéndose en un factor clave para la transformación tecnológica y educativa. El propósito de este artículo de revisión es realizar un análisis de las diferentes metodologías e indicadores académicos, económicos, sociales y tecnológicos que se han implementado para evaluar el impacto de las investigaciones universitarias.

Palabras claves: Ciencia y tecnología; Investigación universitaria; Medición de impacto

ABSTRACT

Given the importance of the research component to provide pertinent answers to economic and social problems and demands, decision-making in terms of scientific policy, resource management and infrastructure development in university institutions, it is necessary to evaluate the impact of scientific investigations carried out. Research is a strategy of searching for knowledge, as well as a source of innovation and constant learning of reality, becoming a key factor for technological and educational transformation. The purpose of this review article is to perform an analysis of the different methodologies and indicators academic, economic, social and technological that have been implemented to evaluate the impact of university research.

Keywords: Science and technology; University research; Impact measurement

1. INTRODUCCIÓN

El interés por la creación de métodos para evaluar el aporte de las investigaciones científicas, ha propiciado el desarrollo de varias agencias e instituciones internacionales como: National Science Foundation (NSF), la Organización para la Colaboración y el Desarrollo Económico (OCDE), la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y el Centre for Science and Technologies Studies (CTWS).

Como refiere Fernández de Castro Fabre y Shkiliova (2012) la RICYT desde hace una década ha venido trabajando en un proyecto sobre la conceptualización y estrategias para la medición del Impacto social de la ciencia y la innovación tecnológica mediante la construcción de indicadores. Desde el punto de vista teórico, se ha elaborado una metodología para medir los efectos del conocimiento científico y tecnológico sobre el desarrollo social y la calidad de vida de la población utilizando indicadores de impacto, continúan su planteamiento y refieren que:

En esa misma línea algunos países de América Latina se han planteado la necesidad de conocer la percepción que tiene la sociedad de la actividad científica y tecnológica, aspecto ya planteado en países desarrollados y que se relaciona no solamente con los impactos positivos de los resultados de la ciencia y la tecnología, sino también con los negativos..... (p. 79-80).

Por su parte Arencibia (2008) indica que la evaluación de la actividad científica es un elemento imprescindible para todos los programas de investigación, tecnología y desarrollo que se implementan en una sociedad, continúa su planteamiento indicando que:

La cienciometría ha contribuido al desarrollo de indicadores que constituyen herramientas clave en la gestión de la política científica y tecnológica, y en los procesos de toma de decisiones estratégicas. Los indicadores cienciométricos se dividen 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 consideren. 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).

Todas las instituciones de educación superior a nivel nacional e internacional generan muchos resultados científicos por constituir la investigación una de sus funciones sustantivas y obligatoria. Ejecutan cada año proyectos de investigación y desarrollo en todas las ramas del saber y del conocimiento científico, donde su principal objetivo es dar respuesta a una problemática en particular de la sociedad. Sin embargo tal y como lo indica Nave, Rodas, Sosa y Arrollo (2016) “es de vital importancia que las fuentes de financiamiento y las universidades estatales, evalúen el impacto para planificación de los programas, identificar áreas de desarrollo, documentar los productos e impactos, así como justificar la existencia de programas y presupuestos” que se asignan.

Por lo antes descrito surge la necesidad de analizar cómo ha sido previsto, diseñado y medido el impacto de las investigaciones científicas a nivel internacional y nacional, dado que no existe hasta el momento un procedimiento estandarizado que permita, mediante indicadores, prever y medir el impacto académico, social, económico y tecnológico adecuado al contexto de nuestro país.

2. DESARROLLO

Se inicia analizando lo que se debe considerar como el impacto de una investigación científica, lo cual se define como el “efecto, cambio o beneficio para la economía, la sociedad, la cultura, la política pública o los servicios, la salud, el medio ambiente o la calidad de vida, más allá de la academia” (Penfield, Baker, Scoble y Wykes, 2014, p. 21). Esto está relacionado con lo que afirma Kostoff (1995) que “es el cambio efectuado sobre la sociedad debido al producto de la investigación....” y plantea tres preguntas claves relacionadas con el impacto de la investigación que son:

- 1) ¿Cuál ha sido la amplitud de los impactos a largo plazo de investigaciones realizadas en el pasado?
- 2) ¿Cuáles han sido el éxito y los impactos de investigaciones realizadas recientemente?
- 3) ¿Cuál es el conocimiento que se proyecta ganar de la investigación propuesta, qué tipo de beneficios se podrían obtener y cuál es la probabilidad de que estos resultados a largo plazo puedan ser obtenidos?

Fernández (2001) plantean que los niveles en los que pueden ser aplicadas estas preguntas son micro, meso y macro, adquiriendo mayor relevancia “en la asignación de recursos, establecimiento de prioridades y en la evaluación”, lo niveles de aplicación se describe a continuación:

En el nivel micro, reflejan la competencia entre distintos proyectos de investigación. En el nivel meso, puede tratarse de tomar decisiones acerca de qué área disciplinaria debe ser priorizada para el financiamiento de proyectos. En el nivel macro, las preguntas expresan la competencia por recursos para la ciencia y tecnología, en detrimento de otras áreas de atención del Estado, tales como la salud, la educación o el empleo, (p.1).

Indica que para intentar encontrar respuestas más “objetivas” a las preguntas mencionadas, se hace necesario contar con indicadores de impacto de la ciencia y tecnología, es decir, indicadores que tomen en cuenta las consecuencias a largo plazo de las investigaciones, los desarrollos y del propio conocimiento científico y tecnológico, (p.2). El impacto de la ciencia y tecnología puede ser clasificado en función de su objeto en:

- Impacto en el conocimiento (o impacto científico, impacto académico)
- Impacto económico
- Impacto social

El impacto de la investigación científica se puede medir en diferentes momentos, uno de ellos es el impacto directo (propósito) establecido como el “resultado de la sinergia de los componentes (resultados, outputs) del proyecto y su introducción en la práctica” al terminar la investigación se pueden realizar “3 tipos de evaluaciones que son las denominadas evaluación a posteriori (a los 6 meses de concluida), la evaluación ex-post (de 1 a 2 años de concluida) y la evaluación de impacto (de 3 a 5 años de concluida)”, (Rodríguez y Cobas, s.f, pág. 1).

La forma tradicional de medir el impacto de las investigaciones científicas realizadas en las universidades es mediante el aporte académico a través de “métodos bibliométricos. Estas mediciones se basan, específicamente, en las citas recibidas por el documento (publicación científica o patente) en otros documentos, el número de publicaciones científicas e ingresos de investigación” (Penfield et al., 2014, p.23), cantidad de profesionales formados, producción científica en revistas nacionales e internacionales, específicamente aquellas de mayor visibilidad internacional.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2002) indica que en el caso de los impactos económicos se han relacionado principalmente con la “innovación tecnológica, el comercio de bienes de alta tecnología” (p. 3), “indicadores basados en métricas, como el registro de propiedad intelectual

y el ingreso comercial generado”. El primer intento global para capturar de manera integral el impacto socioeconómico de la investigación en todas las disciplinas se realizó para el Australian Research Quality Framework (RQF), utilizando un enfoque de estudio de caso” en que aplica métodos cualitativos como cuantitativos. Luego de varias investigaciones en la aplicación de esta metodología se concluyó que “era posible evaluar el impacto y desarrollar "perfiles de impacto" utilizando el enfoque del estudio de caso (Penfield *et al.*, 2014, p. 24-25).

Los impactos sociales están relacionados con los cambios que experimenta la calidad de vida y el bienestar de la sociedad y el medioambiente a través de los procesos de creación, difusión, uso y apropiación de los productos generados por las actividades científicas y tecnológicas.

Alemán y Lezama (2013) afirman que los indicadores pueden ser “medidos en números, hechos, opiniones o percepciones que señalan situaciones o condiciones específicas. Son instrumentos importantes para evaluar y dar seguimiento al proceso de desarrollo, valiosos para orientar cómo se pueden alcanzar mejores resultados” (p.111), continúa su planteamiento indicando que:

La construcción y desarrollo de indicadores de Ciencia y Tecnología es una práctica arraigada en algunas sociedades de Latinoamérica. Los primeros esfuerzos fueron desarrollados en la década de los noventas. Fue a partir del año 1994 con la creación de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) que se inicia a mitigar el vacío de información en materia científica en Latinoamérica. A partir de ese momento la RICYT ha sido la encargada de la ejecución del programa regional de indicadores de Ciencia y Tecnología, quien a través de foros de discusión ha permitido que los países latinoamericanos avancen en el diseño de instrumentos para la conceptualización y medición de aspectos específicos que adquiere el proceso de generación y difusión del conocimiento en cada uno de los países de la región, (p. 111).

López, Valcárce, y Barbancho (s.f) en su escrito indicadores cuantitativos y cualitativos para la Evaluación de la Actividad Investigadora: ¿Complementarios? ¿Contradictorios? ¿Excluyentes? indican que existen distintos indicadores para evaluar la investigación y estos son clasificados por diferentes autores como: 1) cuantitativos, 2) indicadores de situación, 3) inputs, 4) económicos, 5) personal, 6) outputs, 7) bibliométricos y cualitativos que son indicadores basados en encuestas, entrevista, así como información no estructurada.

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), han desarrollado metodologías y elaborado indicadores para medir el impacto de la ciencia y tecnología, que pueden resumirse en 3 manuales de referencia conocidos como el Manual de Frascati, el Manual de Oslo y el Manual de Camberra.

El Manual de Frascati conocido como Propuesta de Norma Práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental, contiene las definiciones básicas y categorías de las actividades de Investigación y Desarrollo, actividades exclusivas del personal de investigación, medición de los recursos dedicados a la Investigación y Desarrollo (I+D). En el año 2012 se creó un nuevo anexo al Manual para utilizar las directrices de la OCDE para cuantificar la I+D en las economías en desarrollo.

El Manual de Oslo publicado en el año 1992, proporciona directrices para la recolección e interpretación de datos sobre la innovación. También hace referencia literature-based innovation output indicators (LBIO), que es una metodología de encuestas basada en los casos de innovación en Ciencia y Tecnología que se informan en las revistas técnicas y comerciales.

En la tercera versión del Manual de Oslo se incluye la innovación de productos tecnológicos, innovación de procesos, innovaciones de marketing y las innovaciones organizacionales. Esta última la define como “la

aplicación de un nuevo método organizativo a las prácticas comerciales de la empresa, organización del trabajo o relaciones exteriores”.

El Manual de Canberra proporciona diversas metodologías para evaluar a los recursos humanos dedicados a la Ciencia y tecnología, hace referencia a los métodos cuantitativos basados en la bibliometría.

A nivel universitario, también se han generado experiencias de medición del impacto de las investigaciones científicas, González y Molina (2008) indica que “paralelamente al modelo cubano de universidad científica y tecnológica, para el siglo XXI, se orienta a la investigación para la solución de problemas con pertinencia, impacto y consecuencia tecnológica en función de los intereses del desarrollo socioeconómico del país, por medio de estrategias clave: la flexibilidad organizativa, la cooperación nacional e internacional y la búsqueda de recursos materiales y financieros por las más diversas vías”. En este sentido, el Ministerio de Educación Superior de Cuba (MES) para cada uno de sus centros universitarios, utiliza el siguiente sistema de indicadores detallados en la tabla 1.

Tabla 1: Indicadores para evaluar el impacto de la ciencia y la innovación tecnológica en los centros de educación superior (MES) de Cuba, 2006.

Indicadores de impacto económico social	Indicadores de impacto científico tecnológico	Indicadores de pertinencia
Premios nacionales y provinciales de innovación tecnológica (otorgados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA)).	Participación en premios de la Academia de Ciencias de Cuba.	Porcentaje de proyectos vinculados a proyectos nacionales, regionales, territoriales, empresariales y universitarios en ciencia y tecnología.
Premios provinciales del Fórum de ciencia y técnica.	Participación en premios CITMA provinciales.	Proyectos en planes de generalización regionales y provinciales.
Sedes universitarias municipales destacadas en el Fórum de ciencia y técnica.	Total de publicaciones por profesor equivalente en Cuba y el extranjero.	Estado de ejecución de los proyectos.
Premios internacionales.	De las anteriores, las publicadas en bases de datos internacionales.	Financiamiento de los proyectos de investigación en peso cubano convertible (CUC).
-	De las anteriores, las que se incluyen en la corriente principal.	-
-	Publicaciones de libros y monografías.	-
-	Patentes de invención obtenidas.	-

Fuente: (González *et al.*, 2008)

En el año 2012 Fernández de Castro Fabre *et. al.*, realizaron un estudio sobre Uso de un set de indicadores para medir el impacto en los proyectos de investigación de Ingeniería Agrícola de la Universidad Agraria de La Habana, en el cual tomaron como referencia los indicadores propuesto por el Ministerio De Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA 2001), los indicadores propuestos por el Ministerio de Educación Superior de Cuba (MES) en el año 2006 e Indicadores obtenidos a partir de la conceptualización realizada por Itzcovitz (1998), de la Universidad de Quilmes, Argentina perteneciente a RICYT relacionados con el impacto.

En la tabla 2 se presentan el set de indicadores propuestos para estandarizar el análisis de la medición del impacto en los proyectos de investigación de Ingeniería Agrícola de la Universidad Agraria de La Habana.

Tabla 2: Indicadores para medición del impacto en los proyectos de investigación de Ingeniería Agrícola de la Universidad Agraria de La Habana.

No.	Indicador	Tipo de Impacto	Observaciones
1	Publicaciones	Conocimiento	Publicación en revistas arbitradas o referenciada en bases de datos de prestigio internacional: artículos científicos en revistas que poseen un Consejo editorial, el cual controla la calidad de artículos, y que posean el número de ISSN. Publicación de libros y monografías, ya sea en soporte magnético o en papel, pero con la exigencia de que posean el número de ISBN.
2	Capacitación	Social	Capacitar de manera adecuada a las personas, comunidades, instituciones locales, responsables de continuar las acciones una vez culminados los proyectos.
3	Vinculación de actores	Social	Los introductores de los aportes prácticos deben dar fe de su valor mediante avales oficiales en los que argumentan su importancia y los beneficios obtenidos.
4	Utilización de métodos participativos	Social	Base de comunicación entre los investigadores y los actores sociales.
5	Participación en eventos científicos	Conocimiento	Deben presentarse los resultados como ponencias en eventos científicos relevantes en Cuba y en el exterior y que exista la certificación oficial de su presentación.
6	Trabajos de diploma	Conocimiento	Que aporten solución al problema real de la localidad, mediante el banco de problemas del municipio.
7	Tesis de maestría	Conocimiento	Que aporten a la solución de problemas del municipio.
8	Tesis de doctorado	Conocimiento	Que consideren dentro de sus resultados científicos en el plano teórico y práctico, los aportes al desarrollo local.
9	Vinculación con empresas del territorio	Social	Establecimiento de vínculos con actores sociales como el gobierno local, Forum de Ciencia y Técnica, CITMA provincial, las Organizaciones No Gubernamentales (ONG), necesario para vehicular la relación entre los resultados y la localidad.
10	Ponencia en Forum	Conocimiento	Presentación de trabajos resultantes del proyecto a nivel municipal, provincial.
11	Propiedad intelectual	Conocimiento	Debe preverse la propiedad industrial con la presentación de patentes en el caso que sea posible por el tipo de proyecto o el derecho de autor (software, multimedias, páginas WEB).
12	Premios	Conocimiento	El proyecto debe ser objeto de premios y reconocimientos por la calidad de su aporte científico y por su introducción en la práctica.
13	Distinción entre investigación básica y aplicada	Social	Según su carácter, las investigaciones pueden dar soluciones de carácter inmediato o a más largo plazo.
14	Ofertas para la solución de problemas al desarrollo local	Social	Propuestas desde el conocimiento científico para la solución de problemas locales.

15	Diversificación de productos y servicios	Económico	Que los resultados tengan una repercusión que favorezca la diversificación de productos y servicios.
16	Disminución de costos	Económico	Ahorro de materia prima y materiales.
17	Cantidad de profesores e investigadores participantes	Social	-

Fuente: (Fernández de Castro Fabre, et al., 2012)

Fernández de Castro Fabre et. al. (2012, p. 82) indican que existe una “confusión generalizada entre los conceptos de resultado e impacto y se aprecia que la mayoría de los líderes de proyectos centran su atención en la justificación y fundamentación de las acciones por realizar, y dedican menor atención a las acciones de impacto científicamente demostradas”. Proponen normalizar el uso de indicadores propuestos para medir el impacto, “desde que se gesta el proyecto, tener una guía para prever el impacto en las etapas y al final del proyecto”.

En Colombia la Universidad Simón Bolívar Sede Cúcuta, realizó investigación sobre metodología para la evaluación del impacto de los proyectos emergentes de proyección social en año 2016, la cual tiene un carácter y abordaje mixto (cuantitativo-cualitativo) desde la institución y uno cualitativo desde el beneficiario. El impacto lo midió utilizando la ecuación (1):

$$\text{Impacto} = (\text{efectos del proyecto} - \text{efectos provenientes por la influencia de otros factores externos} \pm \text{efectos de diseño}) * (0,80) + (\text{grado de conformidad del beneficiario}) * (0,20) \quad (1)$$

Para la valoración cualitativa en función de los resultados de la escala establecida en el estudio y según cada beneficiario, define la siguiente escala de impacto (tabla 3):

Tabla 3: Escala para valorar cualitativamente el impacto

Valores porcentuales	Valoración cualitativa
90% y mas	Muy alto impacto
Entre 70% y 89.5%	Alto impacto
Entre 50% y 69.5%	Mediano impacto
Entre 29.5 y 49.5	Bajo impacto
Menos de 29.5%	No hubo impacto

Fuente: (Cuberos de Quintero et al.2016)

Cuberos de Quintero y Vivas, (2016, p.59), concluyen que la metodología que aplicaron “permite mostrar desde los logros intermedios hasta las metas finales obtenidas por los beneficiarios de los proyectos”. La metodología está orientada hacia un “aprendizaje institucional cuyo valor heurístico conducirá a valorar, tanto el impacto real en los habitantes, en los estudiantes en su formación integral, así como en la planificación y ejecución de los proyectos de proyección social de la universidad”.

En el año 2016 la Dirección General de Investigación (Digi) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Usac), ha desarrollado, en una primera fase, un modelo para la evaluación del impacto de proyectos de investigación. En este modelo indica que los indicadores se valoraron por calidad y cantidad, para estimar por sumatoria de eventos el impacto total y en cada uno de los ámbitos académico (50%), social (30%) y económico (20%).

En la tabla 4, se muestra los indicadores para cada uno de los ámbitos antes mencionados, adaptadas de la lista de indicadores de impacto de Becker para investigación en salud en el año 2014.

Tabla 4: Indicadores académicos, sociales y económicos

Académico	Social	Económico
Publicaciones indexadas, libros o capítulos, manuales, literatura gris. Visibilidad de las publicaciones.	Publicaciones y divulgación en medios de comunicación. Estudiantes tesistas	Obtención de refinanciamiento o cofinanciamientos.
Elementos multimedia generados.	Transferencia de conocimiento o tecnología a la comunidad.	Prestación de servicio con los equipos adquiridos.
Uso de repositorios,	Promoción de cambios en líneas o temas de investigación.	Reducción de costos en algún proceso.
Pertenencia a redes académicas, colaboraciones.	Determinación de la identificación, prevención o erradicación de problemas.	Generación de algún spin-off o start-up.
Conferencias impartidas.	Desarrollo de talleres comunitarios.	Generación de emprendimientos y empleos.
Inventos, patentes, aplicaciones informáticas.	Intervenciones, participación en mesas de acción y propuestas de ley o de políticas públicas.	

Fuente: (Nave *et al.* 2016)

El formulario utilizado estuvo dividido en cuatro secciones: la de identificación con 6 preguntas, la académica con 20 preguntas (51.28%), la social con 13 (33.34%) preguntas y la económica con 6 (15.38%) preguntas.

Nave, Rodas, Sosa López y Arroyo (2016) indican en el estudio que seleccionaron al azar seis proyectos financiados en el 2014 como evaluación *ex post* y seis del 2012 como evaluación de impacto, correspondientes a dos por cada una de las áreas según la clasificación de la Digi que son social humanística, científico tecnológica y Salud. Ente sus resultados los proyectos mejor evaluados fueron a nivel *ex post* (1 a 2 años) que los proyectos de evaluación de impacto (3 a 5 años).

También se tienen previsto realizar una segunda etapa de validación de la metodología en Nicaragua, a las que se les aplicará una encuesta y entrevista a expertos.

En el año 2017 en Nicaragua, se realizó estudio sobre “Contribución de las investigaciones realizadas en la Facultad de Ciencias y Tecnología de la UNAN-León, al desarrollo del territorio de incidencia, 2013-2015”, como resultado se concluyó que “la investigación ha contribuido en mayor parte a la universidad, en lo académico, ya que permitió a docentes y estudiantes involucrarse en procesos investigativos, divulgar en revistas científicas y distintos eventos científicos”, (Arcia, 2017, p. 64).

Los aspectos utilizados para la determinación de la incidencia de las investigaciones se muestran en la tabla 5.

Los resultados de la investigación mostraron una “tendencia de no lograr una contribución sustancial al desarrollo del municipio de León, debido a la poca divulgación y transferencia de los resultados a los beneficiarios o usuarios finales, o no es transmitido de forma adecuada”, (Arcia, 2017, p. 64).

Tabla 5: Aspectos tecnológicos, económicos y sociales, para medir la contribución de las investigaciones realizadas en la facultad de UNAN León.

Aspectos tecnológicos	Aspectos económicos	Aspectos sociales
Facilito la creación de nuevos servicios tecnológicos.	Contribuyó a mejores ingresos.	Contribuyo a resolver problemas actuales de la sociedad.
Permitió desarrollar nuevos productos.	Disminución de los costos de producción.	Generó nuevos puestos de trabajo.
Aporto nuevos conocimientos.	Mayores rendimientos.	Mejoro la calidad de vida de las personas.
Resolvió problemáticas tecnológicas en la empresa.	Mayor eficiencia.	-
Otro especifique.	Fomento a la creación de nuevos emprendimientos.	-

Fuente: (Arcia, 2017)

2.1 Indicadores de Impacto de la Investigación Científica en Nicaragua

En Nicaragua la determinación del impacto de las investigaciones científicas constituye un tema de particular interés para las instituciones universitarias, para la creación y formulación de estrategias que contribuyan en la mejora de la calidad y pertinencia hacia el entorno, en relación al impacto social, académico, tecnológico y económico.

En año 2014 por el Consejo Nicaragüense de Ciencia y Tecnología (CONICYT) con la colaboración técnica de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas y un grupo de consultores nacionales e internacionales, definieron los siguientes ejes e indicadores de Ciencia, tecnología e Innovación:

- 1) Recursos humanos dedicados a ciencia, tecnología e innovación.
- 2) Programas y proyectos de ciencia, tecnología e innovación científica.
- 3) Alianzas estratégicas en las que participa la institución paraciencia, tecnología e innovación.
- 4) Infraestructura para desarrollar ciencia, tecnología e innovación
- 5) Innovaciones
- 6) Documentación de ciencia tecnología e innovación
- 7) Difusión de los resultados de ciencia tecnología e innovación
- 8) Presupuesto para ciencia, tecnología e innovación
- 9) Número de graduados por área científica, grado académico y género, que están preparados para servir a la sociedad. Mide el número de graduados en el periodo evaluado que están preparados para servir a la sociedad, distribuidos por área científica definida por el Manual de Frascati, diferenciándose por género (hombre y mujer) y por los niveles académicos Técnico Superior, Licenciado/Ingeniero/Arquitecto, Especialista, Maestría y Doctor (Ph.D). Suma de todos los graduados de la institución por área científica y diferenciados por grado académico y género.

Las áreas científicas definidas por el Manual de Frascati: (i) Ciencias Naturales; (ii) Ingeniería y Tecnología; (iii) Ciencias Médicas; (iv) Ciencias Agrícolas; (v) Ciencias Sociales; (vi) Humanidades.

En la tabla 6 se muestran los indicadores para la Ingeniería y Tecnología, indicados en el manual de Frascati.

Tabla 6: Áreas científicas y tecnológicas

Área	Descripción
Ingeniería y Tecnología	<p>1. Ingeniería civil (ingeniería arquitectónica, ciencia e ingeniería de la edificación, ingeniería de la construcción, infraestructuras urbanas y otras disciplinas afines).</p> <p>2. Ingeniería eléctrica, electrónica [ingeniería eléctrica, electrónica, ingeniería y sistemas de comunicación, ingeniería informática (sólo equipos) y otras disciplinas afines].</p> <p>3. Otras ingenierías (tales como ingeniería química, aeronáutica y aeroespacial, mecánica, metalúrgica, de los materiales y sus correspondientes subdivisiones especializadas; productos forestales; ciencias aplicadas, como geodesia, química industrial, etc.; ciencia y tecnología de los alimentos; tecnologías especializadas o áreas interdisciplinarias, por ejemplo, análisis de sistemas, metalurgia, minería, tecnología textil y otras disciplinas afines).</p>

Fuente: (De la Vega, 2006)

10) Número de programas de ciencia, tecnología e innovación en proceso (vigentes) y concluidos, por área científica por año. Mide la cantidad total de programas de ciencia, tecnología e innovación en vigencia (en proceso) y concluidos, clasificados en cada una de las áreas científicas definidas por el Manual de Frascati.

11) Número de innovaciones de productos (bienes) y de servicio. Objetos tangibles nuevos o significativamente mejorado introducidos al mercado por la empresa o la entidad que desarrolla. Teniéndose por nuevos, todos aquellos productos y servicios cuya característica difieren significativamente de los disponibles en mercado. Y como productos significativamente mejorados, aquel previamente existentes que han mejorado en desempeño o costo mediante la utilización de materias primas o componentes de mayor rendimiento.

12) De los servicios en actividades novedosas que buscan satisfacer las necesidades de los clientes, sobre un producto tangible o intangible; siendo la intangibilidad la característica más básica de los servicios (no puede verse, probarse, sentirse, oírse ni olerse antes de la compra), pero también los servicios son perecederos y los compradores no tienen propiedad sobre los mismos, solo adquieren el derecho a recibir una prestación, uso, acceso o arriendo de algo. Ejemplo: reparaciones, transmisión de conocimiento, transporte, hoteles, restaurantes, entre otros.

13) Número de tesis de grado o su equivalente. Investigaciones elaboradas por estudiantes de pregrado bajo la orientación de un tutor, como requisito de graduación de una carrera de pregrado.

14) Número de Estudios de impactos. Investigaciones realizadas en un área del conocimiento, a fin de evaluar el impacto o consecuencias resultantes del desarrollo de programas y/o proyectos.

15) Número de Estudios de sistematización. Estudios desarrollados con base a interpretaciones críticas de experiencias realizadas, evidenciando la lógica de los procesos a partir del ordenamiento y reconstrucción de estos.

16) Número de Estudios de diagnósticos. Estudios realizados con base a datos y hechos, recopilados y ordenados sistemáticamente a fin de juzgar en mejor forma los acontecimientos.

17) Artículos científicos o “papers”, publicados en revistas especializadas, teniendo por objetivo difundir los resultados de investigaciones realizadas en un área determinada del conocimiento, o fomentar el desarrollo de métodos experimentales innovadores.

También es importante destacar que el Consejo Nacional de Universidades (CNU), de manera trimestral solicita a las universidades un informe sobre la función sustantiva de la universidad correspondiente a Investigación, en el que se deben indicar los siguientes aspectos:

- Financiamiento de la investigación (infraestructura, salarios, financiamiento a proyectos, viáticos, etc., para desarrollar la investigación).
- Capacidad instalada para la investigación.
- Total de horas que el profesorado de tiempo completo y horario, dedica a la investigación científica.
- Investigaciones realizadas por investigadores de contratación de tiempo completo y docentes investigadores.
- Cantidad de tesis de posgrado realizadas.
- Trabajos presentados en eventos científicos nacionales e internacionales.
- Eventos científicos organizados por las universidades (cantidad de participantes).
- Participación en eventos científicos organizados por el CNU y otras instituciones.
- Publicaciones.
- Diplomados y cursos libres orientados a la formación de investigadores.
- Investigaciones realizadas por los estudiantes de grado.
- Valoración cualitativa global de la investigación en el año (actividades de impacto en la función Investigación, Dificultades, logros, perspectivas).

2.2 Aspectos de Impacto de la investigación Científica cualitativos y cuantitativos

Los aspectos más utilizados para medir el impacto de las investigaciones científicas son tecnológicos, académico, económicos, sociales en algunos casos también se incluye indicadores culturales y ambientales. Sabiendo que la medición del impacto es una actividad compleja requiere la aplicación de métodos cuantitativos y cualitativos para la recolección de la información. Los cuantitativos se procesan mediante análisis estadísticos y los cualitativos con criterio de expertos.

En la tabla 7 se propone una clasificación de aspectos cualitativos y cuantitativos, para cada uno de los impactos más utilizados.

Tabla 7: Aspectos cualitativos y cuantitativos para la evaluación de la investigación científica

Indicador	Impacto Académico	Impacto Social	Impacto Económico	Impacto Tecnológico	Impacto Ambiental
Cualitativo	Descripción de la incidencia en la docencia.	Entrevista a beneficiarios sobre los resultados de la investigación.	Describir las mejoras de la capacidad administrativa y financiera.	Descripción del tipo de tecnologías.	Describir las técnicas de producción sostenible y más limpias aplicadas.
	Indicar los vínculos obtenidos con diferentes actores sociales.	Descripción del alcance de las divulgaciones (internacionales, nacional local, etc.)	Caracterización de nuevos productos desarrollados.	Entrevista a beneficiarios sobre los resultados de la investigación.	Caracterizar a los tipos de beneficiarios directos. Tipos de contaminantes que se han disminuido.
	Entrevista a beneficiarios sobre los resultados de la investigación.		Entrevista a beneficiarios sobre los resultados de la investigación.		Cambio positivo en valores, comportamientos y prácticas respecto al ambiente.

					Entrevista a beneficiarios sobre los resultados de la investigación.
Cuantitativo	<p>Cantidad de publicaciones realizadas.</p> <p>Cantidad de citas en otros documentos del trabajo realizado.</p> <p>Formación (cantidad de doctores, masters, ingenieros, arquitectos).</p> <p>Cantidad de publicaciones en revistas arbitradas o referenciada en bases de datos de prestigio internacional.</p> <p>Presentación de los resultados como ponencias en eventos científicos relevantes.</p> <p>Número de premios y reconocimientos por la calidad de su aporte científico y por su introducción en la práctica.</p> <p>Pertenencia a redes académicas.</p> <p>Mejora de equipamiento e infraestructura (beneficio para la universidad)</p>	<p>Cantidad de Capacitaciones o talleres realizados a los beneficiarios de la investigación.</p> <p>Las soluciones planteadas son pertinentes al contexto donde se desarrolló la investigación.</p> <p>Divulgación en medios de comunicación.</p> <p>Contribuyo a mejorar la calidad de vida de las personas.</p>	<p>Incremento de las mejoras financieras.</p> <p>Incremento de la rentabilidad</p> <p>Incremento productividad</p> <p>Acceso a nuevos mercados.</p> <p>Mejora de la calidad de productos y producciones.</p> <p>Disminución de costos.</p> <p>Generación de emprendimientos y empleos.</p> <p>Financiamiento para el desarrollo de la investigación (local, nacional, internacional).</p> <p>Mejora de equipamiento e infraestructura (beneficio para los beneficiarios)</p>	<p>Cantidad de patentes innovaciones.</p> <p>Cantidad de tecnologías transferidas.</p> <p>Innovaciones de productos (bienes) y de servicio.</p> <p>Nuevos conocimientos generados.</p>	<p>Cantidad de técnicas aplicadas en la producción sostenible y más limpias.</p> <p>Aumento de la producción.</p> <p>Número de beneficiarios directos.</p> <p>Niveles de disminución de la contaminación.</p>

3. CONCLUSIONES

La vinculación de la Universidad con los sectores productivos y de servicio, tanto público como privado ha sido muy importante para impulsar investigaciones útiles a la sociedad ya que son la fuente primaria de las necesidades de la investigación, sin embargo, hace falta potenciar y sistematizar los esfuerzos realizados y que son positivos. La articulación entre la Universidad, Empresa y Sociedad, es uno de los aspectos que fortalece el desarrollo de investigaciones de impacto, dado que están son la fuente principal de las problemáticas que se viven y que están demandando una pronta solución.

La investigación científica debe considerarse como un medio de desarrollo profesional, tecnológico y económico de la sociedad y no un fin para graduarse en las universidades. La transferencia tecnológica es efectiva cuando se mejora las debilidades y mejora el problema, y por ende hay innovación.

A nivel internacional existen metodologías e indicadores establecidos como es el Manual de Frascati sobre I+D (procedimientos de encuestas para medir las actividades de investigación y desarrollo experimental), el manual de Oslo (interpretar la innovación tecnológica) y manual de Canberra sobre los recursos dedicados a la ciencia y tecnología. Dado que cada uno de ellos tiene una línea en específico resulta importante retomar los indicadores establecidos en los tres para una evaluación integral del impacto de la investigación científica.

A nivel universitario la forma tradicional medir el impacto de las investigaciones se ha basado en la medición de los beneficios académicos a través de varios métodos bibliométricos, factores como el número de publicaciones y citas e ingresos de investigación. Siendo esto solamente una parte de todos los beneficios que generan las investigaciones realizadas sin quedar evidenciado las mejoras sociales, económicas y tecnológicas.

En el caso del impacto socioeconómico inicia utilizando indicadores basados en métricas, como el registro de propiedad intelectual, ingreso comercial generado y la innovación tecnológica. Es importante destacar que para lograr un impacto la interacción entre los investigadores y las partes interesadas es un aspecto clave.

Los estudios realizados para medir el impacto de las investigaciones científicas desarrolladas en las universidades son estudios de caso basadas en narrativas que describen una perspectiva particular. Han tomado en cuenta los indicadores desarrollados por instituciones dedicadas a la ciencia y la tecnología propias de cada país, así como referentes internacionales. Sin embargo, los indicadores propuestos no recogen los datos necesarios y que puedan ser estandarizados para poder aplicarse a diferentes contextos.

En el caso de Nicaragua en la creación de los indicadores de impacto de las investigaciones científicas, se deben tomar encuentra los ya establecidos por el CONYCIT y el CNU, como los de referencia internacional.

Debido al carácter sistemático, dinámico y complejo de la investigación científica se requiere de la combinación adecuada de varias metodologías e indicadores de impacto que representen la realidad de los países y los fenómenos a evaluar como: métricas, narrativas, con un enfoque del método mixto (cuantitativo y cualitativo).

Actualmente la focalización de la investigación ha estado en temas como la ciencia, la innovación, las redes, el uso de indicadores y medición del impacto a partir de la producción científica en revistas de la corriente principal, sin embargo, hay un interés en evaluar el impacto social y económico más allá de lo académico.

Para realizar la evaluación de la investigación y su impacto en el propio ámbito y escenario donde se produce el conocimiento requiere del desarrollo de indicadores que permitan la medición no sólo del impacto y la calidad de la investigación, sino además del impacto social, tecnológico, económico, el desarrollo de

capacidades investigativas y de innovación, e integrarlos armónicamente en los procesos evaluativos a cualquier nivel o fenómeno objeto de evaluación, con el objetivo de apoyar la toma de decisiones, desarrollar e introducir productos y técnicas de dirección nuevas e implantar o mejorar procesos.

4. REFERENCIAS

Albornoz, M. (2009). Indicadores de innovación: las dificultades de un concepto en evolución. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad (CTS)*, 13 (5), 9-25.

Alemán, F. y Lezama, L. (2013). Construcción de indicadores de ciencia, tecnología. *Revista científica La Calera-Universidad Nacional Agraria*, 13(21), 110-114.

Alvarado, B. (2009). Informe Vinculación Universidad Empresa y su Contribución al Desarrollo Regional. Ra Ximha, 407-414.

Arcia, M. (2017). Contribución de las investigaciones realizadas en la Facultad de Ciencias y Tecnología de la UNAN-León, al desarrollo del territorio de incidencia, 2013-2015. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-LEÓN).

Arencibia J. y de Moya Anegón, F. (2008). La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la cienciometría. *ACIMED*, 17 (4) Recuperado en 10 de octubre de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352008000400004&lng=es&tlng=es.

Consejo Nicaragüense de Ciencia y Tecnología. (2011). Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Nicaragua. Managua Nicaragua: CONICYT/NICARAGUA.

Cuberos de Quintero, M., y Vivas, M. (2016). Metodología para la evaluación del impacto de los proyectos emergentes de proyección social. Colombia: Universidad Simón Bolívar Sede Cúcuta.

De la Vega, I. (2006). Módulo de capacitación para la recolección y el análisis de indicadores de investigación y desarrollo. Banco Interamericano de Desarrollo Redes BID.

Fernández, E. (2001). La medición del impacto social de la ciencia y tecnología., en M. Albornoz (comp.): Temas actuales de indicadores de ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe, Buenos Aires, RICYT, disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/924/92420408.pdf>

Fernández de Castro Fabre, Astrid, y Shkiliova, Liudmila. (2012). Uso de un set de indicadores para medir el impacto en los proyectos de investigación de Ingeniería Agrícola de la Universidad Agraria de La Habana. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21 (1), 79-82. Recuperado en 5 de octubre de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000100015&lng=es&tlng=es.

González, M., y Molina, M. (2008). La evaluación de la ciencia y la tecnología: revisión de sus indicadores. *ACIMED*, 18 (6) Recuperado en 8 de octubre de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352008001200003&lng=es&tlng=es.

Kostoff, R. (1995). The handbook of research impact assessment, Office of.. <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a296021.pdf>

López A., Valcárce M. y Barbancho M. (s.f.). Indicadores cuantitativos y cualitativos para la Evaluación de la Actividad Investigadora: ¿Complementarios, ¿Contradictorios, ¿Excluyentes? Recuperado en 8 de octubre de 2018. de http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/consejo_social/590987125_1032010104118.pdf

Nave, F., Rodas, A., Sosa López, R. N., y Arroyo, G. (2016). Indicadores de impacto de los proyectos de investigación financiados por la Dirección General de Investigación. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). (2002). Manual de Frascati. Propuesta de Norma Práctica para Encuestas. Madrid : Organización para la Cooperación y Desarrollo. Recuperado en 2 de octubre de 2018.

http://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/ManuaFrascati-2002_sp.pdf

Penfield, T., Baker, M., Scoble, R., & Wykes, M. (2014). Evaluación, evaluaciones y definiciones del impacto de la investigación: una revisión. Prensa de la Universidad de Oxford, 21-32.

Rodríguez, A. (2005). Impacto social de la ciencia y la tecnología en Cuba: una experiencia de medición a nivel macro. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, 2 (4), 147-171.

Rodríguez, R., y Cobas, M. (s.f). Informe Metodología de evaluación de impacto de proyectos de investigación . La Habana. Cuba: Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de Avanzada. Recuperado el 6 octubre de 2018. https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/078/45078486.pdf.

SEMBLANZA DE LOS AUTORES



Alba V. Díaz - Corrales: Obtuvo el grado de Ingeniero Químico y máster en Didácticas de las Ingenierías y Arquitectura en la universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua. Actualmente doctorando del Programa de Doctorado “Gestión y Calidad de la Investigación Científica (DOGCINV)”, FAREM Estelí, UNAN-Managua, Nicaragua. Docente titular de la Universidad Nacional de Ingeniería. Coordinadora de Investigación en la UNI Sede Regional del Norte (periodo 2013-2017). Experiencia en Formulación y Ejecución de Proyectos de Investigación. Participación como expositora en foros y congresos a nivel nacional e internacional. Coautor de Atlas de cafés especiales de Nicaragua 2012, Manual Técnico “Beneficio, Calidad y Denominación de Origen y publicación de artículos científicos en revistas indexadas. Editora ejecutiva de la Revista Científica El Higo. Docente e investigadora en la temática Denominación de Origen. Tutora de tesis monográficas en diversas temáticas de agroindustria e Industrial. Realizadas asesorías y consultorías para la aplicación de herramientas Japonesas Tecnologías de la Gestión de la Producción, realizadas en pequeñas empresa. Certificada por NSF International en competencias en HACCP. Realizado curso “Aprendizaje por Indagación en la Educación Superior para el Desarrollo Integral”, impartido por la prestigiosa institución PENTFLACSO Argentina.



Roger E. Sánchez-Alonso: Obtuvo el grado de Ingeniero Industrial en la Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua, donde actualmente es profesor titular, investigador y editor ejecutivo de la revista científica Nexo. Desarrolló sus estudios de maestría y doctorado en el Instituto Politécnico Nacional, México. Ha desarrollado estancias de investigación en universidades extranjeras con académicos reconocidos dentro de su campo de especialidad, por ejemplo, la Universidad de Houston y la Universidad Estatal de Morehead en Estados Unidos de América. Trabaja en líneas de investigación vinculadas con el Diseño y Análisis de Robots Industriales y el uso de la robótica y la realidad virtual para mejorar el proceso capacitación tecnológica en ingenieros de diferentes especialidades.

Benjamín Antonio Rosales Rivera: Arquitecto. Posgrado en Metodología de la Investigación. Posgrado en Arquitectura y Desarrollo. Especialista en Vivienda Social y Calidad de Vida. Máster en Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorial. Candidato a Doctor en Ciencias Ambientales. Profesor Titular de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Ingeniería, con 24 años de docencia. Docente de diversos programas de Posgrado (Diplomados, Especialidades y Maestrías) en Instituciones de Educación Superior: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Universidad Centroamericana (UCA), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), Universidad Americana (UAM), Universidad Politécnica de Nicaragua (UPOLI). Consultor en Estudios de Impacto Ambiental, Sistemas de Gestión Ambiental, Gestión Integral de Riesgos de Desastres, Planificación Urbana y Territorial. Antiguo Director de Investigación de

la UNI.