

“LAS EXTERNALIDADES DEL CONOCIMIENTO”



AUTOR

CAROLINA DELGADO HURTADO
Magíster en Ingeniería
Profesor Auxiliar Tiempo Completo
Grupo de Investigación en Gestión de la
Tecnología y la Calidad.
Grupo de Investigación en Desarrollo Turístico
y Regional.
carolinadelgado@unicauca.edu.co
COLOMBIA

AUTOR

CARLOS DANILO MILLAN DIAZ
Magíster en Ingeniería
Profesor Asistente Tiempo Completo
Grupo de Investigación en Gestión de la
Tecnología y la Calidad.
cdmillan@unicauca.edu.co
COLOMBIA.

Fecha de Recepción del Artículo: 20 de Junio de 2006 **Fecha de Aceptación del Artículo: 31 de Julio de 2006**
Artículo Tipo: 1

RESUMEN.

En Colombia, la Universidad del Cauca en el cumplimiento de su objeto social invierte importantes recursos en Investigación y Desarrollo procurando crear condiciones a escala regional para la consolidación y socialización del conocimiento, validando los resultados, asegurando su difusión y propiciando su aplicabilidad. En estos términos, para la Universidad es clara la necesidad de establecer un esquema de valoración homologable a nivel nacional e internacional que permita evaluar el desempeño alcanzado por las unidades de investigación. El presente documento pretende delinear el perfil de una investigación cuyos ejes estructurantes apuntan a describir la experiencia de evaluación de los inputs, outputs, outcomes e impactos de los esfuerzos en actividades de Investigación y Desarrollo de la Institución, empleando para ello un Modelo Lógico Conceptual que rastrea el proceso de generación de conocimientos, desde los inputs de la I&D hasta su principal logro que es la creación de externalidades de conocimiento. La metodología sugerida por el Modelo genera un inventario de externalidades de conocimiento, de mercado y de redes. Esta información es de considerable importancia para los ejecutores y la Institución en general, por cuanto hasta el momento sólo se contaba con información bibliométrica basada principalmente en la productividad, pero que dejaba de lado aspectos de la política en educación pública tan importantes como el efecto espiral de la Investigación y Desarrollo y su significado en la productividad de las inversiones públicas en Ciencia y Tecnología.

PALABRAS CLAVE

Externalidades de Conocimiento (Spillovers)
Gestión Tecnológica,
Investigación y Desarrollo. I&D
Cambio Tecnológico.
Evaluación del Impacto.

ABSTRACT

In Colombia, the University of Cauca in order to achieve its social object invests important resources in Research and Development trying to create conditions in a regional scale for

the consolidation and socialization of knowledge, validating the results, assuring its diffusion and propitiating its applicability. In these terms, for the University it is clear that it is necessary to establish a model of evaluation that allows the stakeholders (in a national and international level) to evaluate the performance and impacts reached by the investigation units. The present document aims to describe the profile of a research project whose main axes point to analyze the experience of evaluation of inputs, outputs, outcomes and impacts of the Research and Development activities of the Institution, using a Conceptual Logic Model that allows to observe the entire process of generation of knowledge, starting with the inputs of the R&D and ending at creation of

knowledge Spillovers. The application of the model mentioned produces an inventory of knowledge, market and network Spillovers. This information is relevant for the decision makers and the institution because it allows them to think about the problems faced by the current evaluation systems, including their lack of consideration of Spillovers. Besides, it suggests some action courses in the future evaluations of impacts in Research and Development.

KEYWORDS:

Knowledge Spillovers
Management of Technology
Research and Development (R&D)
Technological Change
Evaluation of Impact.

1. INTRODUCCION

Un contexto socioeconómico basado en el conocimiento exige un análisis de la información estadística desde un marco conceptual homogéneo a nivel regional y externo que permita valorar los esfuerzos en investigación y desarrollo como verdaderos indicadores de cambio tecnológico.

Las tradicionales cifras de I&D que dan cuerpo a los informes de gestión de los ejecutores suelen no ser suficientes en el contexto económico actual [1] y cada vez se hace más evidente la necesidad de establecer mecanismos homogéneos de evaluación que permitan la comparación y armonización de la gestión a nivel interno y externo sin dejar de lado los rasgos propios institucionales acorde con entornos culturales disímiles.

La presente propuesta aborda el problema en mención desde la óptica de la Gestión Tecnológica empleando como principales referentes teóricos, entre otros, los escritos de la OCED, Organización para La Cooperación y el Desarrollo Económico, en materia de evaluación del Impacto de la I&D a nivel mundial, y la caja de Herramientas propuesta por el Instituto Norteamericano de Estándares y Tecnología (A Toolkit for Evaluating Public R&D Investment. Models, Methods and Findings from ATP's Fistr Decade. US Department Of Commerce. July, 2003) [2].

El objetivo general de la presente investigación gira en torno al diseño y propuesta de un modelo lógico conceptual para la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca, que permite la evaluación sistemática de los inputs, outputs, outcomes e impactos de la I&D hasta lograr la creación de externalidades de conocimiento.

En la búsqueda de este objetivo, siguiendo la metodología de la Modelación Lógica, la investigación se inició con la creación de un modelo lógico conceptual y la descripción de sus elementos en términos sistémicos. Posteriormente la investigación se concentró en el desarrollo o estudio de cada elemento del modelo. Se construyeron y sugirieron herramientas de evaluación como indicadores de insumo, de producto, de resultados y de impactos o creación de externalidades. La adopción de dichas herramientas permitió

la evolución del modelo lógico hacia un modelo de gestión/evaluación, el cual en sus primeras etapas de implementación ha propiciado una evaluación efectiva y sistemática de la investigación y desarrollo a nivel de un grupo de investigación ampliamente reconocido por sus visibles actuaciones dentro de la Universidad del Cauca.

Para elaborar un modelo lógico conceptual de evaluación que permitiera identificar las actividades de los proyectos que logren metas, outcomes e impactos clave (externalidades de conocimiento) para la Universidad del Cauca, los investigadores iniciaron en el año 2004 una revisión bibliográfica tendiente a identificar las metodologías disponibles en el estado del arte para la evaluación de los elementos de un sistema de investigación y desarrollo. Posteriormente, previo establecimiento de algunos criterios técnicos e institucionales, se procedió a seleccionar un grupo de investigación entre los actualmente inscritos y activos en el Sistema de Investigaciones de la Universidad del Cauca para la aplicación del modelo.

2. Metodología

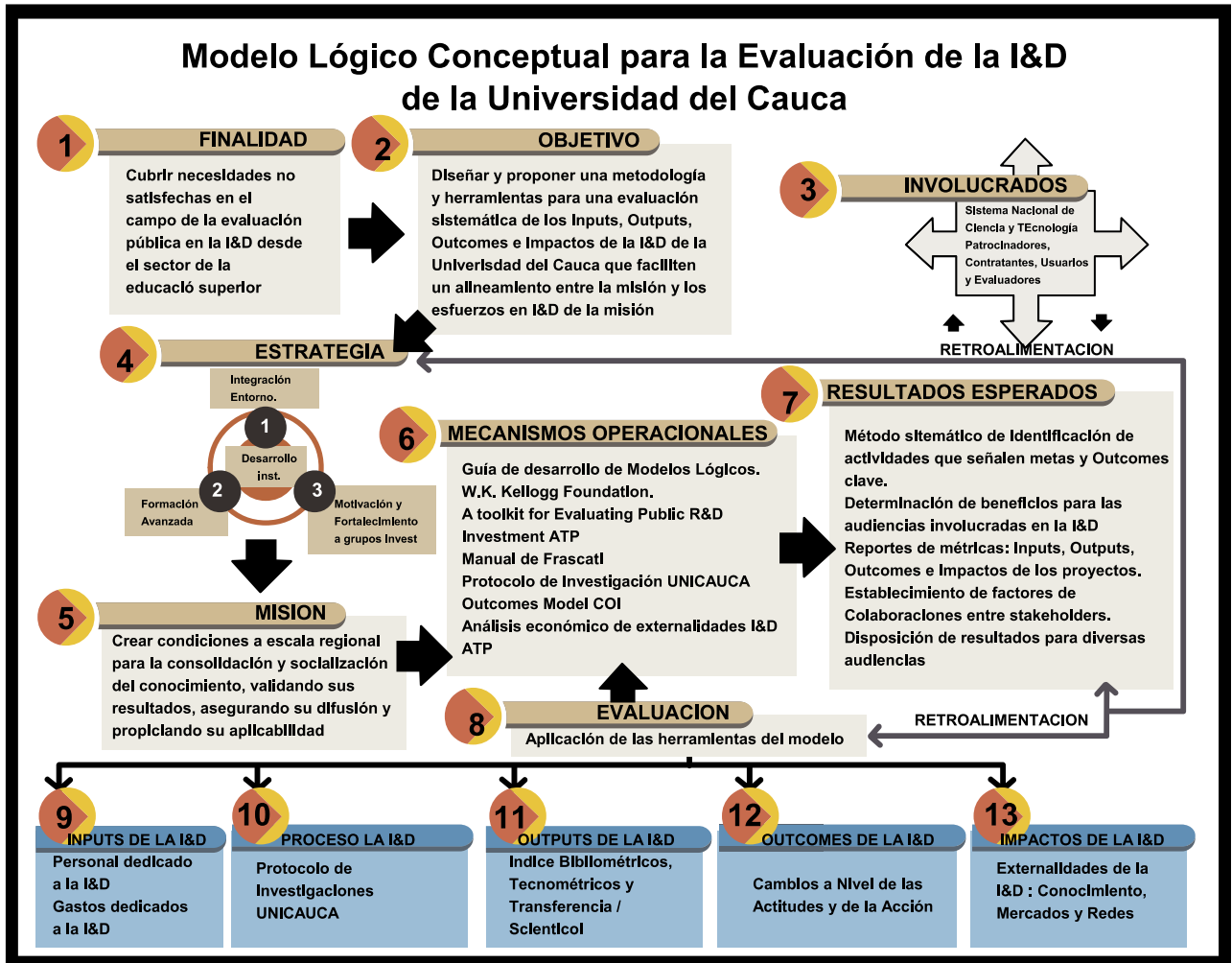
Siguiendo la lógica del modelo, para generar un reporte de las métricas sobre inputs, outputs, outcomes e impactos de los proyectos de Investigación y Desarrollo, se siguió esta metodología:

- Se aplicó la metodología de Modelación Lógica sugerida por la Fundación Kellogg [3].
- Se escogieron herramientas que permitieran considerar la normatividad internacional propuesta en el Manual de Frascati para el tratamiento de los inputs.
- Se construyeron y adoptaron indicadores de insumo con base en la metodología sugerida por el Manual de Frascati.
- Se obtuvieron índices e indicadores financieros y bibliométricos para evaluar los outputs o productos directos de la I&D.
- Se midieron los resultados obtenidos en los involucrados después de la entrega del output en términos de los cambios en el conocimiento, las actitudes, las habilidades y las estructuras sociales de los involucrados o Stakeholders.
- Se consideraron las externalidades de mercado, de red y de conocimiento generadas por la unidad de investigación a través del desarrollo de una actividad investigativa. Este planteamiento se desarrolló con base en los lineamientos de Adam Jafee. [4]

3. Construcción del Modelo Lógico de Evaluación de la I&D para la Universidad del Cauca

De acuerdo a la FUNDACIÓN KELLOGG (2001) un modelo lógico es una manera sistemática y visual de presentar y compartir el entendimiento colectivo de las relaciones entre los recursos que se tienen para operar un proyecto, las actividades programadas (en un proceso) y los cambios o resultados que esperan obtenerse. El modelo lógico

Figura 1: Modelo Lógico Conceptual.



propuesto es una representación básica de cómo se piensa que puede funcionar un sistema de investigación con miras a lograr el mayor número de externalidades de conocimiento. Emplea palabras y figuras para describir las secuencias de los sucesos.

3.1 Elementos del Modelo Lógico Conceptual Para la Evaluación de la I&D de la Universidad del Cauca.

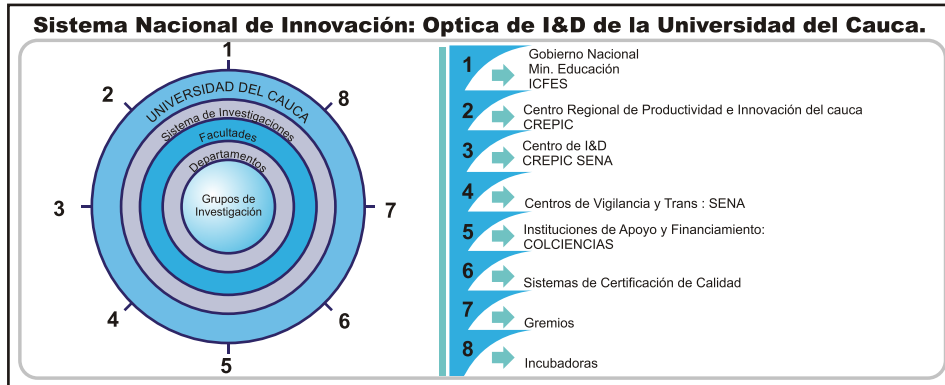
Los investigadores plantearon la necesidad de aplicar la metodología de Modelación Lógica en su mayor parte sugerida en el documento: A Toolkit for Evaluating Public R&D Investment. Models, Methods and Findings from ATP's Fistr Decade. US Department Of Commerce. July, 2003. Para un mejor entendimiento del proceso de construcción del modelo, a continuación se presenta en la Figura No 1 una síntesis del mismo, donde se han numerado sus elementos para su posterior desglose y análisis.

3.1.1 Elemento 1: Establecimiento de la Finalidad, Propósito o Situación:

El modelo responde a la finalidad de cubrir necesidades no satisfechas en el campo de la evaluación de la gestión pública en Investigación y Desarrollo desde el sector de la Educación Superior [5], como la resolución de las preguntas de los involucrados en cuanto a la clarificación de la productividad de los recursos invertidos en I&D para generar y transmitir conocimientos, la recepción de beneficios o externalidades, la respuesta a requerimientos oficiales en cuanto al reporte de métricas sobre inputs, outputs, outcomes e impactos de los proyectos financiados.

3.1.2 Elemento 2: Establecimiento del Objetivo del Modelo

Por considerarse de vital importancia en la etapa de implementación y por su utilidad para las audiencias involucradas [6], se insertó el elemento "Objetivo" a la

Figura 2: Sistema Nacional de Innovación.

propuesta genérica aportada por el ATP, siendo este:

“Diseñar y proponer una metodología y herramientas para una evaluación sistemática de los inputs, outputs, outcomes e impactos de la I&D de la Universidad Del Cauca, que faciliten un alineamiento entre la misión institucional y los esfuerzos en I&D. Esta adición permitió entender la finalidad y su relación con el propósito del modelo. Adicionalmente se establecieron los objetivos específicos del mismo, los cuales se encuentran englobados o considerados en el objetivo general:

- Proponer un método sistemático que permita identificar las actividades de los proyectos que señalen metas y outcomes clave para la organización y aquellas que no lo hacen.
- Determinar si las audiencias involucradas en la I&D de la Universidad del Cauca reciben beneficios como externalidades.
- Reportar métricas sobre inputs, outputs, outcomes e impactos de los proyectos.
- Facilitar la disposición de resultados de evaluación para diversas audiencias [7].

3.1.3 Elemento 3: Establecimiento de los involucrados directos

En el modelo, los Stakeholders o involucrados son individuos u organizaciones con un interés directo o indirecto, o bien, con

una inversión en un proyecto o programa [8].

Para establecer los stakeholders del proceso, se propuso partir de una breve observación de los elementos que conforman el Sistema Nacional de Innovación bajo la óptica de los procesos de I&D (Ver Figura No.2)

Dicho procedimiento se empleó como base para construir una Matriz de Stakeholders o Involucrados (Ver Tabla No.1), en la cual se anotó un grado de involucramiento de acuerdo a los roles, siendo “D” la notación para un rol de involucramiento directo, “I” para indirecto, “N” para nulo y “P” para potencial.

De acuerdo a CHINMAN, IMM y WANDERSMAN (2004), el grado de involucramiento de los individuos o las organizaciones está fuertemente ligado a su rol dentro del proyecto:

- Rol de Patrocinio: Este rol es jugado por todos aquellos individuos u organizaciones que proporcionan recursos para que el Modelo de Evaluación pueda operar.
- Rol de Contratación: El papel de contratante se asume por todas aquellas personas u organizaciones que solicitan la formulación del modelo de evaluación.
- Rol de Uso: Función desempeñada por los individuos u organizaciones que implementarán el modelo o que hagan uso parcial o total de los resultados generados por el mismo.

Tabla 1: Matriz de Stakeholders o Involucrados

ROL	POSIBLES AUDIENCIAS PARA EL MODELO DE EVALUACIÓN DE LA I&D DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA											
	UNIVERSIDAD DEL CAUCA				GOB NACIONAL	INCUBA DORAS	GREMIOS	SISTEMAS CERTIFICACIÓN CALIDAD		INSTITUCION APOYO Y FINANCIAM	CENTROS VIGILANCIA Y TRANSF	CENTROS DE PROD E INNOVAC.
	SIVRI	FAC	DEPTS	GRUPOS	MINEDUC			SNA	ICFES	COLCIENCIAS	SENA	CREPIC
PATROCINIO	D	P	P	N	I	N	N	N	N	P	N	P
CONTRATACIÓN	D	N	N	N	I	N	N	N	N	P	N	P
USO	D	D	D	D	D	I	I	D	D	D	D	D
EVALUACIÓN	D	D	D	D	D	N	N	D	N	D	P	D

- Rol de Evaluación: Rol desempeñado por las personas u organizaciones designadas para aplicar el modelo y emitir conceptos, conclusiones y/o recomendaciones.

3.1.4 Elemento 4: Establecimiento de la Estrategia

La dinámica del sistema está sustentada en una gran estrategia de desarrollo institucional que incorpora tres criterios: Integración con el entorno, Formación Avanzada y Motivación y fortalecimiento de los Grupos de Investigación (Ver Figura No 1). Esta estrategia despliega y demuestra el interés de la Universidad Pública por propiciar y potenciar la generación y transmisión de conocimientos hacia la sociedad.

3.1.5 Elemento 5: Establecimiento de la Misión

La misión del Sistema de Investigaciones, articulada al modelo, es la siguiente: *“Crear condiciones a escala regional para la consolidación y socialización del conocimiento, validando los resultados, asegurando su difusión y propiciando su aplicabilidad”*. La alineación de la presente investigación puede observarse de manera más clara al revisar la misión institucional, debido a que a través de la aplicación del Modelo la Universidad del Cauca podrá evaluar los impactos de sus grupos de I&D en términos de la creación efectiva de conocimientos y su final transferencia a la sociedad a través de las externalidades del conocimiento denominadas por Adam Jafee como Knowledge Spillovers.

3.1.6 Elemento 6: Establecimiento de los Mecanismos Operacionales

A través de los siguientes mecanismos de operación, el modelo lógico conceptual de evaluación pudo convertirse o evolucionar hacia un modelo de gestión/evaluación:

- Kellogg Foundation. Logic Model Development Guide.
- Instrumentos internacionales ampliamente conocidos y difundidos, aportados por la OCED (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico): Manual de Frascati, Manual de Oslo y Manual de Bogotá. Manual de Canberra.
- La caja de herramientas propuesta por el Instituto Norteamericano de Estándares y Tecnología: A Toolkit for Evaluating Public R&D Investment. Models, Methods and Findings from ATP's Fistr Decade. US Department Of Commerce. July, 2003.
- Herramientas de CHINMAN, IMM y WANDERSMAN para evaluar los outcomes.
- Mecanismos de evaluación de externalidades de la I&D de ADAM B. JAFEE.

3.1.7 Elemento 7: Establecimiento de los Resultados Esperados del Modelo

Para el éxito del modelo, se requirió establecer los resultados que se esperaban alcanzarse:

- Identificación de las actividades de los proyectos que logran metas, outcomes e impactos clave para la organización y aquellas que no lo hacen.
- Determinar si las audiencias involucradas en la I&D de la Universidad del Cauca reciben beneficios como externalidades.
- Reportes de métricas sobre inputs, outputs, outcomes e impactos de los proyectos.
- Disposición de resultados de evaluación para diversas audiencias.

3.1.8 Elemento 8: Establecimiento de la Evaluación

Para sus fines generales, el modelo está estructurado para generar información periódica. Sin embargo, con fines específicos puede aplicarse total o parcialmente una evaluación que satisfaga una necesidad coyuntural [9]. En futuras investigaciones y aplicando trabajos de campo mas extensos, es posible generar información de acumulados que permitan evaluar el desempeño de los Departamentos o Facultades, incluso, de la totalidad de la institución.

3.1.9 Elemento 9: Establecimiento de los Inputs del Modelo

Para establecer los recursos, entradas o inputs del modelo, la presente investigación, dio respuesta a la necesidad de plantear una metodología homologable y homogénea ante la comunidad y los organismos internacionales, planteando una clasificación de acuerdo al Manual de Frascati de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCED. Algunos de los principales indicadores de insumo empleados por el modelo se presentan a continuación.

Personal Doctorado Dedicado a la I&D:

$$PD_i = \frac{\text{Personal Doctorado}}{\text{Personal de Grupo}} \times 100$$

Descripción: Mide los insumos en personal de I&D con diplomas universitarios de doctorado

Sigla: PD

Frecuencia: Anual

Fuente de Verificación: CVLac y GroupLac

Personal Magíster Dedicado a la I&D:

$$PM_i = \frac{\text{Personal Magister}}{\text{Personal de Grupo}} \times 100$$

Descripción: Mide los insumos en personal de I&D del grupo con diplomas de Maestría.

Sigla: PM

Frecuencia: Anual

Fuente de Verificación: CVLac y GroupLac

Personal Especialista Dedicado a la I&D:

$PE_i = \frac{\text{Personal Especialista}}{\text{Personal de Grupo}} \times 100$
Descripción: Mide los insumos en personal de I&D diplomas de Especialización
Sigla: PE
Frecuencia: Anual Fuente de Verificación: CVLac y GroupLac

Personal con otras titulaciones dedicado a la I&D:

$POT_i = \frac{\text{PersoOtros Títulos}}{\text{Personal de Grupo}} \times 100$
Descripción: Mide los insumos en personal de I&D con diplomas no universitarios
Sigla: POT Frecuencia: Anual
Fuente de Verificación: CVLac

Gastos Internos Dedicados a la I&D:

$GI_i = \frac{\text{Gastos I\&D}_i}{\text{Gastos Totales}} \times 100$
Descripción: Mide gastos que cubren las erogaciones para la I&D a nivel del grupo
Sigla: GI
Frecuencia: Anual Fuente de Verificación: Informes Financieros

Gastos de Capital Dedicados a la I&D:

$GK_i = \frac{\text{Gastos Kfip}_i}{\text{Gastos Totales}} \times 100$
Descripción: Mide gastos en elementos de capital fijo utilizados en los programas de I&D
Sigla: GK
Frecuencia: Anual Fuente de Verificación: Informes Financieros

Gastos Externos Dedicados a la I&D:

$GE_i = \frac{\text{Gastos Externos}_i}{\text{Gastos Totales}} \times 100$
Descripción: Mide los gastos a entes externos para la ejecución de trabajos de I&D.
Sigla: GE Frecuencia: Anual
Fuente de Verificación: Informes Financieros

3.1.10 Elemento 10: Establecimiento del Proceso

Para establecer el elemento "proceso" en el modelo, se requirió identificar el protocolo de investigaciones de la Universidad del Cauca. A través de entrevistas a profundidad y revisión de documentos institucionales, se realizó una descripción de los procedimientos que se llevan a cabo en la realización de proyectos de investigación, se hizo especial énfasis en los procedimientos administrativos para la ejecución de los recursos financieros asignados, y se consideraron las operaciones más comunes de los grupos como adquisición de equipos, insumos y reactivos, órdenes de servicio y avances para comisiones, indicando quiénes son los funcionarios responsables en cada paso del procedimiento.

3.1.11 Elemento 11: Establecimiento del Output

Se consideraron como outputs de la I&D los productos directos de la investigación como tipos y niveles de servicios o eventos esperados. De acuerdo a MARIO COCCIA (1.999), la valoración del output científico involucra el cálculo de índices que señalan la producción, la productividad o el impacto de un grupo de investigación. Se emplean una serie de siete indicadores agrupados en cuatro categorías que miden aspectos del desempeño de los grupos de investigación, desde lo financiero a lo tecnológico y lo científico. El modelo cuenta con el banco de indicadores propuestos por Coccia(6). La presente investigación aplicó los indicadores pertinentes al análisis de los grupos y dejó planteados los demás indicadores para ser aplicados en futuras fases con información global de la institución:

- Los índices financieros: Índice de fondos centralizados atribuidos al cuerpo de investigación

$\alpha_i = \frac{D_i}{P_i} \times 100$
Donde: α_i = Índice de dependencia financiera del grupo i. $D_i = \sum_j$ (sumatoria) en el grupo i de los recursos j de la organización central $P_i = \sum_j$ número de personal de investigación en el grupo i. $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ y $j = 1, 2, \dots, m$

- Índice de autofinanciación (medición de la transferencia tecnológica explícita)

$\beta_i = \frac{E_i}{P_i} \times 100$
Donde: β_i = Índice de auto financiamiento del grupo i. $E_i = \sum_j$ (sumatoria) del ingreso j derivado de las actividades de transferencia tecnológica hacia sujetos externos $P_i = \sum_j$ número de personal de investigación en el grupo i. $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ y $j = 1, 2, \dots, m$

Fuente de los Indicadores: Propia de la Investigación.

- Los índices de transferencia tácita: Número de personas en entrenamiento dentro del grupo de investigación

$$x_i = \frac{T_i}{P_i} \times 100$$

Donde:
 x_i = Índice de transferencia tácita que mide el nivel de entrenamiento en el grupo i
 $T_i = \sum_j$ número de personas en entrenamiento en el grupo i.
 $P_i = \sum_j$ Número de personal involucrado en la investigación
 $i \in \{1, 2, \dots, n\}$

- Índice de Actividades de enseñanza.

$$\delta_i = \frac{C_i}{P_i} \times 100$$

Donde:
 δ_i = Índice de transferencia tácita medido empleando los cursos de enseñanza del grupo.
 $C_i = \sum_j$ Número de cursos realizados por los investigadores fuera de los institutos.
 $P_i = \sum_j$ Número de personal de investigación
 $i \in \{1, 2, \dots, n\}$

- Los índices bibliométricos: Índice de Publicaciones Nacionales.

$$\epsilon_i = \frac{PN_i}{P_i} \times 100$$

Donde:
 ϵ_i = Índice de publicaciones nacionales del grupo de investigación
 $PN_i = \sum_j$ (sumatoria) en el grupo i de las publicaciones nacionales
 $P_i = \sum_j$ número de personal de investigación en el grupo de investigación i
 $i \in \{1, 2, \dots, n\}$
 $j = 1, 2, \dots, m$

- Índice de Publicaciones Internacionales.

$$\phi_i = \frac{PN_i}{P_i} \times 100$$

Donde:
 ϕ_i = Índice de publicaciones internacionales del grupo i
 $PN_i = \sum_j$ (sumatoria) en el grupo i de las j publicaciones internacionales
 $P_i = \sum_j$ número de personal de investigación en el grupo de investigación i
 $i \in \{1, 2, \dots, n\}$
 $j = 1, 2, \dots, m$

- Los índices tecnométricos: Índice Tecnológico.

$$\gamma_i = BR_i$$

Donde:
 γ_i = Índice Tecnométrico del grupo i
 $BR_i = \sum_j$ (sumatoria) en el grupo i de las j patentes
 $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ $j = 1, 2, \dots, m$

3.1.12 Elemento 12: Establecimiento del Outcome:

Este factor está compuesto por los cambios o resultados que se derivan de la realización de un proceso de investigación o de

la existencia de los productos en el entorno. Parte de una premisa que considera que existe un flujo lógico y secuencial entre los componentes “output-outcome” acoplados en un marco de evaluación que permitió describir y medir la forma en que el conocimiento, el comportamiento y las habilidades de los involucrados así como las estructuras y otras construcciones físico-sociales fueron cambiados o modificados por la influencia de la investigación. (Ver Tabla No. 2).

La construcción de la metodología, requirió el establecimiento de factores que evaluarán los resultados obtenidos comparando lo declarado con lo realmente alcanzado. Esta necesidad fue recogida y satisfecha por la construcción de indicadores (Columna 3 de la Tabla 2). A cada indicador se le asignó un nombre, que indicó claramente el factor de medición, una sigla, que facilitó su utilización y sistematización, una fórmula matemática que permitió expresar la medición en términos absolutos o porcentuales y una fuente de verificación para constatar la información arrojada por el indicador.

En la Columna 4 de la Tabla 2, se aplicó la fórmula del indicador y se obtuvo un valor que es el factor que permitió evaluar el resultado obtenido. Finalmente en la última columna, de acuerdo al valor arrojado por el indicador se estableció la evaluación respectiva.

Algunos de los indicadores de resultado u outcomes empleados por el modelo, se presentan a continuación.

Indicador de Cambios en el Conocimiento (CK): Mide los cambios en el conocimiento en términos del volumen de conocimientos o saberes adquiridos por el grupo de investigación después de la intervención del proyecto.

$$CK = \frac{\text{InventarioNuevosCK}}{\text{InventarioCK Pr evias}} \times 100$$

Indicador de Cambios en el Comportamiento (CC): Mide los cambios en el comportamiento en términos de las nuevas acciones inducidas o provocadas por el grupo de investigación como consecuencia de la intervención del proyecto, particularmente, después de la creación de nuevos conocimientos o la validación de hallazgos.

$$CC = \frac{\text{InventarioNuevasAcciones}}{\text{InventarioAcciones Pr evias}} \times 100$$

Indicador de Cambios en las Habilidades (CH): Mide los cambios en las habilidades (skills) en términos de las nuevas competencias del grupo de investigación surgidas como consecuencia de la intervención del proyecto y la incorporación de nuevos conocimientos.

$$CK = \frac{\text{InventarioNuevasCompet}}{\text{InventarioCompet Pr evias}} \times 100$$

Indicador de Cambios en las Estructuras/Redes (CER) Mide los cambios en las estructuras sociales manejadas por el grupo (redes) [10] en términos de las colaboraciones efectivas o tejidos sociales que surgen como consecuencia de la

Tabla 2: Declaración de los Outcomes.

Outputs de la I&D	Declaración de los Outcomes de la I&D				Indicadores				Medición del Outcomes de I&D	Evaluación del Outcomes de I&D
	Resultados Conocimiento	Resultados Comportamiento	Resultados Habilidades	Resultados Estructuras	Nombre	Sigla	Formula	Fuente verificada		
Cursos Dictados										
Publicaciones Nacionales										
Publicaciones Internacional										
Patentes de Invención										
Patentes Modelos de Utilidad.										
Registros										

intervención del proyecto.

$$CK \frac{\text{InventarioNuevasColab}}{\text{InventarioColabPrevias}} = 100$$

Los indicadores de resultado dieron lugar a conclusiones cuantitativas [11] en términos de las variaciones de los factores analizados. Adicionalmente aportaron elementos de juicio para concluir cualitativamente sobre la relevancia y pertinencia de las nuevas actividades, Conocimientos, competencias y redes surgidas a raíz de la intervención del proyecto.

3.1.13 Elemento 13: Establecimiento del Impacto

De acuerdo a algunas referencias textuales de Adam B. Jafee, en el documento: Economic Analysis of Research Spillovers. Implications For the ATP, 1996: "El impacto de un grupo de investigación se mide como el cambio fundamental (intencionado o no intencionado) que ocurre en las organizaciones, comunidades o sistemas al intercambiar flujos con el grupo de investigación. ADAM B. JAFFE (1.996), estableció que los principales impactos de la I&D pueden

concretarse en la existencia de Spillovers o externalidades. Este importante concepto para una Universidad a su vez se desglosa en tres tipos distintos de externalidades para la Investigación y Desarrollo: Externalidades de Conocimiento, Externalidades de Mercado y Externalidades de Redes. Debido a la relevancia del conocimiento en el cumplimiento del objeto de la Universidad, el modelo pone énfasis en el análisis de las externalidades de conocimiento.

Externalidades de Conocimiento: El conocimiento creado por un agente o grupo de investigación puede ser usado por otro sin compensación alguna, o con una compensación de menor valor a la real. El beneficiario del spillover o externalidad puede usar el nuevo conocimiento para copiar o imitar los productos o procesos del innovador, (por ejemplo haciendo réplicas de investigación) o puede usarlo como input para un proceso de investigación conducente a otras nuevas tecnologías. La Figura No 3 ilustra el impacto de la I&D del agente 1 sobre un receptor o Agente 2: Dentro de los beneficios de conocimiento de la I&D del agente 1, existe una proporción que no es "apropiada" o retenida por el agente 1, y que como consecuencia se traslada a otro agente, afectando positivamente su relación costo beneficio.

Figura 3: Externalidades del conocimiento.



Externalidades de Mercado: Las externalidades de mercado son el "riego" o "rebase" de los beneficios de la I&D a través de la operación de las fuerzas de mercado que resultan cuando existen transacciones económicas entre la oferta y demanda de investigación, causando que algunos de los beneficios creados por el grupo innovador fluyan o se trasladen a terceros distintos de la Universidad.

Se generan cuando un grupo de investigación crea un nuevo producto, o cuando a través de la tecnología se reduce el costo de producir un producto existente. Por ejemplo, cuando la Universidad realiza I&D que ayuda a bajar los costos de producción de una industria (comúnmente observado en los resultados de la investigación modo 2), como resultado genera una reducción en el precio de venta haciendo que los clientes "ganen" un beneficio, y creando una externalidad.

La Figura No. 4 ilustra el impacto de la I&D del agente 1 y 2 proyectado como externalidades de mercado (después de una transacción) hacia los usuarios finales, incluyendo el impacto aumentado desde el primer grupo innovador, pasando por la I&D de un segundo agente, que actúa como intermediario, hasta llegar al consumidor final.

Externalidades de Red: JAFEE (1996) expresa que las externalidades de red resultan cuando el valor comercial o económico de una nueva tecnología o de un conocimiento aplicado es fuertemente dependiente del desarrollo de un juego y sinergia de tecnologías relacionadas.

En la sinergia y articulación de los agentes de la I&D puede suceder que el éxito de cada proyecto dentro de un juego de proyectos de investigación relacionados sea dependiente de todos o de una fracción significativa de los demás.

En estas condiciones, cuando un grupo decide emprender un proyecto, crea una externalidad positiva para todos los otros agentes, aumentando la probabilidad de que la "masa crítica" se logre.

Para hacer que dicho análisis fuera más fácil y significativo, en la investigación se identificaron los agentes que fueran probables receptores de las externalidades de investigación del grupo estudiado. Este ejercicio involucró el desarrollo de una metodología para medir la "cercanía" de los diferentes agentes a través de la existencia de colaboraciones efectivas entre los grupos (ya sea por similitud tecnológica, proximidad geográfica, relaciones económicas o académicas, etc).

La figura No. 5 ilustra los impactos de las externalidades de red en la creación de nuevas tecnologías o satisfactores sociales. Los agentes 1, 2, 3 y 4 tienen un beneficio que no apropian o retienen para si mismos y que se traslada a la red, permitiendo la formación de la masa crítica y por lo tanto la creación de una nueva tecnología o un nuevo satisfactor.

3.1.14 Elemento 14: Establecimiento de los mecanismos de retroalimentación

En la forma gráfica, la retroalimentación se presenta a modo de flechas, indicando los flujos de información entre los distintos elementos del modelo y señalando los canales de comunicación. Estas flechas, más que un simple elemento gráfico pretenden describir los fenómenos mediante los cuales la influencia de un elemento impacta a otros, y la posterior forma como este efecto vuelve al elemento inicial. En la evaluación, las flechas de retroalimentación se grafican como feedback positivo (o de refuerzo), o feedback negativo que tiende a amortiguar un fenómeno, es decir a conservar una estabilidad sistémica.

4. Conclusiones de la Investigación

La presente investigación abordó el problema de generación de métricas homologables a nivel nacional e internacional sobre los inputs, outputs, outcomes e impactos de la I&D de la Universidad del Cauca en términos de la creación y

Figura 4: Externalidades de Mercado.



transferencia de conocimientos. Para tal efecto, mediante la utilización de la metodología de Modelación Lógica, se construyó un Modelo Lógico Conceptual, el cual, a través de la inclusión de algunos mecanismos internacionales para evaluación de la I&D, logró evolucionar hacia un verdadero e innovador modelo de Gestión / Evaluación.

En una primera fase, los investigadores aplicaron el modelo y obtuvieron información relevante sobre la productividad de los insumos aplicados a la I&D de los Grupos de Investigación de acuerdo a la normatividad sugerida por el Manual de Frascati de la OCED.

Se logró describir el proceso que se lleva a cabo por parte de los Grupos de Investigación, haciendo un interesante aporte para la determinación de los roles de la investigación en la Universidad del Cauca y el impacto de las funciones administrativas sobre el devenir de la investigación institucional.

El modelo contó con un extenso banco de indicadores para evaluar los outputs de la I&D. Algunos de ellos fueron contruidos para analizar aspectos específicos del output de cada grupo de investigación y se definieron otros que pueden emplearse para valorar la actividad general de la institución en términos de los productos directos. En su primera fase la investigación aplicó los indicadores pertinentes al análisis de los grupos y dejó planteados los demás indicadores para ser aplicados en futuras fases.

En el marco de una política universitaria autoevaluativa, los grupos de investigación declararon los resultados que esperaban obtener a través de sus procesos de Investigación y Desarrollo. Este proceso sirvió para establecer el grado de alcance o logro de las declaraciones iniciales a través de un banco de indicadores construido para estos fines.

La investigación aportó un inventario de externalidades de

conocimiento, de mercado y de redes, para evaluar el impacto de la investigación en la Universidad del Cauca. Esta información es relevante para los ejecutores y la institución en general, por cuanto hasta el momento sólo se contaba con información bibliométrica basada principalmente en la productividad. Los sistemas tradicionales dejan de lado aspectos de la política en educación pública tan importantes como el efecto espiral de la I&Dlo y su significado en la productividad de las inversiones públicas en Ciencia y Tecnología.

5. Referencia.

[1]MANUAL DE FRASCATI. Medición de las Actividades Científicas y Tecnológicas. Propuesta de Norma Práctica para encuestas de I&D OCDE. 2002

A TOOLKIT FOR EVALUATING PUBLIC R&D INVESTMENT. Models, Methods and Findings from ATP's Fistr Decade. US Department Of Commerce. July, 2003.

LOGIC MODEL DEVELOPMENT GUIDE. Using Logic Models to Bring Together Planing, Evaluation and Action. W.K Kellogg Foundation. 2004

CHINMAN Mathew, IMM Pamela, WANDERSMAN Abraham. GETTING TO OUTCOMES 2004. Promoting Accountability Through Methods and Tools for Planning, Implementation and Evaluation. Rand Health. 2004

JARAMILLO, Hernán y ALBORNOZ Mario, EL UNIVERSO DE LA MEDICIÓN. TM Editores, COLCIENCIAS, RICYT. 1997.

FALCONE Santa y BJOMSTAD David, RESEARCH PROJECT IMPACT ANÁLISIS.

[2]A TOOLKIT FOR EVALUATING PUBLIC R&D INVESTMENT. MODELS, METHODS AND FINDINGS FROM ATP'S FISTR DECADE. US Department Of Commerce. July, 2003.

[3]LOGIC MODEL DEVELOPMENT GUIDE. USING LOGIC MODELS TO BRING TOGETHER PLANING, EVALUATION AND ACTION. W.K Kellogg Foundation. 2004

[4]Adam B. Jafee, Economic ANALYSIS OF RESEARCH SPILLOVERS: IMPLICATIONS FOR THE ATP, NIST GCR 97-708

Figura 5: Externalidades de Red.



(Gaithersburg,MD: National Institute of Standards and Technology. 1996)

[5]INGALLINELLA Ana María, PICCO Alicia, SABESINSKY F. Manuel, SESELOVSKY Ernesto Raul y ZOSSI Ana María. EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN LAS UNIVERSIDADES. Universidad Nacional del Rosario. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Facultad de Ciencias Económicas y Estadística. Nov de 1999.

[6]COCCIA Mario, A BASIC MODEL FOR EVALUATING R&D PERFORMANCE: THEORY AND APLICCATION IN ITALY. Blackwell Publisher Ltd. 2001.

[7]MATÉ Jorge Julio y RODRIGUEZ José Miguel, CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD E INVERSIÓN EN I&D: UN ANÁLISIS EMPÍRICO DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS ESPAÑOLAS. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Valladolid, 2002.

[8]WAELEBROECK Patrick, ASSESSING THE SPILLOVERS FROM UNIVERSITY TO FIRMS: EVIDENCE FROM FRECH FIRMS Level Data. University of Brussels. April 2003

[9]CHINMAN Mathew, IMM Pamela y WANDERSMAN Abraham. GETTING TO OUTCOMES 2004. Promoting Accountability Through Methods and Tools for Planning, Implementation and Evaluation. RAND HEALTH 2004.

[10]M.Mark, G.Henry, y Julnes, EVALUATION: AN INTEGRATED FRAMEWORK FOR UNDERSTANDING, GUIDING AND IMPROVING POLICIES AND PROGRAMS (San Francisco: Jossey-Bass, 2000)

[11]M.E.J. Newman, "THE STRUCTURE OF SCIENTIFIC COLLABORATION NETWORKS" Proceedings of the National Academy of Sciences, 98 (2): 404-409, 2001

[12]SOUZA, José Enrique. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL FINANCIAMIENTO PÚBLICO A LA INNOVACIÓN: OBJETIVOS, CONCEPTOS Y DIRECTRICES. 2001.