

01-050

KNOWLEDGE EQUATION FOR AN INNOVATION ENVIRONMENT

García Zapico, Patricia ⁽¹⁾; Ortega Fernández, Francisco ⁽²⁾; Alvarez, Valeriano ⁽³⁾; Morán, Henar ⁽²⁾

⁽¹⁾ Inovasturias, ⁽²⁾ Universidad de Oviedo, ⁽³⁾ Cabal

The innovation environment is defined as a territorial area in which the interactions between economic agents are developed through learning and the common management of resources. In order for an environment to be considered innovative, it must meet two requirements: openness to the outside world and capacity to create innovation networks. This communication proposes a way to measure the variables on which an innovation environment is based and, subsequently, to implement them in a model based on the dynamics of systems that allow their simulation. The model is validated against data from the innovation environment known as "The Knowledge Mile of Gijón".

Keywords: *Innovation Environment; System Dynamics; Modelization.*

ECUACIÓN DEL CONOCIMIENTO PARA UN ENTORNO DE INNOVACIÓN

Por entorno de innovación se entiende un ámbito territorial en el que las interacciones entre los agentes económicos se desarrollan a través del aprendizaje y la gestión común de los recursos. Para que un entorno sea considerado innovador debe cumplir dos requisitos: apertura al exterior y capacidad de creación de redes de innovación. Esta comunicación plantea una forma de medir las variables sobre las que se sustenta un entorno de innovación y, posteriormente, implementar las en un modelo basado en la dinámica de sistemas que permita su simulación. El modelo se valida contra los datos del entorno de innovación conocido como "La Milla del Conocimiento de Gijón".

Palabras clave: *Entorno de Innovación; Dinámica de Sistemas; Modelización.*

Correspondencia: fran@api.uniovi.es

Acknowledgements/Agradecimientos: Este trabajo está incluido dentro de los trabajos realizados por el grupo de excelencia patrocinado por el Gobierno del Principado de Asturias IDI/2018/000225. El trabajo no habría sido posible sin la ayuda de Inovasturias.



©2019 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

La motivación de este estudio parte de la premisa de lo que no se mide, no se puede mejorar. esta afirmación pertenece a un fragmento de la frase del matemático y físico británico William Thomson Kelvin (1824-1907) “Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre” (Neale 2008), poniendo de manifiesto la importancia de medir.

La innovación ha sido siempre el único factor clave del progreso en un sentido mucho más amplio que el progreso empresarial, investigador, económico o social, ya que afecta a todos estos ámbitos. Su interacción, su apertura a nuevos ambientes y su capacidad de crear redes de innovación, es lo que permite produce un “entorno innovador”.

En referencia a los ámbitos, actualmente existen diferentes enfoques que permiten agrupar los conocimientos por ámbitos, dentro de la bibliografía existen dos agrupaciones interesantes;

El primer documento a mencionar es el libro “La era de la discontinuidad” de Peter Drucker, que pone al conocimiento en el centro de la producción de la riqueza, planteando fundamentalmente referencias en el ámbito de conocimiento económico (F. Drucker 1992).

En segundo lugar y basada en la definición de sociedad del conocimiento, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (UNESCO 2019), incorpora una concepción más integral, donde el concepto de sociedades del conocimiento comprende dimensiones sociales, éticas y políticas (Bindé 2005).

Si se analiza el conocimiento desde la perspectiva tecnológica, la referencia se encuentra en el Informe de la Fundación para la innovación Cotec, organismo que se ocupa de promover la innovación como motor del desarrollo social en empresas y sociedad españolas. El informe dedica un apartado a las Key Enabling Technologies, (KETs) o Tecnologías Facilitadoras Esenciales (TFE). La Comisión Europea (CE) las asocia a una elevada capacidad de I+D, con ciclos rápidos de innovación, en los que el gasto de capital es elevado y la mano de obra muy cualificada, definiéndolas como aquellas tecnologías en las que el uso del conocimiento es intensivo y considera las siguientes; Microelectrónica y nanoelectrónica; nanotecnología; fotónica; materiales avanzados; biotecnología industrial y tecnologías de fabricación avanzada (Cotec 2014).

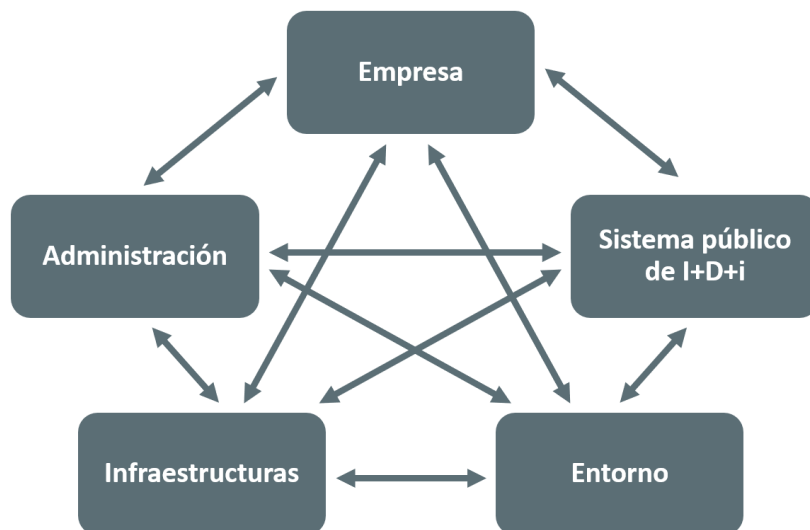
Estas KETs fueron aplicadas en un entorno más reducido, la Milla del Conocimiento de Gijón, en lo que se conoce como Proyecto KETs desarrollado por el Club Asturiano de la Innovación. En dicho estudio se elaboró material divulgativo de cada una de ellas en donde, además de las 6 identificadas por la Comisión Europea, se añadieron las tecnologías de la comunicación e información (TIC) como tecnología facilitadora transversal (Innovasturias 2015).

Para completar este mapa de conocimientos sobre innovación, existe una red de expertos, procedentes de múltiples áreas del conocimiento, preparados para analizar los grandes retos sociales, económicos y tecnológicos que afronta la innovación denominados los 100 de Cotec. Los elegidos son especialistas en distintas áreas de conocimiento, generalmente externas al mundo de la innovación, para favorecer los proyectos con una visión diferente. Esta red supone un mapa completo del conocimiento sobre innovación y está organizando en 5 ámbitos: personas; organizaciones, sistemas, impacto económico y social y tendencias (Cotec 2019a).

La Ecuación del conocimiento objeto del estudio, es el resultado de la combinación de las variables sobre las que se sustenta el entorno de innovación y de una serie de agentes que lo conforman. De esta manera se logrará consolidar este entorno evitando que se degrade.

Según Cotec (Cotec 2019b), entre los agentes que forman el sistema de innovación se incluyen empresas, universidades, organismos de investigación públicos o privados y otras instituciones.

Figura 1: Agentes del sistema de innovación (López-Mielgo et al. 2012)



Con el fin de poder enfocar de forma adecuada el proceso, se han analizado diversos sistemas de medición de entornos de evaluación, algunos de ellos reconocidos a nivel internacional. En ellos destaca una serie de herramientas pertenecientes a la CE para mapear, monitorizar y evaluar el desarrollo en materia de innovación de la Unión Europea (EU) (European Commission 2016a).

El European Innovation Scoreboard (EIS) que consiste en una evaluación comparativa de los resultados obtenidos por los Estados miembros en materia de innovación. El rendimiento se calcula como la media de los resultados en veintisiete indicadores diferentes que provienen de cuatro tipos principales y diez dimensiones de innovación (European Commission 2016b),

El Regional Innovation Scoreboard (RIS) (Hollanders and Es-Sadki 2017) que ofrece una evaluación comparativa del rendimiento de los sistemas de innovación de 220 regiones de 22 Estados miembros, Este cuadro regional acompaña al cuadro europeo de indicadores de la innovación, que presenta el rendimiento de los sistemas nacionales de innovación.

Otro sistema de medición es el Global Innovation Index (Dutta et al. 2017) que contiene 80 indicadores que exploran la innovación desde una perspectiva que incluye el entorno político, la educación, la infraestructura y el desarrollo empresarial. Se publica anualmente por Escuela de Negocios INSEAD y la Universidad de Cornell.

En España se introdujo el Índice de Innovación de la Milla del conocimiento en Gijón (Asturias), resultado de la adaptación de RIS3, en un área de análisis donde se encuentran entidades públicas y privadas vinculadas a la innovación. En este caso se crearon indicadores similares ya que en ese entorno no existe “sociedad” sino empresas y entidades, etc. con sus indicadores específicos (Club de Calidad 2015).

La búsqueda de la combinación perfecta para encontrar la ecuación deriva a formas más complejas de interrelaciones, ya que lo importante no es operar esas variables para obtener un resultado o ecuación, sino los propios resultados que ofrecen las múltiples interrelaciones y dependencias entre dichas variables. Para poder entender la interacción de las variables identificadas se recurre a la simulación, utilizando un modelo de dinámica de sistemas.

Para la correcta definición y validación del modelo, se realiza un mapeo completo de los agentes clave pertenecientes a este ecosistema, vinculando su participación con un comité de expertos externos. Esto último permite un enriquecimiento continuo de dichas variables.

Analizando las metodologías existentes para la selección de expertos, además de la metodología utilizada para seleccionar los 100 de Cotec, mediante la cual se los evalúa en torno a cuatro parámetros principales (formación, experiencia, capital relacional y capacidad divulgativa) (Cotec 2019a) (Cotec 2016), Guy Le Boterf (Le Boterf 2001), con un enfoque basado en las competencias, define una serie de políticas para la selección de los expertos, en su estudio menciona de una forma práctica como recoger y clasificar diferentes ámbitos de las competencias a cumplir por parte de los expertos.

El objetivo final es mejorar, de modo que el principal valor a conseguir es la apertura del ecosistema de innovación al resto de la ciudadanía, convirtiendo al entorno en una verdadera *Sociedad del Conocimiento*. Y es precisamente sobre las variables identificadas sobre las que hay que actuar para hacerlo crecer y desarrollarse, todo ello sumado al conocimiento experto de los agentes que lo forman

2. Objetivo

El objetivo principal de este estudio es la definición de una *Ecuación del Conocimiento para un Entorno de Innovación*.

En el apartado anterior se han presentado las carencias existentes a nivel mundial en materia de innovación y la necesidad de desarrollar una metodología que permita seleccionar las variables finales por las que estará compuesta la ecuación.

La validez de la metodología se demuestra mediante su aplicación en un entorno concreto que cumpla con los requisitos recogidos en las diferentes fases. Como tal se ha seleccionado "la Milla del Conocimiento" situada en la localidad de Gijón.

3. Metodología

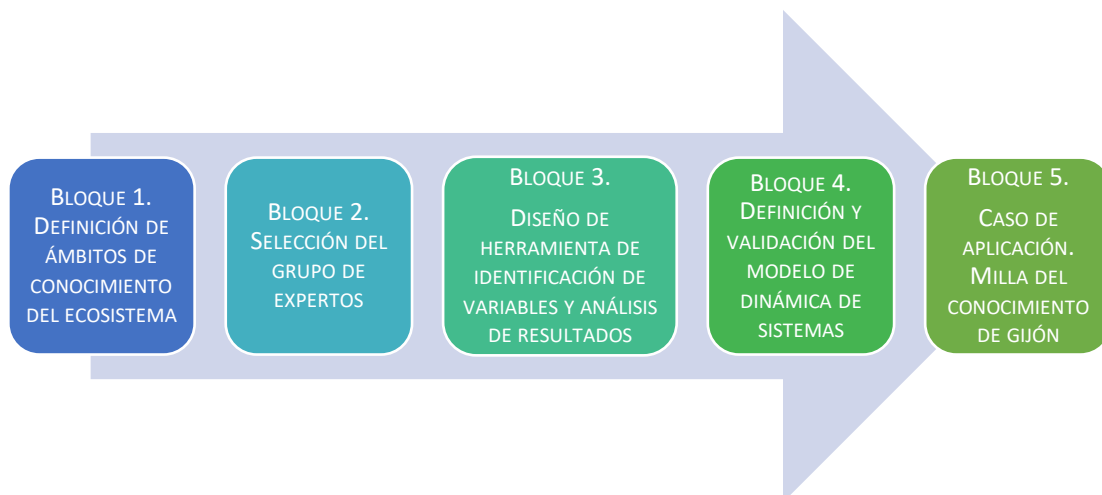
El primer paso para el desarrollo de la metodología consiste en la definición del *concepto de entorno de innovación*, además del porqué o sobre qué sentido gira la existencia de este entorno, las características singulares que lo rigen y las variables que lo miden, así como los agentes que participan en él.

También es importante definir el *concepto de conocimiento*, es decir, las formas y tipos de estructuración o clasificación, etc. De esta manera se llega a una clasificación consensuada sobre los ámbitos de conocimiento, sobre los que se identificarán a los expertos más relevantes. Estos expertos deberán proporcionar, en base a su know-how, una serie de variables que han de formar parte de la ecuación.

El siguiente paso es el diseño de la forma de la ecuación con ayuda de las variables propuestas, a través de un modelo de dinámica de sistemas con diferentes escenarios de simulación. La participación final de los expertos seleccionados será imprescindible para la validación del modelo que se convertirá en la ecuación final.

Esta aproximación teórica deberá ser validada en un entorno real que cumpla con los criterios recogidos en las diferentes fases del proyecto. De acuerdo con todo ello se estructuró el trabajo en los siguientes bloques o tareas:

Figura 2: Bloques de los que se compone la metodología.

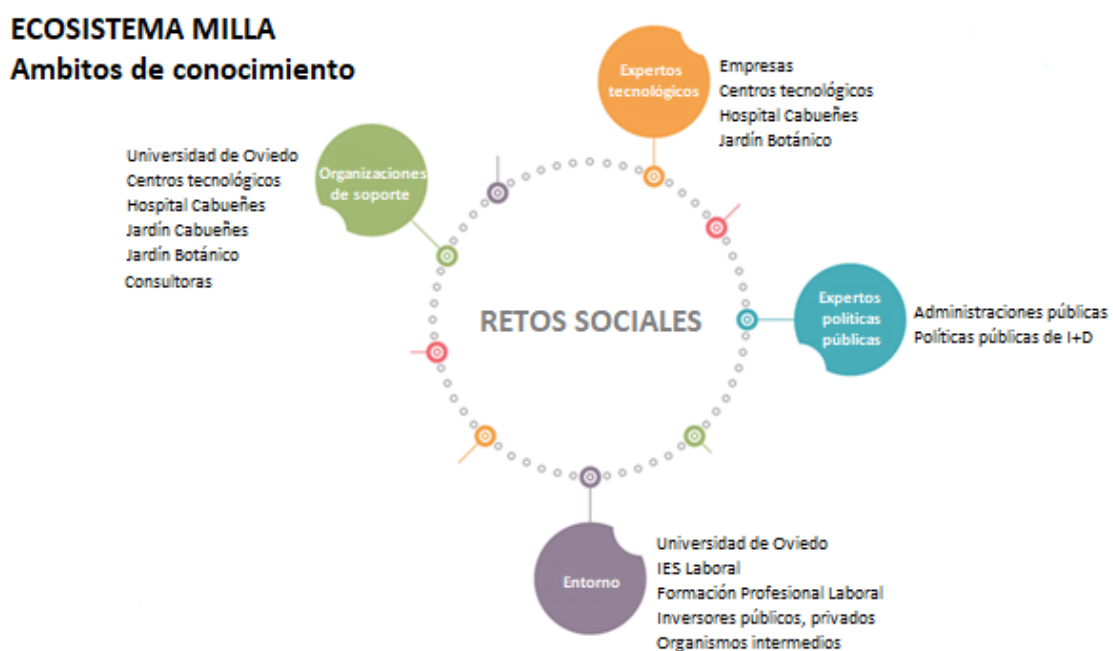


En el primer bloque, partiendo de la información recogida en el primer apartado se analizó qué es el entorno de innovación, qué agentes forman parte de ese entorno y sobre qué agrupación de estructuras de conocimiento podrían estar soportados.

El sistema que mejor recoge los agentes que interactúan con las características propias de un entorno es el Sistema de Ciencia e Innovación de la Fundación Cotec (López-Mielgo et al. 2012) (Cotec 2004). Se realizó un rediseño de la capa de agentes, enfocado a la contribución en la resolución de retos que plantea la sociedad. Bajo esta premisa, se planteó el primer esquema de agentes que forman parte del Ecosistema de Innovación agrupados por contribución de conocimientos.

En la Figura 3, se pueden ver los 4 ámbitos del conocimiento resultantes; que son, las organizaciones de soporte, los expertos tecnológicos, los expertos en políticas públicas y el entorno, cada uno de ellos está compuesto por un grupo de agentes formado por entidades públicas y privadas.

Figura 3: Ámbitos de conocimiento y agentes del sistema de innovación



El segundo bloque de actuación de la metodología está enfocado a seleccionar a una serie de expertos, que, cumpliendo una serie de requisitos establecidos en base al Ecosistema de Innovación definido en la anterior tarea, participen en el cuestionario que se definirá en la siguiente parte del estudio.

Para llevar a cabo la selección del grupo de expertos, y siguiendo una metodología similar a la aplicada en Los 100 de Cotec, (Cotec 2019a, p. 100), se definieron una serie de parámetros sobre los que construir cada ficha de experto. Para cada uno de esos parámetros y basados en las metodologías de selección por competencias descritas por Guy Le Boterf (Le Boterf 2001), se detallaron una serie de competencias específicas que debían cumplir los expertos que formarían parte del panel consultivo, tal y como aparece en la Tabla 1. Derivadas de estas competencias se obtuvieron cuatro modelos de *Ficha de perfil*, uno para cada uno de los ámbitos de conocimiento (Figura 4). Finalmente, se identificaron nominativamente expertos que cumplieran con las competencias requeridas, dando lugar a un total de 52.

Tabla 1: Competencias específicas para cada grupo de expertos

					Expertos				
					Tecnológicos	Políticas públicas	Organizaciones de soporte	Entorno	
Conocimientos	Generales				Generales				
	Específicos del entorno profesional				Específicos del entorno profesional				
	Técnicos				Técnicos				
	Operativos				Operativos				
	De relación				De relación				

En el tercer bloque se diseña la herramienta para identificar las variables y analizar los resultados. Esta se definió a través de un cuestionario on-line con una escala del 1 al 4, siendo 1 el mínimo y 4 el máximo, donde los expertos identificados anteriormente podrían volcar su conocimiento y con ello permitir extraer las variables con las que poder diseñar el modelo de simulación de la siguiente tarea o bloque. El diseño de la herramienta se realizó de la siguiente manera:

1. Se realizó un sondeo de carácter exploratorio para la orientación de variables.
2. Se desarrolló un cuestionario para la identificación de variable.
3. Se instrumentalizó la herramienta on-line para el trabajo de campo.
4. Se realizó un pre-test para la validación de la herramienta.
5. Se contactó con el comité de expertos para la realización del cuestionario.

Se obtuvieron unos resultados con las respuestas de los expertos que posteriormente fueron analizadas, después se procedió, a través de la siguiente tarea del proyecto, al diseño del modelo conceptual del sistema.

En el cuarto bloque de trabajo se define y valida el modelo de dinámica de sistemas. Para su definición se llevaron a cabo las siguientes tareas:

1. Se construyó el modelo conceptual, identificado entidades del sistema y atributos, definiendo reglas del sistema y captando de la naturaleza las interacciones lógicas del sistema a simular.
2. Se construyó el modelo computacional o de simulación.
3. Se diseñaron los escenarios de simulación.
4. Se ejecutaron estos escenarios
5. Se analizó el sistema y explotó el modelo.

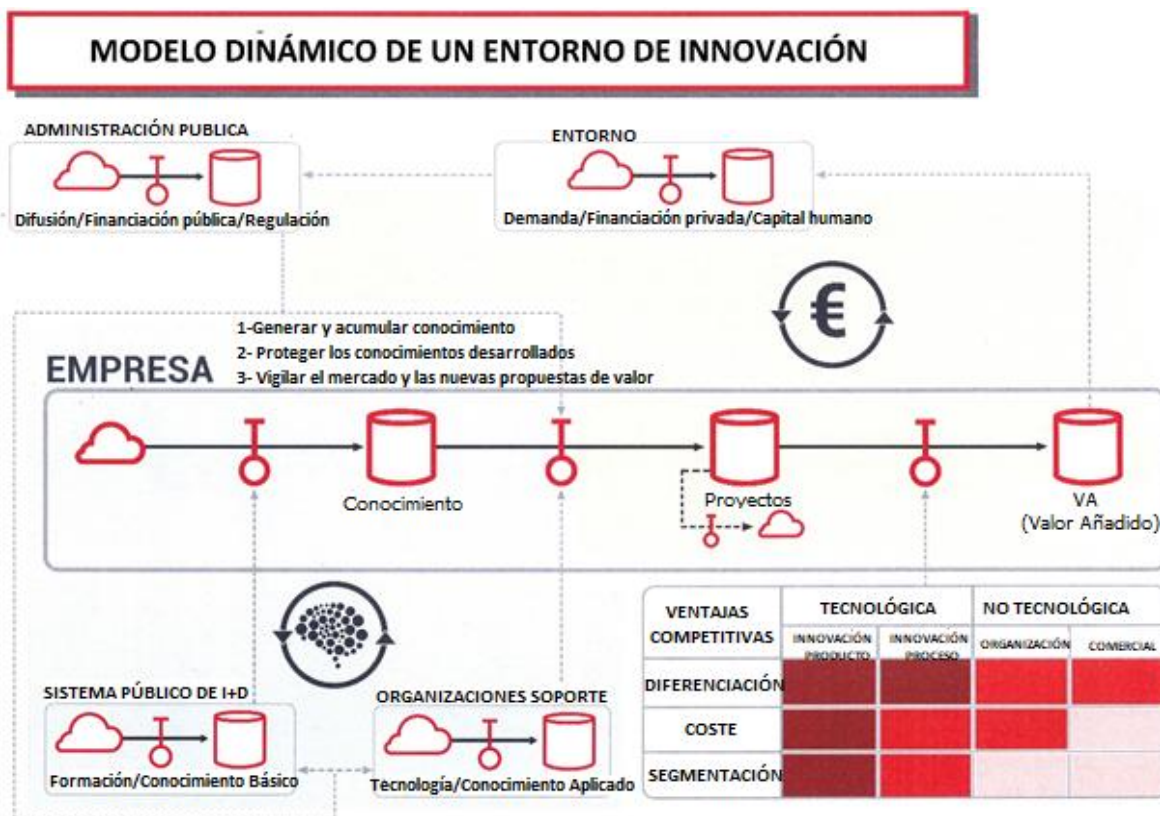
6. Se verificaron las reglas incorporadas al modelo
7. Se ejecutaron las pruebas sobre el modelo de simulación.

El principal objetivo de este bloque es trabajar con las variables identificadas, la idea es que la aproximación de la ecuación del conocimiento que se pretende obtener, se haga a través del modelo de simulación dinámica.

La construcción del modelo de simulación dinámica se realizó en entorno PowerSim con la simbología de flujos y niveles, se llevó a cabo en 5 etapas, identificación del modelo mental, formulación del problema, diagrama causal, diagrama de flujos y niveles, y ecuaciones del sistema. Este debía identificar las relaciones e interacciones estructurales que se deberían motivar para fomentar el ecosistema Innovador manteniendo como eje central los *retos de la ciudad*.

Se presenta el diagrama estructural resultante sobre el que se apoya el modelo de dinámica de sistemas:

Figura 4: Modelo para un entorno de innovación



Nota: Las empresas son organismos dinámicos en constante evolución, siendo su principal actividad la creación y la acumulación de nuevo conocimiento, el crecimiento de la empresa va a depender de; generar y acumular este conocimiento, protegerlo, estudiar el mercado y poner sus nuevas propuestas en valor. En este modelo las empresas se representan como depósitos de conocimiento y entidades de aprendizaje.

Dentro de este último bloque, y como tarea final, se ha de verificar y validar el modelo construido. Para ello se analizó el sistema desde un punto de vista cualitativo, a través de la descripción y formulación de los bloques, revisando el comportamiento del modelo y las simulaciones realizadas en forma de gráficos. Estos representan las trayectorias que siguen las distintas variables de interés en función de distintos supuestos sobre los parámetros de partida.

4. Caso de estudio.

Como caso de aplicación de la metodología desarrollada se escogió la *Milla del Conocimiento* situada en la localidad de Gijón, debido a su proximidad geográfica y por ser un referente de entorno de innovación en Asturias.

La Milla es un área dentro del distrito Este de Gijón que acoge empresas e instituciones públicas en sectores como la ingeniería y la consultoría, la salud, el sector audiovisual y las TIC. En concreto, hay 102 empresas activas; 95 sociedades, 5 empresarios individuales y 2 centros tecnológicos (Pisa and Vorago 2016).

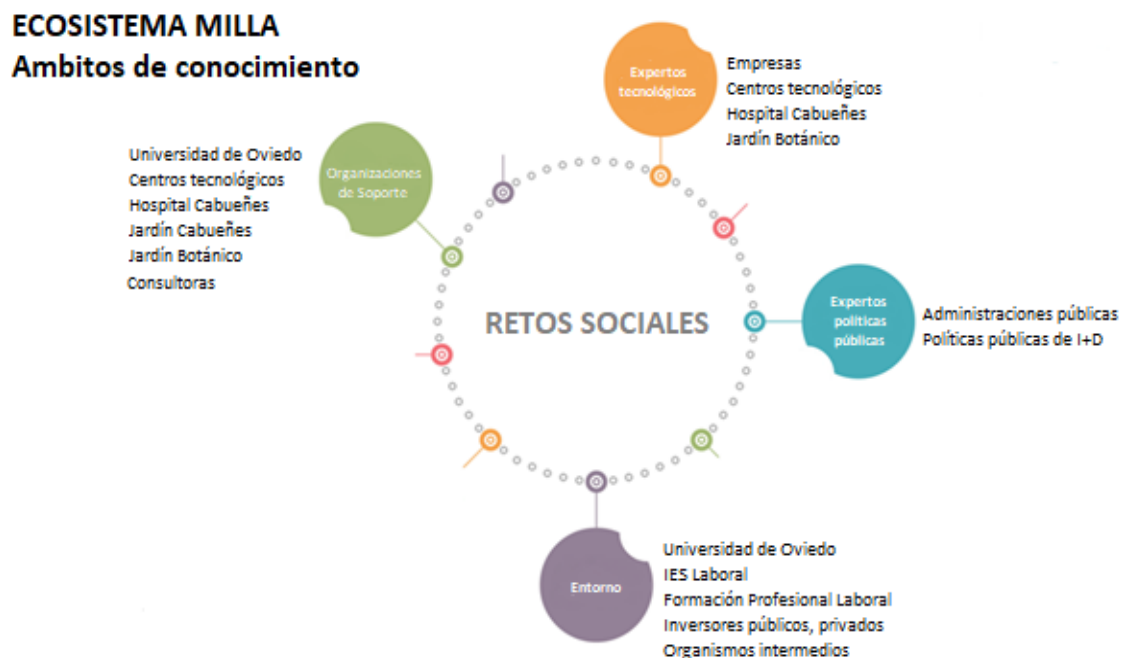
Con la finalidad de aprovechar la potencialidad de un entorno donde conviven la tecnología y la ciencia, con el arte y la cultura, su objetivo es fomentar el intercambio de conocimiento, apoyando la cooperación y la interrelación entre los factores claves que forman el Ecosistema de Innovación. Todo esto hace que la zona sea un motor de crecimiento económico, invirtiendo, planificando y explotando las sinergias que se generan entre dichos factores.

Los análisis, estudios e información sobre la Milla, no mencionan todos los agentes existentes en esta área ni relacionan el Índice de innovación propuesto en la metodología con un tipo de sistema o tipo de conocimiento.

Como se menciona al inicio del documento, tanto los entornos de innovación como la agrupación de conocimientos, tienen en su fin último apoyar la resolución de los retos sociales, se confirma que el entorno de estudio escogido, solo existe para dar respuesta a este tipo de retos (Club de Calidad 2015).

Aplicando la metodología desarrollada en el apartado anterior y particularizándola al ecosistema escogido, en la Figura 5 aparecen los ámbitos del conocimiento definidos, dentro de los cuales se incluyen los agentes.

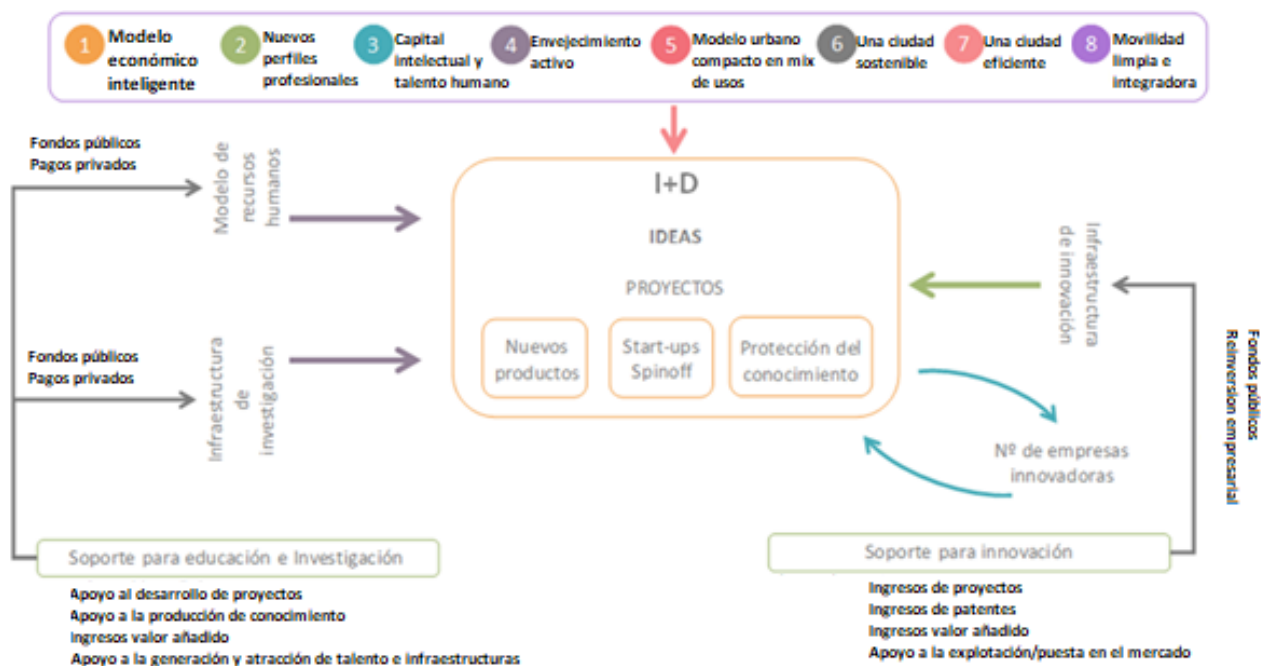
Figura 5. Ámbitos de conocimiento y agentes del sistema de innovación de la Milla



El siguiente paso es la adaptación del modelo al caso particular, lo que supone identificar los retos de la ciudad (Gijón) propios del nuevo entorno en el que se va a trabajar. Para ello se tomaron como válidos los retos identificados por el propio Ayuntamiento de Gijón (Ayuntamiento de Gijón 2016) a través de diversos procesos participativos que abarcaron tanto la cooperación ciudadana como un panel Delphi de expertos.

Una vez identificados los retos, se aplicó el caso particular al modelo definido en la metodología Figura 4. En la Figura 6 se puede ver el entorno de innovación aplicado al modelo y al caso de estudio, en el panel superior se encuentran los retos.

Figura 6: Entorno de innovación aplicado al modelo y a la Milla de Conocimiento.



La validación final en el ecosistema de la Milla, se realizó mediante la identificación y colaboración de una serie de expertos seleccionados de manera que representan todos los ámbitos de conocimiento que han sido identificados en etapas anteriores.

El total de expertos seleccionados resultó ser nueve, la mayor parte directores y gerentes de empresas privadas y centros de investigación, además de cargos de responsabilidad de centros públicos como la Universidad de Oviedo.

El estudio desarrollado es perfectamente aplicable en cualquier medio, el único punto débil a destacar podría ser la selección de los perfiles de los expertos, ya que variaciones en el tipo de área de conocimiento al que pertenezcan puede hacer variar el resultado.

6. Conclusiones.

El modelo desarrollado, dinámico e interactivo, contempla todas las interrelaciones de las variables que están presentes en un entorno de innovación. Además, las variables han sido consensuadas por todos los agentes representativos de ese entorno, donde su conocimiento se ha puesto en valor.

Se ha obtenido una herramienta muy potente, que se ha convertido en un instrumento útil, ya que se puede utilizar para el fin para el que ha sido diseñada.

El futuro deseable para este modelo dinámico es ser un laboratorio de experimentación de variables donde, liderados por los expertos, surjan ideas y líneas de acción útiles para todo el entorno de innovación.

En definitiva, la *Ecuación del Conocimiento para un Entorno de Innovación* debe ser un instrumento al servicio del desarrollo social y económico para todo el ecosistema, que dará las claves para convertir este entorno en una verdadera sociedad del conocimiento.

5. Referencias

- Ayuntamiento de Gijón (2016) Estrategia de desarrollo urbano sostenible integrado, Revisión 2ª Convocatoria. Servicio Planificación y Modernización. Ayuntamiento de Gijón, Gijón
- Bindé J (2005) Hacia las sociedades del conocimiento, Ediciones UNESCO. UNESCO Biblioteca Digital
- Club de Calidad (2015) Índice de Innovación de la Milla del Conocimiento
- Cotec (2014) Tecnología e Innovación en España. Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid
- Cotec (2019a) Mapa de expertos los 100 de Cotec
- Cotec (2019b) La Fundación. In: Fundación Cotec para la innovación. <http://cotec.es/>. Accessed 3 Apr 2019
- Cotec (2016) Los100deCotec busca expertos relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas
- Cotec (2004) Compras públicas de tecnología. Necesidad de un marco jurídico en España. Madrid
- Dutta S, Lanvin B, Wunsch-Vincent S (2017) Global Innovation Index 2017. Cornell University, INSEAD, and the World Intellectual Property Organization, 20, Place of publication not identified
- European Commission (2016a) Monitoring innovation. In: Mercado Interior, Industria, Emprendimiento y Pymes - European Commission. https://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures_es. Accessed 4 Apr 2019
- European Commission (2016b) European Innovation Scoreboard. In: Mercado Interior, Industria, Emprendimiento y Pymes - European Commission. https://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards_en. Accessed 4 Apr 2019
- F. Drucker P (1992) The Age of Discontinuity: Guidelines to Our Changing Society, 2 (30 de enero de 1992). Routledge
- Hollanders H, Es-Sadki N (2017) Regional Innovation Scoreboard. European Commission, Maastricht University (Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology – MERIT)
- Innovasturias (2015) Posters identificativos de las TFE

Le Boterf G (2001) Ingeniería de las competencias. Ediciones Gestión 2000

López-Mielgo N, Vázquez-Bustelo D, Coque-Martínez J, González-Torre P (2012) Análisis de la Milla del Conocimiento de Gijón como sistema local de innovación. Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid

Neale FM (2008) William Thomson, Lord Kelvin 1824-1907. A web exhibition of manuscripts from the collections of the University of Glasgow Library. University of Glasgow

Pisa, Vorago (2016) Diagnóstico de los proyectos latentes de innovación en la Milla del Conocimiento de Gijón

UNESCO (2019) Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. In: UNESCO. <https://es.unesco.org/>. Accessed 8 Apr 2019