

SCIENTIFIC KNOWLEDGE MANAGEMENT AT THE UNIVERSITY OF ANTIOQUIA: INTEGRATION OF TOOLS FOR ARTICULATING A STRATEGY

ABSTRACT: The research for the construction of this article had the purpose of designing a strategy for scientific knowledge management (research activities) in a public university. For university institutions with an emphasis on research it is necessary to include scientific knowledge management as a strategic approach for making a difference, generating competitive advantages, and improving their position in their field of expertise and within the environment where they operate. Certain preconditions are required in order to make the process of defining a strategy easier. The integration of three knowledge management tools aimed at providing the necessary information and encourage the creation of a culture within the research groups is presented for this purpose. These tools include the measuring of the maturity level, the identification of knowledge gaps and the construction of Topographic Knowledge Maps. Tools were applied to a representative sample of research groups at the University of Antioquia through a qualitative-quantitative methodology and an interpretative analysis, by means of an electronic survey. The results allowed demonstrating the applicability and relevance of these tools in the university context, as well as providing valuable information on the situation of that particular case, which will serve as an input to formulate the required strategy.

KEYWORDS: Knowledge management, knowledge management strategy, maturity level, knowledge gaps, knowledge maps, universities, scientific research.

GESTÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA UNIVERSIDADE DE ANTIOQUIA: INTEGRAÇÃO DE FERRAMENTAS PARA A ELABORAÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA

RESUMO: A pesquisa que deu origem a este estudo teve como propósito elaborar uma estratégia de gestão de conhecimento científico (atividades de pesquisa) numa universidade pública. Para as instituições universitárias com ênfase em pesquisa, é necessário incluir a gestão do conhecimento científico com uma abordagem estratégica a fim de marcar a diferença, gerar vantagens competitivas, melhorar o posicionamento em seu campo de ação e no contexto no qual se desenvolve. Para poder definir uma estratégia, requerem-se condições prévias que facilitem o processo. Apresenta-se a integração de três ferramentas de gestão do conhecimento dirigidas a fornecer a informação necessária e incentivar a criação de uma cultura no interior dos grupos de pesquisa para definir uma estratégia. Essas ferramentas compreendem a medição do nível de maturidade, a identificação de brechas de conhecimento e a construção de mapas topográficos de conhecimento. As ferramentas foram aplicadas a uma amostra representativa dos grupos de pesquisa da Universidade de Antioquia (Colômbia) por meio de uma metodologia quali-quantitativa e uma análise interpretativa, utilizando um questionário eletrônico. Os resultados permitiram demonstrar a aplicabilidade e a pertinência ao contexto universitário das ferramentas, além de fornecer informação valiosa sobre a situação do caso particular, o que servirá de insumo para formular a estratégia.

PALAVRAS-CHAVE: brechas de conhecimento, estratégia de gestão do conhecimento, gestão do conhecimento, mapas de conhecimento, nível de maturidade, pesquisa científica, universidades.

LA GESTION DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES À L'UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA : L'INTÉGRATION D'OUTILS POUR LA FORMULATION D'UNE STRATÉGIE

RÉSUMÉ: La recherche qui a donné lieu à cet article avait pour but de concevoir une stratégie de gestion des connaissances scientifiques (activités de recherche) pour une université publique. Pour les établissements universitaires axés sur la recherche, il est nécessaire d'inclure la gestion des connaissances scientifiques en tant qu'approche stratégique afin de faire la différence, de générer des avantages compétitifs, d'améliorer la position dans leur champ d'action et dans l'environnement dans lequel ils opèrent. Afin de définir une stratégie, certaines conditions préalables sont nécessaires pour faciliter le processus. On présente l'intégration de trois outils de gestion des connaissances visant à fournir l'information nécessaire et à encourager la création d'une culture, au sein des groupes de recherche, qui permette de définir une stratégie. Ces outils comprennent la mesure du niveau de maturité, l'identification des lacunes dans les connaissances et la construction de cartes topographiques des connaissances. Les outils ont été appliqués à un échantillon représentatif des groupes de recherche de l'Université de Antioquia, au moyen d'une méthodologie qualitative-quantitative et une analyse interprétative, en utilisant une enquête numérique. Les résultats ont permis de démontrer l'applicabilité et la pertinence dans le contexte universitaire des outils, ainsi que de fournir des informations précieuses sur la situation du cas particulier, qui servira de contribution à la formulation de la stratégie.

MOTS-CLÉ: gestion des connaissances, stratégie de gestion des connaissances, niveau de maturité, lacunes dans les connaissances, cartes de connaissances, universités, recherche scientifique.

CITACIÓN: Mejía Correa, A. M., Vesga Vinchira, A., & Gaviria Velásquez, M. M. (2018). Gestión del conocimiento científico en la Universidad de Antioquia: integración de herramientas para la formulación de una estrategia. *Innovar*, 28(68), 71-84. doi: 10.15446/innovar.v28n69.71 697.

ENLACE DOI: <https://doi.org/10.15446/innovar.v28n69.71 697>.

CLASIFICACIÓN JEL: I23, O34, D83.

RECIBIDO: noviembre 2016. **APROBADO:** mayo 2017.

DIRECCIÓN DE CORRESPONDENCIA: Adriana María Mejía Correa. Calle 70 N.º 52-21. Bloque 12, Oficina 12-333. Medellín, Colombia.

Gestión del conocimiento científico en la Universidad de Antioquia: integración de herramientas para la formulación de una estrategia*

Adriana María Mejía Correa

Magíster en Ciencias de la Administración
Profesora ocasional, Universidad de Antioquia
Medellín, Colombia

Grupo de investigación "Información, Conocimiento y Sociedad"
adriana.mejia@udea.edu.co
<http://orcid.org/0000-0002-5633-8022>

Alejandro Vesga Vinchira

Magíster en Ciencias de la Información
Docente de cátedra, Universidad de Antioquia
Medellín, Colombia

Grupo de investigación "Información, Conocimiento y Sociedad"
alejandro.vesga@udea.edu.co
<http://orcid.org/0000-0002-7889-8119>

Margarita María Gaviria Velásquez

Ph. D. en Ciencias de la Gestión
Profesora asociada, Universidad de Antioquia
Medellín, Colombia

Grupo de investigación "Información, Conocimiento y Sociedad"
margarita.gaviria@udea.edu.co
<http://orcid.org/0000-0002-0278-510X>

RESUMEN: La investigación que dio origen al presente artículo tuvo como propósito el diseñar de una estrategia de gestión de conocimiento científico (las actividades investigativas) para una universidad pública. Para las instituciones universitarias con énfasis en investigación, es necesario incluir la gestión del conocimiento científico como un enfoque estratégico a fin de marcar la diferencia, generar ventajas competitivas, mejorar la posición en su campo de acción y en el entorno en que se desenvuelve. Para poder definir una estrategia se requieren ciertas condiciones previas que faciliten el proceso. Se presenta la integración de tres herramientas de gestión del conocimiento dirigidas a proveer la información necesaria e incentivar la creación de una cultura al interior de los grupos de investigación, que permita definir una estrategia. Estas herramientas comprenden la medición del nivel de madurez, la identificación de brechas de conocimiento y la construcción de Mapas Topográficos de Conocimiento. Las herramientas fueron aplicadas a una muestra representativa de los grupos de investigación de la Universidad de Antioquia, a través de una metodología cuali-cuantitativa y un análisis interpretativo, utilizando una encuesta electrónica. Los resultados permitieron demostrar la aplicabilidad y pertinencia al contexto universitario de las herramientas, además de proveer información valiosa acerca de la situación del caso particular, que servirá de insumo para formular la estrategia.

PALABRAS CLAVE: Brechas de conocimiento, estrategia de gestión de conocimiento, gestión del conocimiento, investigación científica, mapas de conocimiento, nivel de madurez, universidades.

* El proyecto de investigación del cual se deriva el artículo es "Observatorio de las Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación de la Universidad de Antioquia". La entidad financiadora del proyecto de investigación fue la Escuela Interamericana de Bibliotecología, Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Antioquia.

Introducción

La gestión del conocimiento (GC) es un tema que ha empezado a imponerse dentro de las organizaciones durante las últimas dos décadas, debido a que son cada vez más conscientes de que sus activos más valiosos no son las propiedades, ni las inversiones, ni siquiera la tecnología o la información; lo más valioso es el conocimiento que tienen sus integrantes y colaboradores, el *know-how*, *know-why*, *know-what*, *know-who*. Ese conocimiento, también conocido en la literatura como "activos intangibles" y "capital intelectual", es el que la GC pretende capturar, administrar, difundir y potencializar. La GC comprende todos los procesos, estrategias, herramientas y técnicas tendientes a aprovechar el conocimiento de las personas y transferirlo a toda la organización, capitalizándolo en todos los niveles.

Como instituciones basadas en la creación y transferencia de conocimiento, las universidades deberían contar con la GC como un elemento esencial en sus administraciones. Sin embargo, la mayor parte de la literatura sobre el tema se enfoca en la aplicación de GC a entornos empresariales altamente competitivos, como firmas de consultoría e industrias de manufactura. Esta situación puede deberse a que la universidad se rige por un principio de autonomía, y esta autonomía otorga una gran libertad a los docentes para ejercer sus actividades propias. Por eso, estos últimos pueden adoptar actitudes protectoras con respecto al conocimiento que producen, prefiriendo guardar y reservar sus saberes para su propio beneficio, con el fin de mantener su estatus y salvaguardar su "capital científico, un tipo especial de capital simbólico, basado en el conocimiento y el reconocimiento" (Bourdieu, 2003, p. 65).

En este artículo se presenta una parte de los resultados del proyecto "Observatorio de las Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Universidad de Antioquia" (OACTI), que fue comisionado por la Vicerrectoría de Investigación de dicha institución. Este proyecto comprendía siete componentes, cada uno atendiendo un aspecto particular de la investigación científica. El componente de GC se enfocó en las actividades realizadas por los grupos de investigación para gestionar su propio conocimiento científico.

La Universidad de Antioquia (en adelante UdeA) realiza su actividad investigativa a través de grupos. Los grupos son congregaciones formales de profesores interesados en un tema o campo de acción. En el 2015, la UdeA contaba con 247 grupos reconocidos (Universidad de Antioquia - Comunicaciones - Vicerrectoría de Investigación, 2015). La diversidad en temáticas, trayectorias, necesidades y objetivos de los grupos convierte en un reto especial el gestionar su conocimiento. Por lo tanto, se decidió que era preciso formular una estrategia para tal efecto.

Autores contemporáneos como Porter (1998), Grant (2008), Mintzberg, Ahlstrand y Lampel (1998), entre otros, presentan acepciones del concepto *estrategia* orientadas a la determinación de pautas de acción o guías diseñadas para alcanzar una visión, cumplir con unos objetivos y lograr mayor competitividad en un contexto organizacional determinado. En términos militares, ámbito de donde origina el término, la estrategia es el plan general trazado para obtener una victoria. Para poder formular e implementar la estrategia es necesario conocer, en primer lugar, el terreno de juego, las posiciones de los actores, las condiciones del escenario, el objetivo a alcanzar y los obstáculos en el camino. Rumelt (2011) propone que una buena estrategia consiste de tres partes: 1) un diagnóstico, 2) una política que sirva de guía y 3) los planes de acción. Por lo tanto, el primer paso para formular una estrategia es realizar un diagnóstico de la situación.

El propósito de este artículo es presentar un conjunto de herramientas que, integradas, permitirán sentar las bases para formular y llevar a la práctica una estrategia de GC, enfocada en la investigación científica de una institución universitaria. A continuación, se detalla la revisión de literatura que permitió seleccionar y adaptar las tres herramientas para su aplicación en la UdeA. En la sección de metodología se detalla el proceso de validación de las herramientas, aplicándolas a una muestra representativa de grupos de investigación de la UdeA. La sección de resultados presenta la información recolectada durante la validación, así como una descripción detallada de cada una de las herramientas. En la siguiente sección se explica cómo las herramientas han sido diseñadas para integrarse entre sí y funcionar como un ciclo que lleve a la implementación de la estrategia.

Revisión de la literatura

La revisión de literatura tuvo como objetivo encontrar experiencias relevantes de GC en universidades, particularmente en el área de investigación. Dado que la experiencia del artículo se centra en una estrategia de conocimiento, que se encuentra compuesta por herramientas, también se realizó una indagación por estos dos conceptos, en relación con la GC, enfatizando en aquellos documentos que mencionan el contexto académico, universitario o investigativo. A continuación, se presentan los hallazgos principales de la revisión, así como los referentes principales que llevaron a la selección de las herramientas y la definición de la estrategia.

La primera búsqueda que realizamos pretendía establecer la relación entre GC y universidades; en este sentido, se encuentran documentos que proponen formas generales de



intervención o argumentan la importancia del tema en el contexto universitario. A nivel macro, Sánchez y Elena (2006) y luego Sánchez, Elena y Castrillo (2009) muestran varios modelos de medición de capital intelectual, y exponen el modelo implementado por el Observatorio de Universidades Europeas.

Existen otras experiencias sobre la medición del capital intelectual, como es el caso de las universidades austriacas, para las cuales se desarrolló un modelo para realizar informes que dieran cuenta del capital intelectual que poseen las instituciones (Leitner, 2002). Este modelo fue implementado también en dos organizaciones de investigación, que tienen inversión estatal (Leitner & Warden, 2004).

García-Álvarez (2007) expone cómo se puede concebir el concepto de la "espiral de conocimiento" en universidades. Adhikari (2010) realiza un recuento general de cómo las instituciones académicas pueden incluir CC en sus actividades, enfocadas en la docencia y en el mejoramiento de la enseñanza. Esposito, de Nito, Iacono, Silvestri y Nito (2013) exponen cómo los aplicativos de gestión de la calidad

pueden ser una herramienta que contribuya a la CC en la universidad. Kidwell, Vander-Linde y Johnson (2000) proponen aplicaciones de CC útiles para la universidad, en las áreas de servicios, transformación curricular e investigación; todas las propuestas son portales o repositorios.

Estudios más específicos incluyen la propuesta de Arntzen, Worasinchai y Ribière (2009), quienes proponen un marco general para la Universidad de Bangkok y muestran varios de los sistemas informáticos que soportan la CC. Fullwood, Rowley y Delbridge (2013) presentan un estudio de percepción sobre las actitudes tendientes a compartir información por parte de profesores universitarios.

Ferraz (2011) analiza los grupos de investigación de una universidad brasilera, considerándolos como comunidades de práctica, y describe los mecanismos de interacción, control y organización de estas. Sánchez-Ambriz, Pérez-Balbuena y Picco-Troncoso (2014) muestran el trabajo de una red de conocimiento en una universidad mexicana, y argumentan que la red ayuda a los profesores a adquirir y mejorar habilidades informacionales.

En la Universidad del País Vasco se desarrolló un proyecto que buscaba la creación de un nuevo modelo de CC. Para cumplir ese objetivo, los investigadores identificaron conocimientos clave que son capaces de impulsar o promover el capital intelectual; midieron cualitativamente la brecha entre la importancia de estos conocimientos y su estado actual, y luego realizaron una priorización de los conocimientos para la universidad (Landeta-Rodríguez, Rodríguez-Castellanos & Ranguelov, 2004; Rodríguez-Castellanos, Araujo de la Mata & Urrutia-Gutiérrez, 2001; Rodríguez-Castellanos, Landeta-Rodríguez & Ranguelov, 2004; Rodríguez-Castellanos, Ranguelov & Landeta-Rodríguez, 2005).

Los casos antes citados muestran de manera general cómo las universidades han empezado a incorporar prácticas de CC en el desarrollo de sus actividades; no obstante, una parte importante de la aplicación de CC en cualquier contexto se centra en el diseño y aplicación de herramientas. Algunas herramientas clásicas de CC son el directorio de expertos, las lecciones aprendidas, la universidad corporativa (en el caso de las empresas), las comunidades de práctica, el café de conocimiento, entre otras. Sin embargo, es muy común que se consideren los sistemas informáticos como las únicas herramientas de CC o como las más válidas. Ruggles (1997) aporta una definición de herramientas que deja claro que estas incluyen tanto las basadas en tecnologías de la información, como aquellas que solamente requieren de la creatividad de los gestores:

Las herramientas de CC son tecnologías, en el sentido amplio de la palabra, que mejoran y facilitan la generación, codificación y transferencia de conocimiento. Al igual que cualquier otra herramienta, son diseñadas para aliviar la carga de trabajo y permitir que los recursos sean aplicados eficientemente a las tareas para las cuales son más aptos (Ruggles, 1997, p. 3).

Esta dualidad ha llevado a la diferenciación entre herramientas "duras" (sistemas de información, plataformas de *software*, bases de datos y otras soluciones tecnológicas) y herramientas "blandas" (basadas en la socialización de las personas, que no dependen de la tecnología, aunque pueden ser apoyadas y facilitadas por esta). Hlupic, Pouloudi y Rzevski (2002) mencionan estos dos aspectos como enfoques de la CC y cómo deben ser integrados. Masingham (2014) presenta un estudio de caso en una organización en el que se evaluaron diferentes herramientas de CC, agrupadas en "kits". Todas son metodologías y técnicas que tanto pueden tener un componente tecnológico como pueden no tenerlo; ese estudio incluye herramientas de mapeo, toma de decisiones y aprendizaje, entre otras.

En cuanto a herramientas de CC aplicadas en universidades, se encuentran experiencias de los dos tipos mencionados previamente. García-Álvarez (2007) y Kumar y Gupta (2012) se enfocan en herramientas duras. Lavoué, George y Prévôt (2011) y Birol, Dagli y Silman (2010) detallan herramientas blandas; sin embargo, ninguna de las anteriores se enfoca en la investigación universitaria, planteando las herramientas a nivel general, o solo aplicadas a la docencia. Una de las experiencias más cercanas al ámbito investigativo es la de Závodská, Šramová, Půčková y Kocifajová (2014), quienes proponen una serie de herramientas de CC para apoyar el trabajo de estudiantes doctorales. Los estudios doctorales implican un fuerte componente investigativo, y algunas de estas herramientas se podrían extender a los demás investigadores de la institución. Estos autores prefieren mezclar las dos tipologías, proponiendo herramientas duras y blandas al mismo tiempo.

Pero la aplicación de herramientas por sí mismas no constituye una mejora en los procesos o una mayor madurez en la CC; se requiere que dichas herramientas, sean éstas blandas o duras tengan un fin, hagan parte de un plan y, de esta manera, sean incorporadas a la cultura colectiva. Por esta razón, contar con una estrategia de CC para universidades fue otro de los criterios de búsqueda. Así, Hansen, Nohria y Tierney (1999) describen que las organizaciones tienen dos estrategias para gestionar su conocimiento: 1) la *estrategia de codificación*, que implica el registro detallado de procedimientos, estructuras, protocolos y demás herramientas que pueden ser consultadas rápidamente para ser aplicadas continuamente y de la misma manera; 2) la *estrategia de personalización*, que busca optimizar la circulación del conocimiento experto de la organización, fomentando la comunicación entre sus integrantes y el aprendizaje colaborativo. Los autores resaltan el hecho de que toda organización debe decidir utilizar una de las estrategias como principal y la otra como apoyo. Tian, Nakamori y Wierzbicki (2009) proponen estrategias de ambos tipos para aplicar en los procesos de investigación académica, basados en un estudio en una universidad japonesa.

Zack (1999) plantea que las estrategias de CC se definen por dos variables: 1) su estilo de aprovechar el conocimiento (explotar el existente o explorar nuevo conocimiento) y 2) la fuente primaria de este (externa o interna). La combinación de estos factores permite seleccionar entre varias estrategias posibles, ubicadas en un espectro continuo entre las más conservadoras y las más innovadoras.

Para el presente estudio se analizó en profundidad el modelo presentado por Zack (1999), quien propone el diseño de una estrategia basada en recursos que proporcione ventajas competitivas a largo plazo y, por ende, sostenible en

el tiempo. Por tratarse de una universidad, cuya actividad investigativa es intensiva en la creación de nuevo conocimiento, la idea es convertir este en el recurso estratégico más importante. Tal como lo afirma el autor, cuanto más se utiliza el conocimiento más valioso se vuelve; en consecuencia, si una organización identifica cuál es su conocimiento crítico, aquel que es único, este representará una ventaja competitiva potente y sostenible.

Una vez identificado el conocimiento crítico, se debe iniciar la tarea sistemática de cartografiar y categorizar dicho conocimiento, convirtiéndolo en un instrumento de apalancamiento en el que se combinan experiencias de aprendizaje para la conformación de una "masa de aprendizaje crítico" (Zack, 1999).

Para lograr tal propósito se seleccionaron tres herramientas, que pueden ser utilizadas por los grupos y que les permitirá tener un acercamiento más específico a la manera como están gestionando el conocimiento que producen: en primera instancia, los grupos deben hacer un diagnóstico que les suministre información acerca del grado de madurez de la CC; en segundo lugar, se deben identificar las brechas que tienen en relación con el conocimiento que deberían estar produciendo y las capacidades que tienen o necesitan desarrollar para lograrlo; por último, es necesario realizar una cartografía, por medio de la construcción de mapas de conocimiento, que permiten clasificar sus conocimientos críticos.

La combinación de estas herramientas debe generar en los grupos la capacidad para volver a aplicar los conocimientos adquiridos en las investigaciones previas, encontrar las relaciones intrínsecas entre los temas, identificar nuevos problemas de investigación, otras aplicaciones, líneas y expertos, vacíos de conocimiento, entre otros. A continuación, se describirán los principales referentes teóricos que sustentan las herramientas.

Lo primero que fue considerado como necesario consiste en realizar una **medición del nivel de madurez del conocimiento**. En este sentido, se identificaron varias propuestas para la determinación del nivel de madurez de la CC, la mayoría de ellas basadas en el Modelo de la Capacidad de Madurez (CMM, por la sigla del inglés *Capability Maturity Model*), desarrollado por la Universidad de Carnegie Mellon (Paulk, Curtis, Chrissis & Weber, 1993), que se ocupa de medir el grado de desarrollo de productos y servicios en una organización.

La revisión realizada permitió el hallazgo de un modelo de madurez apropiado para el presente estudio, aplicado en el ámbito universitario, incluyendo variables relacionadas con este, que no están presentes en otros modelos. Se

trata del Modelo de Madurez General de Gestión del Conocimiento (G-KMMM, por sus sigla en inglés) (Pee, Teah & Kankanhalli, 2006), que identifica los aspectos más destacados del desarrollo de la CC; sigue una estructura por etapas y tiene dos elementos principales: el nivel de madurez (*Inicial, Repetible/Consciente, Definido, Gestionado, Optimizado*) y la definición de áreas clave de proceso (personas, procesos y tecnología).

El segundo elemento lo constituyen las **brechas de conocimiento científico**. Dicho análisis es una forma de medir y comparar un estado actual con un estado deseable. Se pueden encontrar brechas para productos, insumos y procesos, entre otros elementos (Ramírez-Alfaro, 1997). Por la naturaleza de los grupos de investigación, se planteó que era necesario definir una brecha de conocimiento entre el conocimiento actual y el necesario.

Ramachandran, Chong y Wong (2013) presentan un estudio de la diferencia entre la importancia y el uso de prácticas y factores facilitadores de CC en cuatro universidades malayas. Zhao, Wu y Liu (2016) mencionan la brecha de conocimiento en relación con la investigación, definiéndola como una disparidad entre el conocimiento que un investigador tiene al plantear su problema y el conocimiento obtenido luego de una revisión de literatura.

Zack (1999) propone que, para desarrollar una estrategia de conocimiento, es importante realizar análisis de brechas, distinguiendo dos tipos: brecha estratégica y brecha de conocimiento. La primera representa la diferencia entre lo que la organización está haciendo y lo que debe hacer para asegurar una posición competitiva. La segunda establece la diferencia entre lo que la organización sabe y lo que debe saber para implementar su estrategia.

El tercer elemento, que finalmente articula los anteriores y brinda un panorama bastante realista del conocimiento que se produce en la investigación científica, lo constituyen los **mapas de conocimiento científico**. Según Vail (1999), un mapa de conocimiento se puede definir como representaciones gráficas de conceptos, entidades y relaciones, que facilitan la comprensión de realidades complejas. En general, este tipo de mapas permite ubicar dónde se encuentra el conocimiento, quién lo tiene y cómo acceder a él (Bueno-Campos, 2003).

Los mapas de conocimiento son una de las herramientas más populares de la CC, y cuentan con una amplia diversidad de modelos y formatos de presentación, de acuerdo con lo que se pretende lograr con el mapa y el contenido que este incluye. Balaid, Zibarzani y Abd Rozan (2013) presentan una revisión de las diferentes técnicas para realizar mapeo de conocimiento, identificando 15 tipos de mapas

diferentes. Por otro lado, Eppler (2008) propone una clasificación de mapas de conocimiento de acuerdo con su forma, objetivo, contenido y método de creación.

Aunque los mapas de conocimiento creados específicamente para el entorno universitario aportan representaciones útiles del conocimiento (Hellström y Husted, 2004), por la complejidad de las universidades se hace difícil crear un mapa que abarque a una institución en su totalidad. Se han desarrollado mapas para ciertos procesos o limitados a una unidad académica. Mapas para la docencia incluyen las experiencias de Lin y Hsueh (2006) y Huijsen, Van Vliet y Plessius (2004), quienes usan la información de repositorios de trabajos académicos y de los currículos, respectivamente.

En investigación se encuentran mapas descriptivos que ayudan a ubicar los grupos en áreas de conocimiento y la representación permite acceder a la información de los grupos más fácilmente (Ramírez-Jurado, 2013; Universitat Oberta de Catalunya, s. f.). Algunos autores optan por realizar combinaciones de técnicas de mapeo clásicas: mapas mentales creados por los investigadores y mapas conceptuales para los proyectos hacen parte de un sistema integrado de GC (Oliveira *et al.*, 2006). Deng y Hu (2014) proponen un "ciclo de vida de la investigación", que es un mapa de procesos complementado por mapas conceptuales para cada componente. El "atlas de conocimiento" combina tres elementos: directorio de expertos, mapas de procesos y un árbol de decisiones para apoyar procesos investigativos complejos (Seemann & Cohen, 1997). Moradi y Mirian (2014) presentan un mapa de experticia y un mapa de colaboración: el primero ubica a los investigadores de un área de acuerdo con su nivel de conocimiento, y con el campo o campos donde ha desarrollado su trabajo; el segundo muestra las temáticas de investigación en un área particular, representando visualmente el nivel de producción y su grado de colaboración.

Aunque todas estas propuestas son válidas, y cada una tiene sus pros y contras para la aplicación en nuestro caso particular, el proyecto requiere de un mapa que se complemente con las otras dos herramientas y que sirva de ayuda a los grupos de investigación para gestionar su conocimiento.

Zack (1999) propone un mapa de conocimiento estratégico, distinguiendo entre conocimiento básico, conocimiento avanzado y conocimiento innovador. El mapa de conocimiento consiste en definir cuál de esos conocimientos maneja la organización y cuál maneja la competencia, definiendo así una posición competitiva que puede variar entre la empresa innovadora y la empresa en riesgo de fracasar. Aunque este mapa podría ser adaptado a grupos de

investigación, consideramos que pone demasiado énfasis sobre la competencia, mientras que en la ciencia idealmente se debe fomentar un ambiente colaborativo. Aplicar la propuesta de Zack (1999) podría minar los esfuerzos por crear este tipo de cultura investigativa; sin embargo, su concepción de niveles de conocimiento es interesante y, junto con el análisis de brechas mencionado previamente, fue un insumo principal para los mapas de conocimiento propuestos en este artículo, presentados en la sección de resultados.

Diseño metodológico

Para validar las herramientas para la gestión del conocimiento científico aquí presentadas, estas fueron aplicadas al caso de la Universidad de Antioquia y sus 239 grupos de investigación¹. Aplicando la fórmula de Spiegel y Stephens (2009), se determinó un tamaño de muestra de 69 grupos con un nivel de confianza del 95%; sin embargo, la selección aleatoria de grupos resultaba problemática, por las múltiples ocupaciones de los investigadores. Por lo tanto, se optó por realizar un muestreo no probabilístico denominado "por sujetos voluntarios" (Silipigni Connaway & Powell, 2010, p. 119). Para aumentar la confiabilidad de la muestra, se decidió que se debía alcanzar o sobrepasar las 69 respuestas, y que estas debían ser proporcionales al número de grupos en cada área de conocimiento, de acuerdo con la clasificación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2007).

La recolección de los datos se hizo mediante encuesta. Se aplicó una prueba piloto al 10% de la población. El instrumento fue adaptado de Pee *et al.* (2006), complementado con preguntas abiertas, cerradas, opción múltiple y escalas. Se incluyeron preguntas de carácter demográfico para identificar a los grupos, y varias preguntas para cada una de las herramientas.

El instrumento fue aplicado a toda la población (239 grupos), con el fin de garantizar que el número de respuestas se acercara a la muestra definida. Se recibieron 75 respuestas, cumpliendo con las expectativas. De igual manera, las respuestas fueron proporcionales al número de grupos totales por áreas de conocimiento. Esto se detalla en la tabla 1.

¹ 239 grupos de investigación de la UdeA fueron reconocidos por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), según resultados de la Convocatoria 640 del 2013 para la Medición de Grupos de Investigación en Colombia (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación [Colciencias], 2014).

Tabla 1.
Población, muestras y respuestas obtenidas por área de conocimiento.

Áreas de conocimiento (ocde, 2007)	Total de grupos	Muestras definidas	Respuestas obtenidas
Ciencias Agrícolas	5	1	2
Humanidades	25	7	6
Ingeniería y Tecnología	21	6	9
Ciencias Sociales	62	18	19
Ciencias Médicas y de la Salud	68	20	19
Ciencias Naturales	58	17	20
Total	239	69	75

Fuente: elaboración propia.

Análisis de los resultados

A continuación, se presenta la aplicación de las tres herramientas seleccionadas y los resultados obtenidos para los grupos de investigación de la UdeA, con base en las respuestas obtenidas durante la aplicación de la encuesta.

Medición del nivel de madurez

Para la **medición del nivel de madurez**, se tomó como referente el modelo G-KMMM mencionado previamente (Pee *et al.*, 2006). No obstante, se realizaron algunas adaptaciones para ajustarlo a las particularidades del caso. Se definieron 15 dimensiones de madurez y a cada una de ellas se le asignó un nivel, con base en las respuestas aportadas por los investigadores. En la tabla 2 se pueden apreciar los niveles utilizados para medir la madurez de las dimensiones.

Tabla 2.
Modelo de madurez de CC.

Nivel de madurez	Descripción
1. Caótico	Cuando se evidencia que en la variable evaluada no se ha realizado ningún tipo de acción o actividad al respecto.
2. Consciente	Cuando se reconoce la importancia de la dimensión, pero no se han realizado acciones tendientes a implementarla o intervenirla.
3. Definido	Cuando hay un primer acercamiento muy básico a la dimensión, acciones esporádicas, no formalizadas para el grupo.
4. Gestionado	Cuando se desarrollan ideas y propuestas orientadas a fortalecer la dimensión.
5. Optimizado	Cuando existen programas formalizados con respecto a la dimensión y se les da continuidad en su aplicación.

Fuente: elaboración propia con base en Pee *et al.* (2006).

En la tabla 3 se encuentran las dimensiones de madurez junto con una pequeña definición de cada una. El nivel alcanzado por cada dimensión representa el promedio de los puntajes asignados a todos los grupos. Se agregó una columna que indica el tipo de capital intelectual al que corresponde cada una de estas dimensiones. Aunque la clasificación de capitales no fue incluida explícitamente en este componente del proyecto OACTI, sí fue tratado en forma detallada por el componente de indicadores. Por esta razón, se anexa en la tercera columna, el tipo de capital de conocimiento, que se relaciona con la dimensión. Dicha clasificación está basada en la propuesta del Modelo Intellect, retomada a su vez por el Modelo Intellectus (Centro de Investigación sobre la Sociedad del Conocimiento [CIC] y Universidad Autónoma de Madrid, 2003). La tabla 3 muestra las dimensiones en orden descendente por nivel de madurez.

Al analizar si existían diferencias entre las áreas de conocimiento, se encontró que el nivel de madurez promedio era muy homogéneo, oscilando entre 3,2 y 3,4, lo que significa que **la Universidad se encuentra en un nivel definido en cuanto a la gestión del conocimiento científico**. Lo anterior sugiere que hay un acercamiento muy básico, con acciones esporádicas, no formalizadas para la investigación. La medición del nivel de madurez aporta información a cada uno de los grupos, pero también para que la institución pueda detectar los aspectos más críticos y trazar planes de acción o estrategias tendientes a mejorarlos. Esta información es potenciada al implementar las siguientes dos herramientas.

Brechas de conocimiento

Todo grupo de investigación siempre tendrá brechas de conocimiento. Esto se debe a que el propósito de la investigación científica es buscar nuevo conocimiento y nunca se obtendrán todas las respuestas. Por lo tanto, un investigador o un grupo siempre tendrán ante sí brechas de conocimiento, espacios que deben explorar para avanzar en su actividad científica. Lo crucial para la CC es que los grupos no solo sean conscientes de esa realidad y de la existencia de las brechas, sino que puedan precisar y expresar claramente en qué consisten esas brechas.

Al preguntar a los investigadores sobre qué tanto tienen identificadas sus brechas, un gran porcentaje (88%) de los grupos afirmó que la reconocen total o medianamente. No obstante, al pedirles que ampliaran la información sobre esta situación, solo la mitad (51%) expresó el contenido de la brecha en términos temáticos como *próximas investigaciones, temas no desarrollados, falta de conocimientos específicos*, etc.

Tabla 3.
Dimensiones de Madurez

Dimensión	Definición	Tipo de capital	Puntaje	Nivel de madurez
Identificación de espacios de cc	Reconocimiento que hacen los investigadores de las diversas estrategias disponibles para el intercambio, creación y transferencia de conocimientos.	Estructural	4,5	Gestionado
Colaboración con otras universidades	Presencia y fortaleza de alianzas con otras universidades para realizar proyectos conjuntos.	Relacional	4,2	Gestionado
Calidad de espacios de cc	Actividades realizadas por los grupos tendientes a dinamizar la difusión de la actividad investigativa y a propiciar el intercambio, creación y transferencia de conocimiento.	Relacional	4,0	Gestionado
Fuentes de financiación	Tipo y variedad de fuentes de financiación del grupo, así como su capacidad de gestionar otras fuentes.	Estructural	3,9	Definido
Incentivos internos	Estímulos y beneficios que el grupo ha diseñado para fomentar el trabajo investigativo y motivar a sus integrantes.	Estructural	3,7	Definido
Valoración de errores y lecciones aprendidas	Si al interior del grupo los errores se discuten y se aprovechan para mejorar, o si por el contrario el error es castigado.	Estructural	3,7	Definido
Infraestructura	Percepción que tienen los investigadores acerca de la calidad de infraestructura disponible.	Estructural	3,5	Definido
Autopercepción de madurez	Percepción que tienen los investigadores acerca de la consolidación de su propio grupo.	Estructural	3,4	Definido
Continuidad del conocimiento	Conocimiento producido por el grupo se incorpora de forma continua en las nuevas investigaciones, actividades y procesos.	Estructural	3,3	Definido
Eficiencia en resolución de consultas administrativas	Si el grupo siente que las instancias administrativas resuelven su consultas con rapidez y a satisfacción.	Relacional	3,3	Definido
Apoyo institucional para difusión	Nivel en el cual el grupo de investigación cuenta con apoyo institucional para dar a conocer los desarrollos alcanzados.	Relacional	3,0	Definido
Conocimientos críticos	Identificación por parte de los investigadores de los conocimientos estratégicos que deben manejar en su área.	Humano	2,7	Consciente
Documentación y sistematización	Procesos implementados por el grupo para documentar y sistematizar las investigaciones.	Estructural	2,6	Consciente
Capacitaciones	Actividades de formación recibidas por uno o varios integrantes del grupo para desarrollar capacidades en el intercambio, creación y transferencia de conocimiento.	Humano	1,8	Caótico
Mitigación de pérdida de conocimiento	Conocimiento por parte de los investigadores acerca de medidas dirigidas a reducir o atenuar la pérdida de los conocimientos por la desvinculación de integrantes del grupo.	Estructural	1,2	Caótico

Fuente: elaboración propia con base en los resultados de la encuesta.

La misma situación ocurre con la frontera del conocimiento. En los grupos de investigación es necesario conocer qué temáticas se están trabajando en el escenario internacional de sus campos disciplinares y qué tendencias metodológicas e investigativas se están desarrollando. El 75% de los encuestados afirma conocer los temas de frontera total o medianamente. Pero la definición de esa frontera solo fue posible para un 39%.

Analizando las respuestas de las dos preguntas, se perciben algunas tendencias de los investigadores en poner más énfasis en asuntos como falta de recursos, falta de apoyo, discriminación e inequidad, entre otros, que mencionan en lugar de su brecha de conocimiento. Aquellos grupos que aún adolecen de fallas administrativas tienden a enfocarse más en estas, y no pueden prestar tanta atención a sus temas propios de investigación, por lo que solo pueden mirar el conocimiento que tienen actualmente y que ya dominan, pero no pueden ver más allá, hacia territorios inexplorados. Esta relación entre *brecha* y *frontera* como espacios de conocimiento se desarrolla completamente en los mapas de conocimiento, como veremos a continuación.

Mapas topográficos de conocimiento

Eppler (2008) menciona cómo el uso de metáforas es una opción para construir mapas de conocimiento. Por otra parte, "el científico como un explorador y la investigación como un viaje" ha sido una metáfora recurrente para entender y para promocionar la ciencia (Broncano, 2011). Teniendo esto en cuenta, se construyó un modelo metafórico para mapear el conocimiento científico de comunidades investigativas. El modelo hace uso de las nociones de brecha y frontera de conocimiento mencionadas en el apartado anterior, concibiéndolos como "lugares" en los que se encuentran temas, y es tarea del investigador explorarlos para poder integrarlos a su saber. Debido al uso de la metáfora de lugar, los mapas han sido denominados como "mapas topográficos de conocimiento" (MTC).

Los lugares de conocimiento definidos en el modelo son *dominio*, *brecha*, *frontera* y *horizonte*. El *dominio* es aquel conocimiento que el grupo ha desarrollado, que es su fuerte y en el que habita, además de incluir las líneas de investigación. La *brecha* es todo conocimiento que el grupo sabe que le hace falta dominar o que es necesario para poder avanzar, lo que incluye metodologías o formas de trabajo que pueden pertenecer a otras áreas, pero que el grupo debe aprender a manejar con el fin de realizar nuevas investigaciones. Por su parte, la *frontera* es aquel conocimiento que el grupo ha identificado en el escenario nacional o internacional como una tendencia, y corresponde a los

temas en los que se está realizando la investigación más avanzada dentro de cada disciplina o campo de acción. El *horizonte* es un lugar que muy pocos grupos pueden definir o identificar, un objetivo a largo plazo verbalizado de una manera idealista y no específica; es aquello que se está buscando con la investigación, a lo que debe llevar esta y hacia dónde conducen los esfuerzos, el cambio que se desea ver en el mundo como fin de realizar investigaciones y aplicarlas.

A través de esta metáfora de lugar, la investigación se representa como un camino, un recorrido, un viaje. Partiendo del dominio, que es el lugar en donde actualmente se encuentra el investigador, se puede vislumbrar un territorio a conquistar, que puede ser cercano o lejano, pero que ha de recorrer para descubrir nuevo conocimiento. Estos mapas se presentan como una propuesta para representar y visualizar la información sobre los grupos. Su particularidad frente a otros mapas de conocimiento es que toma un enfoque más personalizado, un nivel de análisis "micro", mientras que otras propuestas mapean instituciones o departamentos completos, una visión "macro". Esto permite que los mapas sean utilizados tanto por grupos de investigación como por la administración central de la universidad, que puede recopilar los mapas y sistematizar su contenido para encontrar similitudes, áreas en común, temas álgidos o, simplemente, construir un directorio temático de la investigación.

Para el caso de la UdeA, se construyeron solamente 18 mapas (24% de la muestra). Como se explicó en el apartado anterior, no todos los grupos pueden identificar su brecha o su frontera de conocimiento, y solo 18 fueron capaces de identificar las dos al tiempo, lo que es un requisito para poder construir el mapa. Como regla general, las líneas de investigación fueron tomadas como insumo para establecer la sección de dominio en los mapas. En cuanto al horizonte, solo un porcentaje pequeño de los grupos (7%) lo ubicó.

En las figuras 1, 2 y 3 se pueden apreciar los MTC de diferentes grupos de investigación y, al interior, los conocimientos críticos que les corresponde. Por ejemplo, en la figura 1 los temas *Visión artificial* y *Paralelismo* son líneas de investigación del grupo, lo que implica que son temas de dominio de los integrantes. En la figura 2, los temas *Análisis estadístico* e *Investigación cualitativa* son conocimientos de brecha que, aunque no pertenecen al campo de investigación del grupo, son temas que se deben aprender y dominar para ser más competitivos en su área de conocimiento. En la figura 3 se pueden ver temas como *Polaritones* y *Excitones* que se consideran en la frontera del conocimiento, y que el grupo aún no los ha

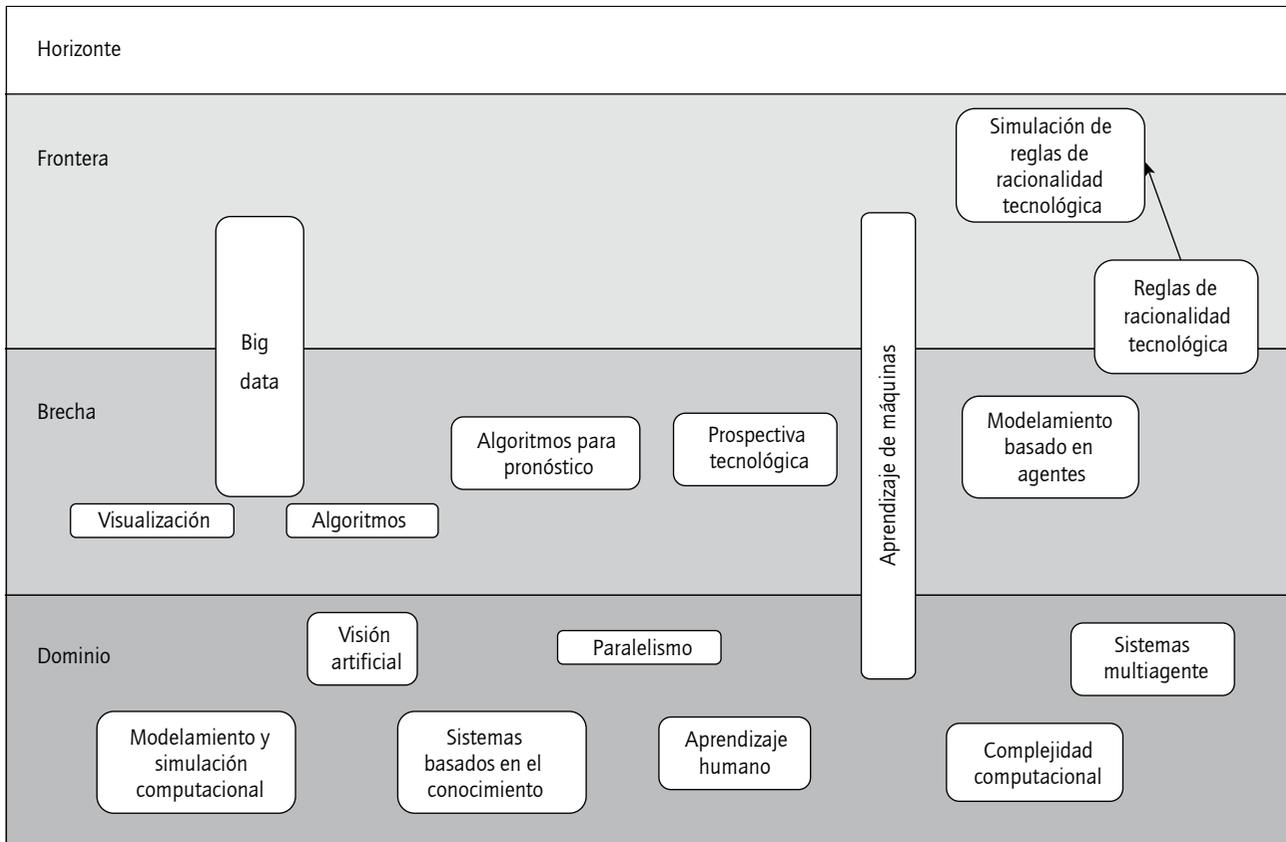


Figura 1. MTC de un grupo de ingeniería de *software*. Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la encuesta.

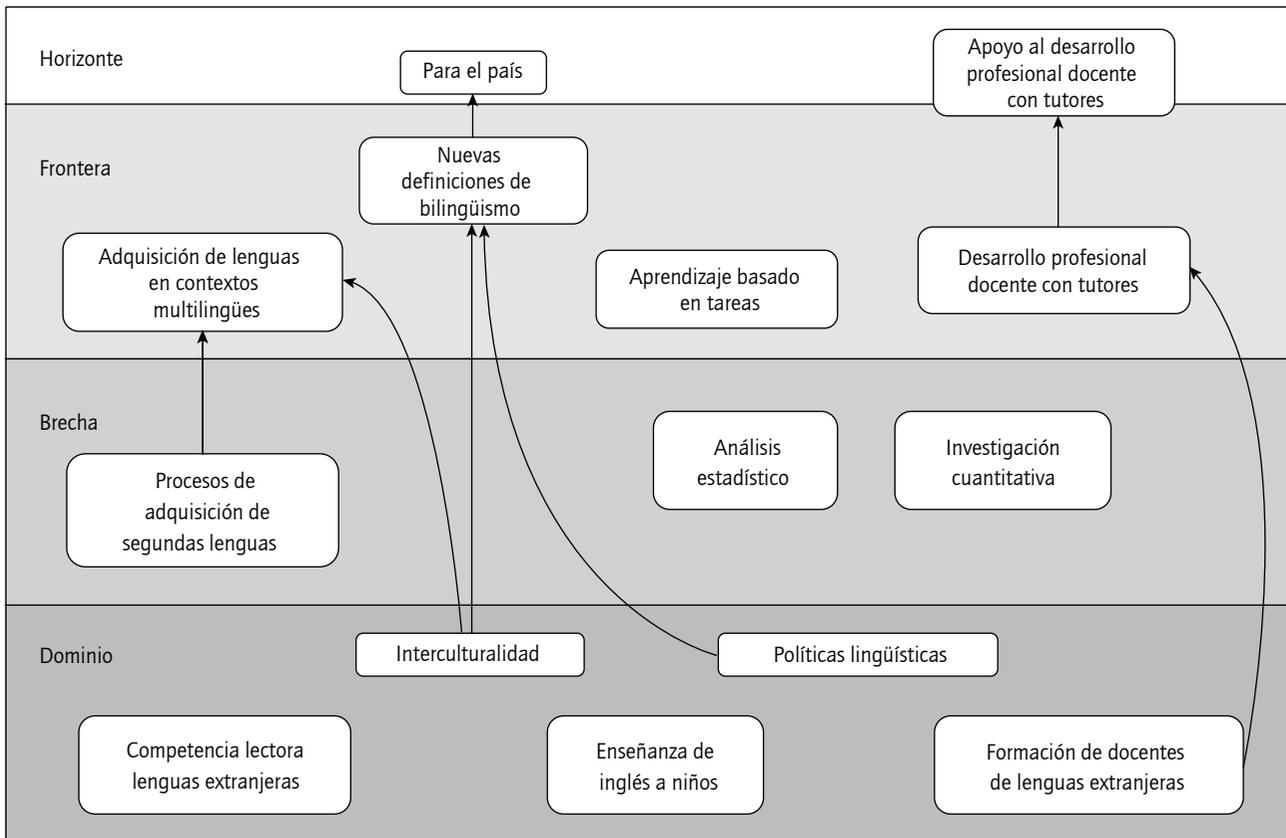


Figura 2. MTC de un grupo de idiomas y educación. Fuente: elaboración propia con base en los resultados de la encuesta.

desarrollado, pero son los que marcan la tendencia internacional en investigación y sobre los cuales se está generando conocimiento de punta. Entre estos mapas solo podemos observar uno en el que se identifica un horizonte, que se puede apreciar en la figura 2, en el que *Nuevas definiciones de bilingüismo para el país* es un objetivo a largo plazo trazado como un ideal, una transformación social que se busca conseguir a través de las investigaciones.

Los mapas son de elaboración simple, y no requieren de programas o *software* especializado para ser construidos. Este proceso debe ser colaborativo, dialógico y consensuado. Al discutir sobre los temas de investigación y el futuro de estos, los investigadores pueden aclarar sus propias visiones, unir temas, definir líneas, plantear prioridades y, en general, fomentar la conversación al interior del grupo.

Integración de las herramientas para la formulación de una estrategia de conocimiento

Cada una de las herramientas presentadas previamente puede ser utilizada por una institución universitaria a nivel central, o por unidades más pequeñas como facultades, institutos, laboratorios y grupos de investigación. Aunque son herramientas individuales, se propone que sean utilizadas

siempre en conjunto. Las herramientas se integran y complementan en un ciclo, un proceso de alimentación positiva, cada una utilizando lo construido por la anterior. Es importante anotar que, aunque este ciclo no se basa en los resultados, la información producida por la aplicación de cada herramienta sí puede constituir un insumo para la toma de decisiones o para la incorporación de cambios que mejoren los procesos. Así, el análisis de brechas no se deriva necesariamente de la información que arroje la medición del nivel de madurez, no se encontró una relación entre un nivel alto o bajo y la existencia o no de brechas de conocimiento. Pero llevar a cabo la medición de la madurez facilita y permite realizar el análisis de brechas más efectivamente. Asimismo, al haber implementado estas dos herramientas, construir los MTC será un proceso más intuitivo, al haber interiorizado los conceptos de brecha y frontera, y al haber reflexionado intensamente sobre su propia actividad investigativa.

Después de completar el MTC, es posible diseñar una estrategia de GC para el grupo. El mapa puede mostrar los vacíos o que la mayoría de investigadores desconocen los temas de frontera en su campo de conocimiento. Si no es posible conectar los temas del dominio con los temas de brecha y de frontera, significa que las líneas de investigación no

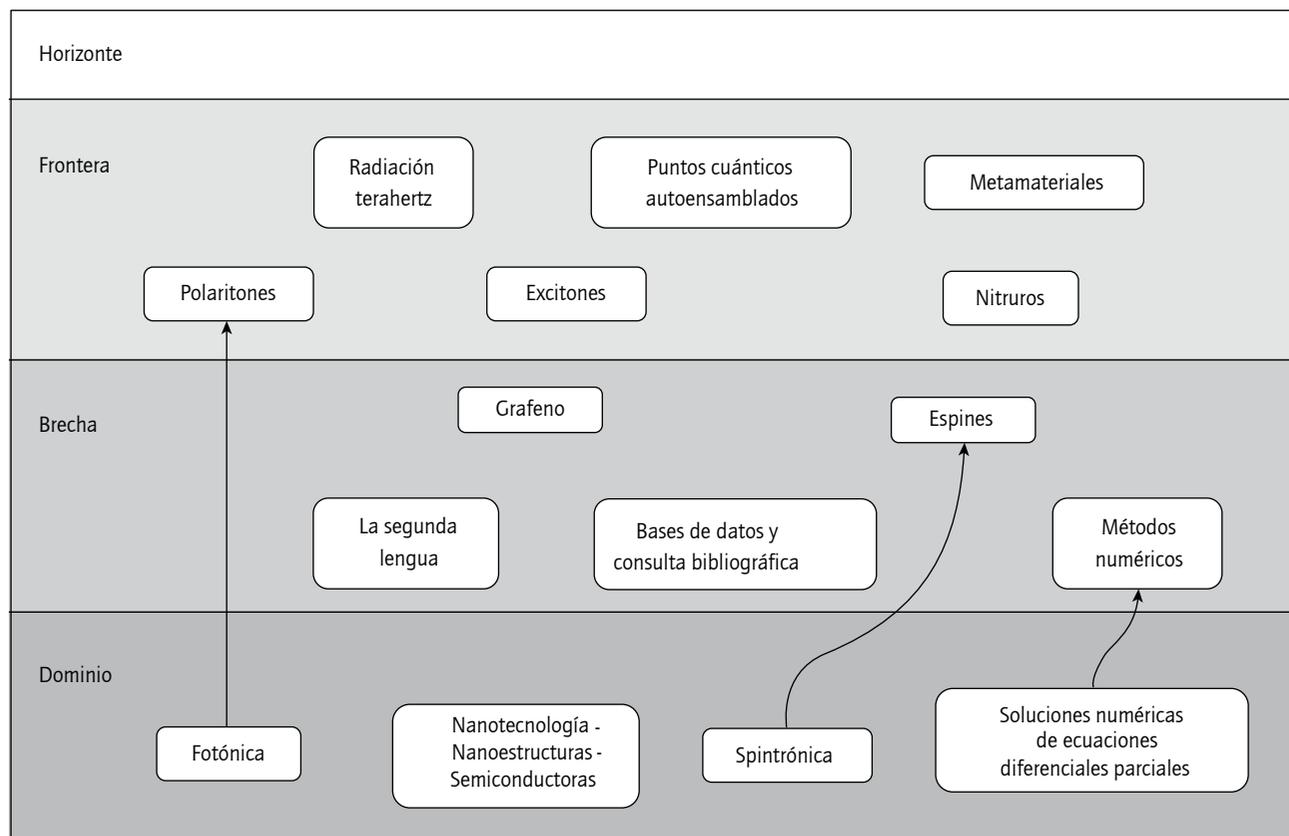


Figura 3. MTC de un grupo de física. Fuente: elaboración propia con base en los resultados de la encuesta.

se encuentran bien definidas y hace falta trabajo en ese punto. Si surgen demasiados temas, hará falta la consolidación de estos o descartar algunos para poder enfocarse en asuntos más críticos que se conecten mejor. La posibilidad de no encontrar un tema o temas que se ubiquen en el horizonte del grupo es muy común, y no debe ser causa de alarma. Tampoco significa que no sea posible hacer investigación si no se cuenta con un horizonte, sino que se convierte en una oportunidad para los investigadores.

De esta manera, la estrategia consistirá en las acciones conjuntas definidas por la comunidad investigativa para poder disminuir las brechas de conocimiento, para poder explorar la frontera o para acercarse poco a poco a ese horizonte. Se recomienda tomar como punto de partida aquellas dimensiones de madurez que mostraron mayor debilidad, planteando acciones puntuales que mejoren el estado del grupo en esos puntos. Al incrementar el nivel de madurez, el grupo no solo podrá visualizar mejor su brecha, sino que tendrá las capacidades para empezar a explorarla. En ese sentido, la estrategia implementada por el grupo se vuelve a conectar con las herramientas, que deben ser implementadas periódicamente para actualizar la información que arrojen. El nivel de madurez, las brechas y los mapas cambiarán constantemente, en la medida en que el grupo aplique medidas tendientes a mejorar la gestión de su conocimiento. En la figura 4 se resume gráficamente la integración de las herramientas y la estrategia.

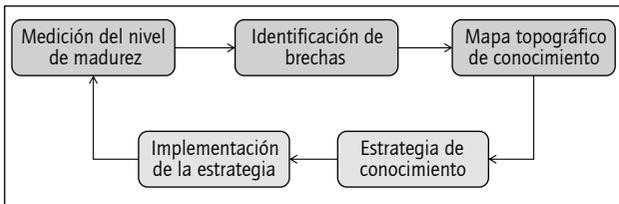


Figura 4. Estrategia de gestión de conocimiento científico: integración de herramientas. Fuente: elaboración propia.

Conclusiones y recomendaciones

La investigación presentada surge de la necesidad que tiene la UdeA de fortalecer y consolidar las actividades investigativas, para lo cual se propone una estrategia para potenciar los procesos de creación, intercambio y transferencia de conocimiento científico. La Universidad debe saber qué sabe; además, debe identificar cuál es su conocimiento crítico, sus expertos, su capacidad instalada y potencial para la innovación, y cuáles son los posibles impactos técnicos y sociales, así como los vacíos de conocimiento. En suma, la Universidad debe conocer en detalle sus capacidades para la investigación.

Teniendo en cuenta lo expuesto, se diseñaron tres herramientas que, articuladas, respondan al objetivo planteado. La primera consiste en la **medición del grado de madurez** de la CC; en segundo lugar, **identificar las brechas**, es decir, la diferencia entre el conocimiento adquirido y el conocimiento que hace falta adquirir; por último, **construir un mapa topográfico de conocimiento**, que permita visualizar conocimientos críticos y la posición del grupo frente a estos.

Lo que pudo observarse después de aplicar las herramientas a una muestra de los grupos de investigación es que, a partir de los MTC, se evidencian con mayor claridad relaciones, líneas, énfasis y vacíos en los temas de investigación. Son dichos mapas la herramienta que consolida este trabajo, dado que permiten trazar una ruta sobre la cual proyectar la investigación futura.

Los resultados más significativos del estudio permiten evidenciar que, en cuanto a nivel de madurez de CC, la UdeA se encuentra en el nivel definido, lo que significa que existe un acercamiento muy básico al tema, con acciones esporádicas y no formalizadas para la investigación. Aunque la gran mayoría de grupos de investigación manifiestan tener identificadas sus brechas de conocimiento, solo la mitad de estos expresaron claramente en qué consistían, lo que puede significar que esto no es una preocupación para los investigadores, quienes se ven inmersos en sus rutinas diarias de trabajo, que no les permite tener una visión más amplia.

Se recomienda que toda institución que proyecte aplicar estas herramientas lo realice de una manera integral y secuencial, que cuente con el apoyo de la administración central, y con un equipo de trabajo con experticia en el tema de CC, que pueda asesorar y capacitar a los grupos en el momento de la implementación. Posteriormente, se sugiere que la institución desarrolle aplicativos que incorporen la información generada en este proceso. Asimismo, se recomienda que las herramientas se implementen periódicamente, de manera que los grupos continuamente se evalúen a sí mismos para desarrollar actividades que les permitan mejorar en su gestión.

Es necesario tener en cuenta que la CC se hace más efectiva al implementarse de manera sistemática, estructural y cobijando toda la institución, con un decidido compromiso gerencial. Aunque cada grupo o unidad académica puede hacerlo de manera independiente, se convertirá en un esfuerzo aislado que impedirá la eficaz creación, intercambio y transferencia del conocimiento científico. Finalmente, se considera que las universidades deben propender por orientar su cultura organizacional hacia la CC; esta estrategia es una apuesta en ese sentido.

Referencias bibliográficas

- Adhikari, D. R. (2010). Knowledge management in academic institutions. *International Journal of Educational Management*, 24(2), 94-104. doi:10.1108/09513541011020918
- Arntzen, A. A. B., Worasinchai, L., & Ribière, V. M. (2009). An insight into knowledge management practices at Bangkok University. *Journal of Knowledge Management*, 13(2), 127-144. doi:10.1108/13673270910942745
- Balaid, A. S. S., Zibarzani, M., & Abd-Rozan, M. Z. (2013). A comprehensive review of knowledge mapping techniques. *Journal of Information Systems Research and Innovation (JISRI)*, 3, 61-66. Recuperado de http://seminar.spaceutm.edu.my/jisri/download/F_FinalPublished/Pub24_ReviewOF_KMappingTechniques.pdf
- Birol, C., Dagli, G., & Silman, F. (2010). Usage of knowledge management tools: UK and Canada versus Russia and Turkey in a comparative study. *Egitim Arastirmalari - Eurasian Journal of Educational Research*, 38, 37-54.
- Bourdieu, P. (2003). Un mundo aparte. En *El oficio del científico: Ciencia de la ciencia y reflexividad* (pp. 63-148). Barcelona, España: Anagrama.
- Broncano, F. (2011). Fronteras que están dentro. *LYCHNOS: Cuadernos de La Fundación General CS2IC*, 5, 6-10.
- Bueno-Campos, E. (2003). *Gestión del conocimiento en universidades y organismos públicos de investigación*. Madrid. Recuperado de http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/16_GestionConocimientoUniversidadesOPIS.pdf
- Centro de Investigación sobre la Sociedad del Conocimiento [CIC] y Universidad Autónoma de Madrid. (2003). Modelo Intellectus: Medición y Gestión del Capital Intelectual. *Documentos Intellectus*, 5, 86.
- Deng, S., & Hu, X. (2014). Creating a knowledge map for the research lifecycle. En *Knowledge Maps and Information Retrieval (KMIR) 2014 Conference Proceedings* (p. 7). London: ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries (JCDL). Recuperado de <http://ceur-ws.org/Vol-1311/paper5.pdf>
- Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación [Colciencias]. (2014). *Publicación de resultados finales de la Convocatoria 640 del 2013*. Bogotá, Colombia: Colciencias. Recuperado de http://legadoweb.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/documents/resultados_definitivos_convocatoria_640_de_2013_-_grupos.pdf
- Eppler, M. J. (2008). A process-based classification of knowledge maps and application examples. *Knowledge and Process Management*, 15(1), 59-71. doi:10.1002/kpm.299
- Esposito, V., de Nito, E., Iacono, M. P., Silvestri, L., & Nito, E. De. (2013). Dealing with knowledge in the Italian public universities: The role of performance management systems. *Journal of Intellectual Capital*, 14(3), 431-450. doi:10.1108/JIC-03-2013-0035
- Ferraz, I. (2011). Repertório compartilhado de recursos em comunidades virtuais de prática: um estudo dos mecanismos de interação, organização e controle em grupos de pesquisa científica. *Organizações & Sociedade*, 22(72), 99-122.
- Fullwood, R., Rowley, J., & Delbridge, R. (2013). Knowledge sharing amongst academics in UK universities. *Journal of Knowledge Management*, 17(1), 123-136. doi:10.1108/13673271311300831
- García-Álvarez, M. T. (2007). Análisis de la creación de conocimiento de las TIC en el contexto de la universidad. *Economía Industrial*, 379, 159-166.
- Grant, R. M. (2008). Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(Special Issue), 109-122. doi:10.1002/smj.4250171110
- Hansen, M. T., Nohria, N., & Tierney, T. (1999). What's your strategy for managing knowledge? *Harvard Business Review*, 72(2), 106-116.
- Hellström, T., & Husted, K. (2004). Mapping knowledge and intellectual capital in academic environments: A focus group study. *Journal of Intellectual Capital*, 5(1), 165-180. doi:10.1108/4691930410512987
- Hlupic, V., Pouloudi, A., & Rzevski, G. (2002). Towards an integrated approach to knowledge management: "hard", "soft" and "abstract" issues. *Knowledge and Process Management*, 9(2), 90-102. doi:10.1002/kpm.134
- Huijzen, W.-O., Van Vliet, H., & Plessius, H. (2004). Picture this: Mapping knowledge in higher education organizations. En F. Malpica (ed.), *Proceedings ELSTA '04, International Conference on Education and Information Systems, Technologies and Applications, July 21 - 25, 2004, Orlando, Florida, USA* (pp. 429-34). Orlando. Recuperado de [http://www.plessius.nl/pub/Mapping knowledge in higher education organizations.pdf](http://www.plessius.nl/pub/Mapping%20knowledge%20in%20higher%20education%20organizations.pdf)
- Kidwell, J. J., Vander-Linde, K. M., & Johnson, S. L. (2000). Applying knowledge management practices In higher education. *Educause Quarterly*, 4, 28-33.
- Kumar, A., & Gupta, P. C. (2012). E-KMS: A KM tool for educational ERP system. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65(ICIBSoS), 682-687. doi:10.1016/j.sbspro.2012.11.184
- Landeta-Rodríguez, J., Rodríguez-Castellanos, A., & Rangelov, S. Y. (2004). Knowledge management analysis of the research & development & transference process at HEROS: A public university case. *Journal of Universal Computer Science*, 10(6), 702-711.
- Lavoué, É., George, S., & Prévôt, P. (2011). A knowledge management tool for the interconnection of communities of practice. *International Journal of Knowledge Management*, 7(1), 55-76. doi:10.4018/jkm.2011010104
- Leitner, K. H. (2002). Intellectual capital reporting for universities: conceptual background and application for Austrian universities. *Research Evaluation*, 13(2), 129-140. doi:10.3152/147154404781776464
- Leitner, K. H., & Warden, C. (2004). Managing and reporting knowledge-based resources and processes in research organisations: Specifics, lessons learned and perspectives. *Management Accounting Research*, 15(1), 33-51. doi:10.1016/j.mar.2003.10.005
- Lin, F. R., & Hsueh, C. M. (2006). Knowledge map creation and maintenance for virtual communities of practice. *Information Processing and Management*, 42(2), 551-568. doi:10.1016/j.ipm.2005.03.026
- Massingham, P. (2014). An evaluation of knowledge management tools: Part 1 – managing knowledge resources. *Journal of Knowledge Management*, 18(6), 1075-1100. doi:10.1108/JKM-11-2013-0449
- Mintzberg, H., Ahlstrand, B., & Lampel, J. (1998). *Strategy safari: a guided tour through the wilds of strategic management*. New York, EE. UU.: Free Press.
- Moradi, R., & Mirian, M. S. (2014). Role-based knowledge mapping: an operational decision support media for research purposes. En *Proceedings of 6th Conference on Information and Knowledge Technology* (pp. 37-43). Tehran, Iran: IEEE.
- Oliveira, J., Souza, J. M., Miranda, R., Rodrigues, S., Kawamura, V., Martino, R., ... Maia, L. (2006). GCC: A knowledge management environment for research centers and universities. En *Frontiers of WWW Research and Development -- APWeb 2006: 8th Asia-Pacific Web Conference, Harbin, China, January 16-18, 2006, Proceedings*, 652-667. doi:10.1007/11610113

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2007). *Revised fields of science and technology (Fos) in the Frascati Manual*. París, Francia: OCDE.
- Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B., & Weber, C. V. (1993). Capability maturity model, version 1.1. *IEEE Software*, 10(4), 18-27. doi:10.1109/52.219617
- Pee, L. G., Teah, H. Y., y Kankanhalli, A. (2006). Development of a general knowledge management maturity model. En *Proceedings of the 10th Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS)* (pp. 401-416). Kuala Lumpur, Malaysia: Association for Information Systems.
- Porter, M. E. (1998). *On Competition*. Cambridge, EE. UU.: Harvard Business School Publishing.
- Ramachandran, S. D., Chong, S.-C., & Wong, K.-Y. (2013). Knowledge management practices and enablers in public universities: A gap analysis. *Campus-Wide Information Systems*, 30(2), 76-94. doi:10.1108/10650741311306273
- Ramírez-Alfaro, J. (1997). *Elementos metodológicos para la planificación estratégica en programas de educación superior*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Ramírez-Jurado, G. R. (2013). Construcción de mapas de conocimiento en las Universidades. *Revista Universidad Pontificia Bolivariana*, 53, 65-78. Recuperado de <https://revistas.upb.edu.co/index.php/upb/article/viewFile/2524/2187>
- Rodríguez-Castellanos, A., Araujo de la Mata, A., & Urrutia-Gutiérrez, J. (2001). La gestión del conocimiento científico-técnico en la universidad : un caso y un proyecto. *Cuadernos de Gestión*, 1(1), 13-30. Recuperado de https://addi.ehu.es/bitstream/10810/6883/1/CdG_111.pdf
- Rodríguez-Castellanos, A., Landeta-Rodríguez, J., & Ranguelov, S. Y. (2004). University R&D&T capital: What types of knowledge drive it? *Journal of Intellectual Capital*, 5(3), 478-499. doi:10.1108/14691930410550417
- Rodríguez-Castellanos, A., Ranguelov, S. Y., & Landeta-Rodríguez, J. (2005). Diagnóstico del proceso de I+D y su transferencia en Universidades: una aproximación basada en el conocimiento. *Revista Madri+d*, 29.
- Ruggles, R. L. (1997). *Knowledge management tools*. Boston, EE. UU.: Butterworth-Heinemann.
- Rumelt, R. (2011). *Good strategy/bad strategy: the difference and why it matters*. London, United Kingdom: Profile Books.
- Sánchez, M. P., & Elena, S. (2006). Intellectual capital in universities: Improving transparency and internal management. *Journal of Intellectual Capital*, 7(4), 529-548. doi:10.1108/14691930610709158
- Sánchez, M. P., Elena, S., & Castrillo, R. (2009). Intellectual capital dynamics in universities: a reporting model. *Journal of Intellectual Capital*, 10(2), 307-324. <http://doi.org/10.1108/14691930910952687>
- Sánchez-Ambríz, G., Pérez-Balbuena, J. de J., & Picco-Troncoso, L. L. (2014). Redes de Conocimiento basadas en la gestión del conocimiento : creación y organización para docencia e investigación universitaria. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 37(3), 215-225. Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/RIB/article/view/20521/17280>
- Seemann, P., & Cohen, D. (1997). The geography of knowledge: from knowledge maps to the knowledge atlas. *Knowledge and Process Management*, 4(4), 247-260.
- Silipigni-Connaway, L., & Powell, R. R. (2010). Survey research and sampling. En *Basic research methods for librarians* (pp. 107-144). Santa Barbara, EE. UU.: Libraries Unlimited.
- Spiegel, M. R., & Stephens, L. J. (2009). *Estadística*. México: McGraw-Hill.
- Tian, J., Nakamori, Y., & Wierzbicki, A. P. (2009). Knowledge management and knowledge creation in academia: A study based on surveys in a Japanese research university. *Journal of Knowledge Management*, 13(2), 76-92. doi:10.1108/13673270910942718
- Universidad de Antioquia - Comunicaciones - Vicerrectoría de Investigación. (2015). *El 20% de los grupos A1 en Colombia son de la UdeA*. Recuperado el 10 de octubre del 2015, de <https://goo.gl/KLlWJ1>
- Universitat Oberta de Catalunya. (s. f.). *Mapa del coneixement*. Recuperado de <http://transfer.rdi.uoc.edu/ca/mapa-coneixement>
- Vail, E. F. (1999). Mapping organizational knowledge. *Knowledge Management Review*, 2(8), 10-15.
- Zack, M. H. (1999). Developing a Knowledge Strategy. *California Management Review*, 41(3), 125-145. doi:10.2307/41166000
- Závodská, A., Sramová, V., Púcková, K., & Kocifajová, L. (2014). Knowledge management tools and their role in doctoral studies. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 185, 145-156. doi:10.1007/978-3-319-08618-7_15
- Zhao, W., Wu, R., & Liu, H. (2016). Paper recommendation based on the knowledge gap between a researcher's background knowledge and research target. *Information Processing & Management*, 52(5), 976-988. doi:10.1016/j.ipm.2016.04.004