

ARK: <https://n2t.net/ark:/87558/tekhne.26.3.4>

¿Cómo formular un área de investigación de la UCAB? : Calidad del Software

Dinarle Ortega¹, María Pérez¹, María López², Ana Fernandes¹, Rafael Lara¹
dortega@ucab.edu.ve¹, mperezpu@ucab.edu.ve¹, malopez@ucab.edu.ve², aferrnnde@ucab.edu.ve¹, rlara@ucab.edu.ve¹
Universidad Católica Andrés Bello^{1,2}, Caracas, Venezuela
Escuela de Ingeniería Informática¹, Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería²

Resumen

La idea es proponer una ruta a seguir para la creación de un área de investigación, usando como ejemplo la formulación del Área de Investigación: Calidad del Software de la Escuela de Ingeniería Informática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). El propósito es orientar a los investigadores o grupos de investigación que aspiren a realizar esta tarea. Para tal fin se comparten los siguientes aspectos: (i) el contexto de trabajo conformado por: el plan estratégico institucional y sus ejes de acción, (ii) la estructura organizacional de la investigación en la UCAB conformada por las diversas instancias de regulación y de apoyo a la investigación, (iii) la organización jerárquica de la misma: Líneas matrices, potenciales y áreas de investigación, (iv) un modelo de dominio con sus relaciones respectivas, el cual expresa la descripción del contexto de la investigación en la UCAB, resaltando los elementos ejecutores y de gestión más significativos y (v) algunas consideraciones sobre la gestión del conocimiento: su concepción y orientaciones para su implementación en la institución. Además, la consolidación de la calidad con sustentabilidad se enmarca en el aporte a profesores, estudiantes y egresados con formación integral en el área de la Ingeniería de Software, quienes deben atender los requerimientos relacionados con las características de calidad que debe promover el propio software, las que, a su vez, pueden ser tan importantes como las funcionalidades del mismo. Contar con una hoja de ruta para formular un área de investigación en la UCAB se considera un apoyo importante para los investigadores de esta institución. Por otra parte, el Modelo de Dominio es una herramienta visual que permite hacer una abstracción del proceso de investigación de la UCAB identificando la trazabilidad que existe entre el proceso de investigación y el plan estratégico de la UCAB. Finalmente, se sugieren algunas orientaciones para la gestión del conocimiento de investigación en la UCAB.

Palabras clave: Investigación, área de investigación, calidad de software, gestión de conocimiento

How to formulate an UCAB research area? : Software Quality

Abstract

The idea is to propose a route to follow for the creation of a research area, using as an example the formulation of the Research Area: Software Quality of the School of Computer Engineering of the Faculty of Engineering of the Andres Bello Catholic University (UCAB). The purpose is to guide researchers or research groups that aspire to carry out this task. To this end, the following aspects are shared: (i) the work context made up by: the institutional strategic plan and its lines of action, (ii) the organizational structure of research at UCAB made up by the various instances of regulation and support for research, (iii) its the hierarchical organization: Matrix lines, potentials and research areas, (iv) a domain model with their respective relationships, which expresses the description of the research context at UCAB, highlighting the most significant elements of execution and management and (v) some considerations on knowledge management: its conception and some orientations for its implementation in the institution. In addition, the consolidation of quality with sustainability is framed in the contribution to professors, students and graduates with comprehensive training in the area of Software Engineering, who must meet the requirement related to the quality characteristics that the software itself must promote, which, in turn, can be as important as the software's functionalities. Having a roadmap to formulate a research area at UCAB is considered an important support for the researchers of this institution. On the other hand, the Domain Model is a visual tool that allows an abstraction of the research process at UCAB, identifying the traceability that exists between the research process and the strategic plan of UCAB. Finally, some guidelines for research knowledge management at UCAB are suggested.

Keywords. Research, research area, software quality, knowledge management

Como formular uma área de investigação na UCAB? : Qualidade de Software

Resumo

A ideia é propor um caminho a seguir para a criação de uma área de investigação, utilizando como exemplo a formulação da Área de pesquisa: Qualidade do Software da Escola de Engenharia Informática da Faculdade de Engenharia da Universidade Católica Andrés Bello (UCAB). O objetivo é orientar os pesquisadores e grupos de investigação que pretendam levar a cabo esta tarefa. Para tal, são partilhados os seguintes aspectos: (i) o contexto de trabalho constituído por: o plano estratégico institucional e as suas linhas de ação, (ii) a estrutura organizativa da investigação na UCAB constituída pelos diferentes organismos que regulam e apoiam a investigação, (iii) a organização hierárquica da mesma: Linhas matriciais, potenciais e áreas de investigação, (iv) um modelo de domínio com suas respectivas relações, que expressa a descrição do contexto da investigação na UCAB, destacando os elementos executores e de gestão mais significativos e (v) algumas considerações sobre a gestão do conhecimento: sua concepção e orientações para sua implementação na instituição. Além disso, a consolidação da qualidade com sustentabilidade está enquadrada na contribuição para professores, alunos e graduados com formação integral na área de Engenharia de Software, que devem atender aos requisitos relacionados às características de qualidade que o próprio software deve promover que, por sua vez, podem ser tão importantes quanto suas funcionalidades. Ter um roteiro para formular uma área de investigação na UCAB é considerado um apoio importante para os pesquisadores da UCAB. Por outro lado, o Modelo de Domínio é uma ferramenta visual que permite uma abstração do processo de investigação da UCAB, identificando a rastreabilidade entre o processo de investigação e o plano.

Palavras-chave: Investigação, área de investigação, qualidade do software, gestão do conhecimento

INTRODUCCIÓN

La concepción de lo que es una Línea de Investigación y cómo se inserta estructuralmente en los centros de investigación (Universidades, Institutos, entre otros) cambia de un contexto a otro, lo cual puede entorpecer el proceso de su formulación para los investigadores noveles. En particular, en la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) existe un interés en impulsar la investigación en sus distintas instancias tales como sus Centros de Investigación, Escuelas y Facultades. En este sentido, el presente artículo tiene como propósito orientar a la comunidad Ucabista interesada en la tarea de formular un área de investigación.

Este trabajo procura ayudar a los investigadores o grupos de investigación que deseen proponer un área de investigación, conformando una ruta a seguir para ello. Adicionalmente, se presenta un modelo de dominio con sus respectivas relaciones, el cual expresa la descripción del contexto de la investigación en la UCAB, resaltando los elementos ejecutores y de gestión más significativos. Por último, es oportuno señalar que cualquier área de investigación que se proponga, debe estar alineada con los ejes estratégicos de la UCAB expresados en su Plan Estratégico.

A continuación, se describen las secciones de este artículo, adicionales a la Introducción y Conclusiones. En la sección del Contexto de investigación de la UCAB, se describen las estructuras organizacionales que permiten la operacionalización y gestión de la investigación en dicha institución. En la siguiente sección se presenta un Modelo de Dominio de la investigación en la UCAB, expresado en un Diagrama de clases escrito en el Lenguaje de Modelación Unificado (UML) de la OMG. Luego se describe el área de investigación tecnológica: Calidad del Software adscrita a la Escuela de Ingeniería Informática. Para finalizar, se presentan algunas orientaciones para la gestión del conocimiento de la investigación en la UCAB.

CONTEXTO DE INVESTIGACIÓN DE LA UCAB

El Plan Estratégico de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) 2023 [1] da continuidad al sistema de gestión estratégica del Plan UCAB 2020, "Excelencia y Compromiso", en cuyo desarrollo participó toda la comunidad universitaria de acuerdo con la perspectiva de las autoridades, las unidades académicas, comunidades, empresas y egresados. En este Plan Estratégico 2023 se proponen tres ejes estratégicos, a saber: **Conectar, Diversificar, y Consolidar calidad con sustentabilidad**, con la innovación como factor clave para enfrentar los retos futuros, de acuerdo con los aspectos misionales de la universidad, a saber: docencia, investigación y extensión. Dichos ejes tienen los siguientes propósitos:

- El primer eje estratégico denominado **CONECTAR** pretende fortalecer la interrelación y el trabajo conjunto con diversos sectores, a saber: otras instituciones de educación superior, empresas, comunidades y egresados, ampliando el alcance y la profundidad de los procesos de generación e intercambio de conocimiento.
- El segundo eje llamado **DIVERSIFICAR**, establece la importancia de la innovación y el fortalecimiento de los procesos y servicios de la UCAB para lograr una mayor flexibilidad, transversalidad y diversidad de la oferta formativa, lo que a su vez, contribuirá con la sustentabilidad de la labor universitaria.
- El tercer eje cuyo nombre es **CONSOLIDAR CALIDAD CON SUSTENTABILIDAD**, se relaciona con la calidad académica y la formación integral como aspectos centrales de la labor universitaria, en concordancia con un adecuado manejo de los recursos, fortaleciendo así, las competencias del talento humano, mejorando también, otras dimensiones de la labor universitaria: procesos, tecnología y cultura.

Ahora bien, con relación a la investigación, tema de interés en el presente trabajo, además de considerar el objetivo estratégico del eje **CONECTAR**: "Profundizar los procesos de investigación y transferencia", orientado a la mejora de la sociedad civil, se cuenta con un conjunto de indicadores muy alentadores, a saber: el lugar que ocupa en el Ranking QS Latinoamericano, el número de investigadores presentes en el *AD Scientific Index*, la cantidad de

artículos tipo A publicados, el número de ponencias en eventos nacionales e internacionales, los proyectos de vinculación con empresas, entre otros.

Lo antes expuesto revela que la investigación ucabista tiene una importancia estratégica para la generación y gestión del conocimiento en la institución, por lo que se hace necesario reconocer la estructura organizacional existente, entendida como “los roles formales que permiten integrar las funciones, responsabilidades, flujos de trabajo y líneas de autoridad” [2], en función de los objetivos establecidos por la universidad.

Aún más, la investigación, de acuerdo a su definición en la UCAB, es afectada por los tres ejes estratégicos del Plan 2023, mencionados previamente y las instancias organizacionales que establecen cómo sería la implementación de la gestión de la investigación, son las siguientes:

- Vicerrectorado Académico: que es la entidad responsable de supervisar y coordinar, de acuerdo con el Rector, las actividades docentes, de investigación y de extensión. Además, preside el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT), y vela por el cumplimiento de sus resoluciones.[3]
- Consejo de Facultad: presidido por el Decano, coordina las labores de enseñanza, de investigación, extensión y las otras actividades administrativas de la Facultad, de acuerdo con lo dispuesto por el Consejo Universitario. En lo referente a la investigación se tendrán en cuenta las pautas señaladas por el CDCHT.[4]
- Secretariado de Investigación y Transferencia, que es el ente encargado de gestionar los procesos académicos y administrativos de la investigación, entre ellos: (i) generar y transmitir nuevos conocimientos, (ii) evaluar la actividad de los investigadores, (iii) identificar los procesos de transferencia del conocimiento, con fines sociales y económicos y (iv) definir, junto al CDCHT las políticas de investigación prioritarias así como el plan estratégico de trabajo.[5]
- Centros e Institutos de Investigación: entidades destinadas fundamentalmente a la investigación, la extensión y a colaborar en el

perfeccionamiento de la enseñanza. Están adscritos a las Facultad por lo que sus labores de investigación serán coordinadas por el Consejo de la Facultad de acuerdo con el (CDCHT).

Específicamente, la UCAB cuenta con once (11) Centros e Institutos de Investigación que son responsables de las actividades de investigación, desarrollo e innovación de la entidad a la que están adscritos, bien sea una facultad o el vicerrectorado académico. Dichas actividades pueden ser proyectos propios del centro o instituto, de las escuelas, de los programas de posgrado, o de la institución, en procura del fortalecimiento de la universidad mediante el impacto, la pertinencia e innovación, al servicio de la sociedad.

Otras unidades organizacionales que también contribuyen con el seguimiento y control de la investigación, son:

- Dirección General de Calidad y Mejora Continua [6]: unidad adscrita al Rectorado que tiene como objetivo general implementar acciones que permitan una mejora continua de la calidad de los servicios universitarios, entre ellos, la investigación. Con tal fin considera mecanismos de retroalimentación, internos y externos, para el mejoramiento continuo de los procesos.
- Dirección General de Planificación y Gestión Estratégica [7]: unidad adscrita al Rectorado que, entre otras funciones, desarrolla los formatos de Planificación Anual Operativa (POA) para las áreas académicas y administrativas, entre ellas, la investigación, y asesora los procesos de planificación a este nivel.

Para su soporte cuenta con la Biblioteca UCAB [8], la cual ofrece un conjunto de recursos de investigación entre ellos, el catálogo SIBUCAB, las Bibliotecas de la asociación de las universidades confiadas a la Compañía de Jesús en América Latina (AUSJAL), el repositorio SABER UCAB, las Revistas en línea publicadas en la UCAB, las bases de datos EBSCO, recursos de acceso abierto especializado, *E-libronet*, *Sage Net* y la Biblioteca Digital Content.

En cuanto a SABER UCAB [9], se considera el repositorio institucional que centraliza la información relacionada con la Investigación,

Docencia, y Extensión para ser compartida entre todos los miembros de la comunidad y divulgada en el contexto global.

Cabe agregar que la investigación ucabista se encuentra organizada en una estructura jerárquica conformada por diecinueve (19) líneas matrices de investigación, que corresponden a los grandes temas que se estudian en la institución, por ejemplo: ingeniería, gestión, educación, historia, entre otros. Dichas Líneas Matrices reúnen a las denominadas Líneas Potenciales de Investigación, propias de cada especialidad, y éstas, a su vez, agrupan a las sub-áreas asociadas a la matriz; finalmente, se encuentran las áreas de Investigación en las que se desarrollan los proyectos.

Particularmente, en la Facultad de Ingeniería se encuentra el Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería (CIDI) que es “el ente principal responsable de las actividades de investigación, desarrollo e innovación de la Facultad de Ingeniería” [10] en el cual se gestionan tres líneas matrices de Investigación, a saber: (i) Estudios de Ingeniería, a la que pertenecen doce (12) líneas

potenciales, (ii) Estudios Ambientales, que cuenta con cuatro (4) líneas potenciales y (iii) Estudios de Gestión que incluye seis (6) líneas potenciales.

En ese sentido, y en el ámbito del presente trabajo, para el CIDI cobra especial relevancia el promover actividades y generar oportunidades de investigación, en este caso, para profesores y estudiantes de la escuela de Ingeniería Informática, gracias a la propuesta de una nueva área de investigación: Calidad de software.

SEMÁNTICA DE LA INVESTIGACIÓN EN LA UCAB

La definición de un área de investigación y su posterior gestión, pasa entonces necesariamente, por la propuesta de un modelo de dominio [11] del proceso de investigación en la UCAB para una mayor comprensión del mismo (ver figura 1).

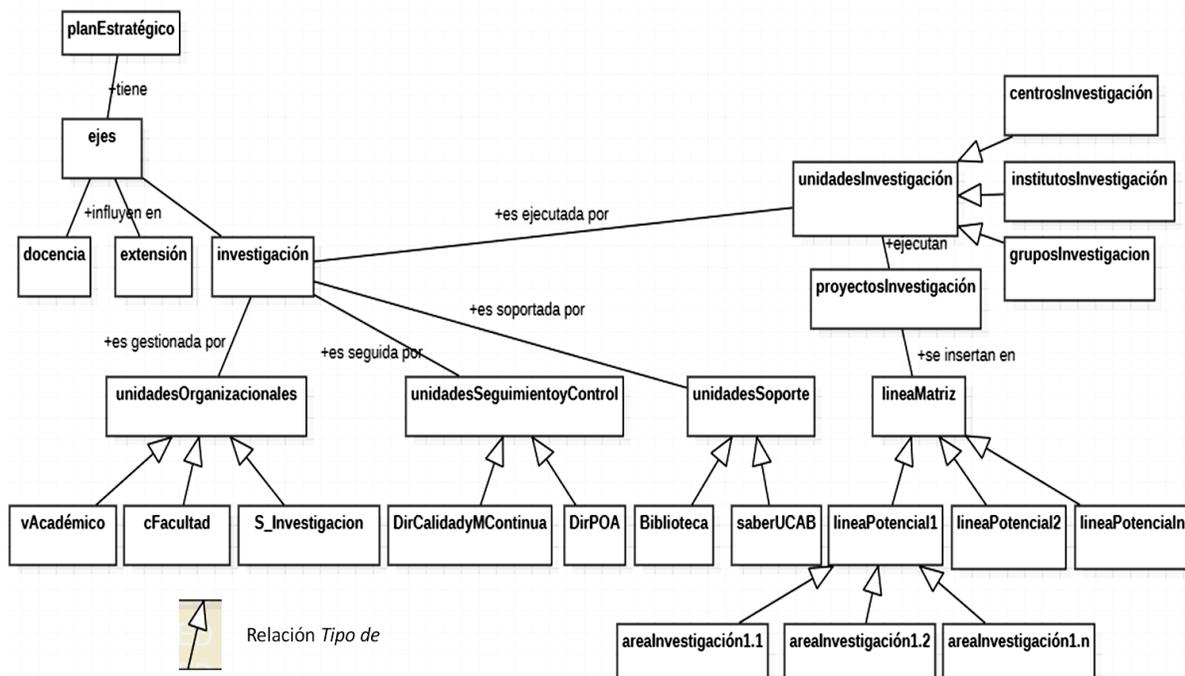


Figura 1. Modelo de Dominio del proceso de investigación de la UCAB.

ÁREA DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA: CALIDAD DEL SOFTWARE

Este modelo de dominio está expresado como un diagrama de clases en Lenguaje de Modelación

Unificado (del inglés UML) [12]. A partir de la figura 1, se pueden hacer las siguientes reflexiones.

- La investigación en la UCAB crece a través de las **áreas de Investigación** a ser propuestas por la comunidad interesada.
- La creación de una **línea matriz, línea potencial o área de investigación** debe contar con el aval de la Unidades Organizacionales (**Vicerrectorado académico, Consejo de Facultad, Secretariado de Investigación y Transferencia**) que gestionan la investigación, y de la comunidad ucabista, en general.
- Cualquier **área de investigación** que se proponga está influenciada por el **Plan Estratégico 2023**, a través de sus **ejes**.
- **Las direcciones de Seguimiento y Control** garantizan la alineación de las Unidades de Investigación con el Plan Estratégico. En particular, la Dirección de Calidad y Mejora Continua vela por el cumplimiento de los objetivos de la calidad y de los procesos, apoyándose en el Sistema de Gestión de la Calidad; y de la Dirección General de

Planificación y Gestión Estratégica, la cual, a través del Plan Operativo Anual soportado en el sistema SISPOA, hace explícita la planificación y el cumplimiento de los logros respectivos.

Nótese que toda la responsabilidad de la operacionalización de la investigación es llevada a cabo en **Centros de Investigación, Institutos de investigación y Grupos de Investigación**, todos ejecutando **proyectos de investigación** insertados en las líneas matrices y potenciales, aprobadas. A su vez, estos proyectos y todos sus productos (artículos, trabajos de grado, trabajos de ascenso, ponencias, entre otros) retroalimentan el **Plan Estratégico**, garantizando así, un dinamismo y una mejora continua en todo el proceso de investigación.

Por último, la **plataforma SABERUCAB** como repositorio institucional digital, centraliza la información sobre la Líneas Matrices, Líneas potenciales y Áreas de Investigación.

Con el propósito de orientar en la formulación de un área de Investigación, en esta sección, se propone las partes que puede contener un informe de solicitud de su incorporación, en una línea de investigación en la Facultad de Ingeniería UCAB. También se describe como caso, la formulación de la **Calidad del Software** como área de investigación de la Escuela de Ingeniería Informática, inserta en la Línea potencial de Investigación de **Ingeniería de Software**, la cual se encuentra en la Línea matriz de Investigación de **los Estudios de Ingeniería**.

Según [13], un área de investigación es la responsable de obtener nuevos datos y conocimientos de interés e importancia para los pares, miembros de la comunidad científica, de manera que constituya un aporte novedoso y significativo para la disciplina. El área debe estar enfocada en asuntos prioritarios para los investigadores, cuyo estudio contribuya a cubrir o reducir las brechas existentes.

Entonces, inicialmente, los profesores interesados en varios temas comunes, se agrupan y consideran la idea de consolidar una nueva área de investigación, acuerdan el nombre de ésta y deben seleccionar cuál es la Línea potencial de Investigación en función de la Línea matriz de Investigación a la que debería pertenecer.

Posteriormente, se elabora el informe con esta estructura sugerida: Introducción, Contexto del área de Investigación, Justificación, Grupo de investigación, Proyecto de investigación, Conclusiones, y Referencias bibliográficas.

Este informe se debe enviar al centro de investigación respectivo para su revisión final, y obtener así el aval requerido por la instancia de aprobación definitiva, en este caso, fue el Consejo de la Facultad.

En este caso particular, la Escuela de Ingeniería Informática de la UCAB, que se ha caracterizado, desde su creación, por la formación de profesionales integrales y altamente competitivos, en la búsqueda de su actualización permanente, consideró oportuno formalizar la creación de esta nueva área de investigación.

Una vez recibido el aval del Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería (CIDI), cumplidos los requisitos reglamentarios, el área de Calidad de Software, fue aprobada por el Consejo de la Facultad de la Ingeniería, en la sesión del 13 de febrero de 2023, tal y como consta en el acta de la reunión N°9, específicamente en la resolución número 4, denominada—Aprobación de la actualización de las líneas de investigación de la Facultad de Ingeniería, de tal manera que se integra a las líneas de investigación de esta Facultad.

Este caso de uso, se inició con un conjunto de profesores quienes acordaron la creación del área de investigación **Calidad del Software**; la motivación fundamental fue que, para esta escuela, la Ingeniería de Software, se considera uno de los pilares fundamentales en la investigación, docencia y extensión y que ha incidido históricamente, en la formación exitosa de sus estudiantes.

En este sentido, se contó con el Cuerpo de Conocimiento de la Ingeniería del Software (SWEBOK) [14], donde se identifican un conjunto de áreas de conocimiento tales como Requisitos, Diseño, Implementación, Pruebas, Gestión de Proyectos y Calidad del Software. Esta última, es el área de conocimiento que coincide con el área de investigación descrita, para este artículo.

De esta manera, se establece un compromiso importante entre todas estas áreas de conocimiento, para aportar en la producción de software de calidad. En otras palabras, el área de investigación de la Calidad del Software, se considera como la base que sustenta todos los conceptos que conforman la Ingeniería de Software, la cual está definida como una Línea potencial de Investigación de la UCAB.

En cuanto a la definición del término Calidad del Software puede referirse a: las características deseables de los productos de software, a los procesos, herramientas y técnicas utilizadas para lograr esas características [15]. Nótese, que se hace referencia tanto a la calidad que debe tener el software como producto, así como la calidad que debe tener el proceso que se sigue para su desarrollo.

En general, se distingue entre los modelos de calidad del producto tales como McCall, Boehm, ISO 9126, ISO 25000, entre otros y entre los

modelos de calidad del proceso tales como ITIL, ISO/IEC 15504, Bootstrap, IEEE / EIA 12207, Cobit 4.0, CMMI (Capability Maturity Model Integration), ISO/IEC 20000 y el ISO/IEC 29110.

Otra definición indica que "la calidad depende del grado en que los requisitos establecidos representen con exactitud las necesidades, deseos y expectativas de las partes interesadas", entregando el máximo valor entre ellos, tomando en cuenta las limitaciones del costo y el calendario de desarrollo [16]. Ambas definiciones abarcan la premisa de la conformidad a los requisitos: funcionales (lo que hace el sistema), no funcionales y de calidad. [11][17]

Otro aspecto motivacional considerado en la creación de esta área de investigación, es el relacionado con los fallos del software [18], los cuales son un reflejo directo de las insuficiencias que se encuentran al momento del desarrollo y mantenimiento del software. Algunos efectos son muy visibles, como por ejemplo pérdida de vidas y de recursos físicos y otros efectos son menos visibles, como cuando las aplicaciones de software recopilan y comparten datos, sin permiso del usuario.

Para garantizar la calidad de software es importante implementar algún modelo o estándar de calidad que integra las mejores prácticas, dirigidas a los procesos claves y permiten medir los avances en calidad, teniendo en cuenta la concordancia de los requisitos y su construcción. Este modelo debe ir enfocado a hacer seguimiento y evaluación a cada etapa de construcción del producto software bien sea de forma cualitativa o cuantitativa donde la organización podrá proponer e implementar estrategias que permitan la mejora del proceso dentro de las etapas de análisis, diseño, desarrollo y pruebas del software [19][17].

Para el año 2020, el CISQ (*Consortium for Information & Software Quality*, por sus siglas en inglés) determinó que el costo total de la mala calidad del software en los EE. UU. es de \$2,08 billones; también se observó que la cifra de EE.UU. de 2020 para la deuda técnica de software que reside en defectos graves que deben ser corregidos sería \$1.31 trillones, lo cual representa un costo futuro que está aumentando (14% de aumento desde 2018). Su recomendación general para el 2020 es hacer énfasis en la prevención [20].

En este contexto, la conformación del área de investigación tiene un impacto positivo en la docencia ya que promueve la formación de profesionales calificados capaces de trabajar con modelos y estándares que mejoren la calidad y efectividad del software desarrollado por grandes y pequeñas organizaciones.

Frente a estos desafíos, las organizaciones requieren profesionales en Ciencias de la Computación e Informática que sean capaces de aplicar sus conocimientos en actividades y prácticas, relacionadas con la gestión de la calidad de sus productos de software. Lo anterior compromete a la UCAB desde el eje estratégico **CONSOLIDAR CALIDAD CON SUSTENTABILIDAD** dada su relación con la calidad académica y la formación integral como objetivos estratégicos.

En este orden de ideas, es necesario promover los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estándares de Ingeniería de Software, y en particular los referidos a la calidad del software, donde las universidades deben favorecer la formación de sus docentes en las normas y beneficios que ellas proporcionan [21]; además, deben desafiarlos a mejorar su colaboración con la industria para que el software pueda ser desarrollado por sus estudiantes en un ambiente similar a la industria [22].

Por otra parte, los sistemas del futuro, desde ciudades y edificios inteligentes hasta sistemas de defensa, transporte, atención médica, entre otros, probablemente incorporarán elementos de Inteligencia Artificial (IA) [23]. Los avances en los algoritmos de *Machine Learning* y la creciente disponibilidad de poder computacional ya están generando grandes inversiones en sistemas que utilizan componentes de IA porque, entre otras cosas, tienen características de calidad, inherentemente diferentes a los sistemas de software que no los usan, tales como la integridad de los datos y la robustez del modelo [24].

Estas diferencias están impulsando a la academia, la industria y los gobiernos para explorar la creación de una nueva disciplina de ingeniería llamada *AI Engineering* [25][26][27] y así desarrollar y adoptar soluciones transformadoras de IA que cumplan con las características de calidad acordes con la aplicación que se desarrolla.

El *Software Engineering Institute* (SEI), por ejemplo, ha identificado además IA escalables (centrándose en cómo escalar algoritmos, datos e infraestructura), IA robustas y seguras (centrándose en comprender los desafíos relacionados con la protección de los sistemas de IA contra nuevas amenazas de adversarios), fomentando así, la calidad [25][28].

Adicionalmente, a la justificación planteada está el hecho de que los profesores que conforman el Grupo de investigación del área de Calidad del Software en la UCAB, tienen un proyecto de investigación inscrito en una institución gubernamental y otro proyecto en proceso de elaboración, para ser adscrito a los entes que gestionan la investigación. También tienen artículos de investigación en congresos nacionales y revistas, en el área de investigación presentada. Y planifican su participación en eventos futuros.

De lo anteriormente planteado, se justifica la importancia de seleccionar el área de Calidad de Software para impulsar la consolidación de las áreas de investigación de la Escuela de Ingeniería Informática de la UCAB.

Es pertinente resaltar que al presente, se han registrado varios productos de investigación en esta área: un proyecto en el Registro Nacional de Investigadores e Investigadoras (ReNII) del Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología. Además de los artículos científicos presentados en la CoNCISa 2022 [28][29] y un artículo publicado en la Revista Tekhné [30].

ORIENTACIONES PARA LA GESTIÓN DE CONOCIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Las instituciones de educación superior “amplían y generan habilidades y competencias en y para el conocimiento, la innovación, la creatividad” [31]. En concreto, la UCAB se compromete con el desarrollo de competencias, entendida como la integración de saberes teóricos, procedimentales y actitudinales en los diversos ámbitos de su acción y, en ese sentido, requiere que sus investigadores sean competentes, entre otros aspectos, para “asumir el liderazgo e impulsar la formación de grupos y redes de investigación” y “comprometerse con la generación de conocimiento, con la transmisión de valores y con la búsqueda de un orden social más justo y humano [32].

Ahora bien, el desarrollo de dichas competencias se debilita cuando los saberes se encuentran dispersos en las diferentes instancias por la cultura tradicional de departamentos aislados, por ende, la gestión de conocimientos (GC) se convierte en una tarea fundamental para que la institución pueda cumplir un papel relevante a nivel local, regional y global.

Particularmente en las universidades, la GC hace referencia a la forma en que el conocimiento es generado, transformado y comunicado o transferido, interna y externamente para favorecer el desarrollo de las personas y su impacto en la sociedad [33].

En consecuencia, la institución se enfrenta al reto de reconocer los conocimientos que ya posee, los que aplica, y los que genera, y cómo los comunica, los aprende y hace propios, para mejorar su calidad académica y su pertinencia. Ello puede involucrar una evolución en la cultura de la universidad, al hacerla más dinámica y compleja.

Dichos saberes pueden ser explícitos, generalmente vinculados con los ámbitos teóricos y procedimentales, o tácitos, referidos a habilidades mentales, actitudes y valores [31], por lo que no todos los tipos de conocimientos pueden ser capturados y codificados [34].

Específicamente, los conocimientos explícitos están presentes en la documentación oficial, por ejemplo: actas, productos (en repositorios), servicios (sistemas de calidad, planificación estratégica), metodologías (evaluaciones, planificaciones, procesos), mientras que los conocimientos tácitos se encuentran integrados en la mente de las personas, generalmente vinculados con la cultura organizacional, el liderazgo y el modo “de hacer” las cosas. En virtud de lo cual la GC debe ser integradora para favorecer la transición de los saberes tácitos a explícitos,

A continuación, en las tablas 1 y 2 se presentan algunas prácticas y herramientas de GC [31] adaptadas al proceso de gestión con fines de mejoras institucionales [31].

Tabla 1. Prácticas de gestión del conocimiento en educación superior

PRÁCTICAS DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	DEFINICIÓN (ADAPTADO A LA INVESTIGACIÓN)	CREACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN
Comunidades de práctica.	Grupos o equipos de personas para resolver problemas comunes, o trabajar en el mismo proyecto de investigación.	Grupo de personas integradas en un proyecto de investigación para generar el área de investigación: calidad de software.
Lecciones aprendidas.	Conocimiento adquirido y validado como resultado del desarrollo de un proyecto o actividad particular	Los aprendizajes logrados durante la creación de la nueva área de investigación.
Interacciones sociales	Colaboración, salas de charla, café y foros de discusión.	Reuniones diversas orientadas a la creación de la nueva área.
Formación corporativa	Estrategias para formar a los usuarios para que conozcan y se vinculen con la propuesta.	Comunicaciones a los entes responsables de su aprobación, publicación de un artículo en la revista TEKHNE de la facultad de Ingeniería.

Fuente: Adaptado de [31]

Tabla 2. Herramientas de gestión del conocimiento en educación superior

HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CREACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN
Repositorios de conocimiento.	Control documental, edición colaborativa, control de versiones, documentos compartidos, mecanismos de búsqueda avanzada.	Control documental, edición colaborativa, carpeta digital de documentos compartidos.
Sistemas de aprendizaje.	Seguimiento de evaluación y procesos, evaluaciones, colaborativas, actualización del aprendizaje, apoyo a contenidos Portal corporativo	Seguimiento y evaluación a los documentos y actualización de los aprendizajes de forma colaborativa, para el desarrollo del informe final enviado a las instancias de toma de decisiones. Innovación educativa para enriquecer los procesos académicos de investigación, docencia y extensión. En particular, al presente, los aprendizajes en el área de investigación creada se circunscriben a los estudios de pregrado, dado que la facultad de ingeniería no cuenta con un posgrado en ingeniería de software. A futuro, la consolidación del área puede generar proyectos de investigación y extensión, así como un nuevo programa de posgrado.
Herramientas colaborativas y aplicaciones web 2.0	Interacción, colaboración, participación: contenido compartido,	Comunicaciones, en línea, del equipo de trabajo. Desarrollo colaborativo de un artículo, en línea, para su publicación en revista indizada.
Ontologías.	Definir relaciones entre conceptos y dominios particulares	Se elabora un mapa de dominio del proceso de investigación en la UCAB.

Fuente: Adaptado de [31]

Se cierra este apartado destacando la importancia del diseño e implementación de los proyectos de investigación que se deriven de la nueva área de calidad de software, ya que de esa manera se articulan prácticas y herramientas de GC, tales como: (i) la creación de grupos de trabajo, (ii) la divulgación mediante publicaciones escritas (artículos y reseñas), participación en congresos y jornadas, (iii) la formación de talento a través de trabajos de grado, tesis de posgrado y trabajos de ascenso, (iv) la actualización académica con la incorporación de nuevos saberes en las carreras y programas de posgrado, (v) el favorecimiento de la

transferencia tecnológica y (vi) la creación de alianzas con entidades internas y externas, a nivel nacional e internacional.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en una reflexión del contexto de la investigación en la UCAB se propuso una hoja de ruta para la formulación de un área de investigación: Calidad del Software.

Se desarrolló un Modelo de Dominio que permite representar el vocabulario y los conceptos claves de la semántica de la Investigación en la UCAB, también identificando sus respectivas relaciones, permitiendo así formular una ubicación precisa del área de investigación a proponer. Además, se facilita una mejor comprensión de este proceso, siguiendo una de las mejores prácticas del desarrollo de software, el modelado visual, usando la notación estándar de UML. De esta manera, se observan los objetos y sus respectivas relaciones siguiendo una sintaxis y semántica que incluye las unidades organizacionales ejecutoras, así como las de seguimiento y control; tratándose en lo posible, de alinear este proceso con el plan estratégico de la UCAB.

Como ejemplo, se describe brevemente la formulación del área de investigación *Calidad del Software*, de la Escuela de Ingeniería Informática que a su vez está inserta en la línea de investigación *Estudios de Ingeniería* y se aprobó oficialmente por el Consejo de la Facultad de la Ingeniería, en la sesión del 13 de febrero de 2023, tal y como consta en el acta de la reunión N°9, específicamente en la resolución número 4, denominada Aprobación de la actualización de las líneas de investigación de la Facultad de Ingeniería.

Finalmente, se hace una reflexión sobre la Gestión del Conocimiento en las Universidades y con base en lo propuesto por los autores Aparicio Gómez, y Ostos Ortiz [31], se sugieren algunas prácticas y herramientas para la Gestión de Conocimiento en la UCAB.

En cuanto a las recomendaciones sugerimos lo siguiente:

1. Incentivar la aplicación de esta ruta para la formulación de nuevas áreas de investigación con el ánimo de refinarla.
2. A fin de que el Modelo de Dominio madure se recomienda someterlo a la reflexión de la comunidad de investigadores de la UCAB en general y de la Facultad de Ingeniería, en particular.

3. Avanzar en este proceso de consolidación del área de investigación propuesta con la formulación de más proyectos asociados a ella.
4. Realizar el seguimiento de los productos de investigación del área de investigación que se divulgan en revistas y eventos científicos.

REFERENCIAS

- [1] Universidad Católica Andrés Bello "Plan Estratégico (UCAB 2023) en el marco del Plan Apostólico de la Provincia de Venezuela 2021-2026". [En línea] Disponible en <https://www.jesuitasvenezuela.com/plan-estrategico-de-la-universidad-catolica-andres-bello-ucab-2023-en-el-marco-del-plan-apostolico-de-la-provincia-de-venezuela-2021-2026/>. (Último acceso 1 de Junio de 2023).
- [2] Murillo Vargas, G., García-Solarte, M. y González-Campo, C. H. (septiembre-diciembre, 2019). "Propuesta de estructura organizacional para organizaciones intensivas de conocimiento: una caracterización desde los centros de excelencia". *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (58), 19-40 [En línea] DOI: <https://doi.org/10.35575/rvucn.n58a7> (Último acceso 30 de mayo de 2023).
- [3] Ley de Universidades. [En línea] "Artículo 38". Disponible en <https://www.ucab.edu.ve/wp-content/uploads/2017/07/SEC-REG-1.01.pdf>. (Último acceso 29 de mayo de 2023).
- [4] Ley de Universidades. [En línea] "Artículo 68". Disponible en <https://www.ucab.edu.ve/wp-content/uploads/2017/07/SEC-REG-1.01.pdf>. (Último acceso 29 de mayo de 2023).
- [5] Universidad Católica Andrés Bello. "Reglamento del Secretariado de Investigación y Transferencia". [En línea] Disponible en <https://www.ucab.edu.ve/wp-content/uploads/2020/02/2.54-Reforma-Reglamento-Secretariado-de-Investigaci%C3%B3n-modificado-11-02-2020.pdf>. (Último acceso 3 de junio de 2023)
- [6] Universidad Católica Andrés Bello. "Reglamento de la Dirección General de Calidad y Mejora Continua". [En línea] Disponible en <https://www.ucab.edu.ve/wp->

content/uploads/2018/10/2.71-modificado-09-10-2018.pdf. (Último acceso 3 de junio de 2023)

- [7] Universidad Católica Andrés Bello. "Reglamento de la Dirección General de Planificación y Gestión Estratégica". [En línea] Disponible en <https://www.ucab.edu.ve/wp-content/uploads/2017/07/SEC-REG-2.11.pdf> (Último acceso 3 de junio de 2023)
- [8] Universidad Católica Andrés Bello. "Biblioteca.UCAB". [En línea] Disponible en <https://biblioteca.ucab.edu.ve>. (Último acceso 3 de junio de 2023)
- [9] Universidad Católica Andrés Bello. "Saber UCAB". [En línea] Disponible en <https://saber.ucab.edu.ve>. (Último acceso 30 de mayo de 2023)
- [10] Universidad Católica Andrés Bello. "Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería" [En línea] Disponible en: <https://ucab.edu.ve/investigacion/centros-e-institutos-de-investigacion/cidi/>. (Último acceso 3 de junio de 2023)
- [11] Sommerville Ian. (2005). Ingeniería de Software, séptima edición, Addison Wesley.
- [12] Booch Grady, Rumbaugh James, Jacobson Ivar. (2003). El Lenguaje Unificado de Modelado. Addison Wesley
- [13] Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (2022). Áreas y Líneas de Investigación. Panamá. [En línea] Disponible en: <http://www.idi-unicyt.org/wp-content/uploads/2023/02/Areas-y-Lineas-de-Investigacion-2020-2025.pdf> (Último acceso 5 de Junio de 2023).
- [14] IEEE Computer Society (2014). SEWBOK. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- [15] Barrios J. y Montilva J. (2021). Ingeniería del Software. Un enfoque basado en procesos. Universidad de los Andes, Venezuela.
- [16] IEEE P730TM/D8 Draft Standard for Software Quality Assurance Processes, IEEE, 2012.
- [17] Perdomo, L., Pérez, M. (2022). Instanciación del ISO/IEC 25010 para Evaluar la Calidad en Herramientas de Análisis de Datos para Empresas de Logística que Generan Datos de Geolocalización. Universidad Católica Andrés Bello.
- [18] Barrios J. y Montilva J.(2021). Ingeniería del Software. Un enfoque basado en procesos. Universidad de los Andes, Venezuela.
- [19] Callejas, M., Alarcón A., Álvarez A. (2016). Modelos de calidad del software, un estado del arte. vol. 13, núm. 1, pp. 236-250, 2017. Universidad Libre de Cali.
- [20] Krasner, H. (2021). The cost of Software Quality in the US: a 2020 report. Consortium for Information & Software Quality
- [21] Laporte, C y Munoz, M. (2021) Not teaching software engineering standards to future software engineers – Malpractice ? in Computer, vol. 54, no. 5, pp. 81-88.
- [22] Laporte, C.Y., April, A., Benchérif, K., Teaching Software Quality Assurance in an Undergraduate Software Engineering Program, Software Quality Professional Journal, ASQ, Vol. 9, Issue 3, 2007, p 4-10
- [23] Carleton, A., Klein, M., Robert, J. y Harper, E. (2021) Architecting the Future of Software Engineering. Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute
- [24] Carleton, A. Klein, M. Robert, J. Harper, E. Cunningham, R. De Niz, D. Desautels, E. Foreman, J. Goodenough, J. Herbsleb, J. Holland, C. Ozkaya, I. Schmidt, D. y Shull, F. (2021). Architecting the Future of Software Engineering: A National Agenda for Software Engineering Research & Development.
- [25] Horneman A., Mellinger, A. y Ozkaya, I. (2019). AI Engineering: Foundational Practices. Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute. 2019. [En línea] Disponible en: https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/WhitePaper/2019_019_001_634648.pdf (4 de Junio de 2023).
- [26] Bosch, J., Crnkovic, I. y Olsson, H.H. (2020). Engineering AI systems: A research agenda. Cornell University ArXiv.org. June 3, 2020. [En línea] Disponible en: <https://arxiv.org/abs/2001.07522> (Último acceso 28 de mayo de 2023).
- [27] Santhanam, P., Farchi, E. y Pankratius, V. (2019). Engineering Reliable Deep Learning Systems. Presented at The AAAI Fall Symposium Series on AI in Government & Public Sector. Washington D.C. November 7-9, 2019. [En línea] Disponible en:

<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1910/1910.12582.pdf> (Último acceso 30 de mayo de 2023).

Ciudad Educativa. [En línea] Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/ucab/36741?page=47> (Último acceso 5 de junio de 2023).

- [28] Da Ponte, F., Pérez, C., Pérez, M. (2022). Modelo Conceptual para Definir una Estrategia de SQA de Sistemas Generativos Impulsados por IA. Novena Conferencia Nacional de Computación, Informática y Sistemas / CoNCISa 2022 / ISBN: 978-980-7683-07-4 Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. [En línea] Disponible en: <https://concisa.net.ve/memorias/CoNCISa2022/CoNCISa2022-p015-019.pdf>
- [29] Perdomo L., Pérez M. (2022). Instanciación del ISO/IEC 25010 para Evaluar la Calidad en Herramientas de Análisis de Datos para Empresas de Logística que Generan Datos de Geolocalización. Novena Conferencia Nacional de Computación, Informática y Sistemas / CoNCISa 2022 / ISBN: 978-980-7683-07-4 Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. pp 24-27
- [30] Rodríguez S.; Pérez M. (2023). "Formulación de un Perfil UML para la Documentación de Sistemas Informáticos Bajo el Paradigma de Programación Orientada a Protocolos". (2024). Tekhné, número 26.2, ISSN electrónico: 2790-5195.
- [31] Aparicio Gómez, O. Y. (II.) ; Ostos Ortiz, O. L. (II.). "Innovación educativa y gestión del conocimiento". 1. ed. Tunja: Ediciones USTA, 2020. 202 p. [En línea] Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/ucab/217829?page=20>. Consultado en: 02 Jun 2023
- [32] Universidad Católica Andrés Bello. "Proyecto formativo Institucional", 2013, P. 62 [En línea] Disponible en: <https://comunicacion.ucab.edu.ve/wp-content/uploads/sites/5/2023/04/Proyecto-Formativo-Institucional.pdf> (Último acceso 4 de Junio de 2023).
- [33] Herrera, A, Zulay C., (2019) "La Gestión del Conocimiento en las Universidades experimentales de Venezuela" Revista Scientific, vol. 4, núm. 11, pp. 385-395, 201. [En línea] Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5636/563660237025/html/> (Último acceso 5 de junio de 2023).
- [34] Fresno Chávez, C. (2018). ¿Qué es la gestión del conocimiento?. Córdoba, Argentina: