



NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA:
CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

13 - 16
DE SEPTIEMBRE

2022

CARTAGENA DE INDIAS,
COLOMBIA



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

La gestión de los recursos y servicios informáticos, un factor relevante en los ecosistemas tecnológicos de apoyo a la investigación

Luis E. Sepúlveda Rodríguez, Julio C. Chavarro Porras

**Universidad Tecnológica de Pereira
Pereira, Colombia**

John A. Sanabria Ordóñez

**Universidad del Valle
Cali, Colombia**

Resumen

Existen diversos actores en la producción de conocimiento a partir de la investigación científica. Todos estos actores tienen en común que soportan las actividades para el desarrollo de ciencia y tecnología a través de recursos y servicios informáticos (RSI). Estos RSI corresponden a un conjunto heterogéneo que comprende múltiples elementos entre los que destacan los siguientes: datos (por ejemplo, el resultado de experimentos), sistemas especializados (software fuertemente acoplado a procesos técnicos), equipos de laboratorio, bases de datos, librerías, sistemas de computación distribuidos y sistemas de computación en la nube, entre otros. Este conjunto de recursos y servicios informáticos hacen parte de los elementos que sumados a los usuarios y sus relaciones constituyen en el contexto del presente trabajo, los denominados *Ecosistemas Tecnológicos de Apoyo a la Investigación* (ETAI).

Algunos ETAI aún permite entregar adecuadamente los RSI a su comunidad de usuarios; esta situación es debido entre otras causas a la carencia de modelos de gobernanza, gestión e interoperabilidad que permitan a los investigadores lograr una adecuada visibilidad y acceso para el uso compartido de los RSI existentes en las diversas instituciones. Con respecto a las consideraciones previas sobre esta problemática, a nivel mundial se tiene que la falta de visibilidad, acceso y uso compartido sobre los RSI en los ETAI presentan un claro obstáculo para el desarrollo de proyectos. Esta situación representa limitaciones en el alcance y tipo de proyectos que pueden ser formulados por estos grupos, lo que en consecuencia podría ralentizar el desarrollo de la ciencia y la tecnología en cada país, trayendo consigo efectos negativos en diversos sectores.

Considerando todo lo anterior, el trabajo realizado en esta investigación, presenta resultados preliminares en la especificación de un modelo de referencia centrado en la gestión de Recursos y Servicios Informáticos para Ecosistemas Tecnológicos de Apoyo a la Investigación (GRSI-ETAI). Este modelo establece bases teóricas con un enfoque de portal científico (*Science Gateway*) para permitir la visibilidad, acceso y uso compartidos del conjunto de RSI existentes en los ETAI, especialmente aquellos ubicados en instituciones de países en vía de desarrollo.

Palabras clave: gestión de recursos y servicios; modelo de gestión de TI; ecosistema tecnológico de apoyo a la investigación

Abstract

There are several actors in the production of knowledge from scientific research. All these actors have in common that they support the activities to development science and technology through information technology resources and services (ITRS). These ITRS correspond to a heterogeneous set that comprises multiple elements among which the following stand out: data (e.g., the results of experiments), specialized systems (software strongly coupled to technical processes), laboratory equipment, databases, libraries, distributed computing systems and cloud computing systems, among others. This set of computing resources and services are part of the elements that together with the users and their relationships constitute, in the context of this work, the so-called Technological Ecosystem for Research Support (TERS).

This situation is due, among other causes, to the lack of governance, management and interoperability models that allow researchers to achieve adequate visibility and access for the shared use of existing ITRS in the various institutions. With respect to the previous considerations on this problem, at the global level, the lack of visibility, access and shared use of the ITRS in the TERS is a clear obstacle for the development of projects. This situation represents limitations in the scope and type of projects that can be formulated by these groups, which consequently could slow down the development of science and technology in each country, bringing with it negative effects in various sectors.

Considering all of the above, the work carried out in this research presents preliminary results in the specification of a reference model focused on the management of Information Technology Resources and Services for Technological Ecosystems for Research Support (MITRS-TERS). This model establishes theoretical bases with a Science Gateway approach to enable the visibility, access and shared use of the set of RSI existing in the TERS, especially those located in institutions in developing countries.

Keywords: management of IT resources and services; IT management model; technology ecosystems for research support



1 Introducción

Para la gran mayoría de países es un reto constante fortalecer las capacidades de investigación y producción de conocimiento, al igual que sus sistemas e infraestructura tecnológica, lo anterior para fomentar la participación de diversos actores en la sociedad del conocimiento, este reto está latente en los países en desarrollo y su incumplimiento incrementa las posibilidades de una mayor marginación en comparación con los países desarrollados (Bautista, 2019).

Asimismo, existen diversos actores en la producción de conocimiento a partir de la investigación científica; estos actores están representados entre otros por laboratorios, centros de investigación, instituciones públicas y privadas del sector educativo o industrial con énfasis en el desarrollo e innovación tecnológica. Todos estos actores tienen en común que soportan las actividades para el desarrollo de ciencia y tecnología a través de recursos y servicios informáticos (RSI). Estos RSI corresponden a un conjunto heterogéneo que comprende múltiples elementos entre los que destacan los siguientes: datos (por ejemplo, el resultado de experimentos), sistemas especializados (software fuertemente acoplado a procesos técnicos), equipos de laboratorio, bases de datos, librerías, sistemas de computación distribuidos y sistemas de computación en la nube, entre otros. Este conjunto de recursos y servicios informáticos hacen parte de los elementos que sumados a los usuarios y sus relaciones constituyen en el contexto del presente trabajo, los denominados *Ecosistemas Tecnológicos de Apoyo a la Investigación* (ETAI). Este concepto es extrapolado desde el ecosistema biológico y es similar al concepto de *ecosistema tecnológico para la educación* indicado por García-Holgado (2018).

Algunos ETAI están siendo integrados a través de redes nacionales de investigación y educación (NREN por sus siglas en inglés *National Research and Education Networks*). Aunque el trabajo realizado por estas NRENs es muy positivo, estas iniciativas aún son insuficientes para brindar los RSI necesarios en ETAI de especialmente aquellos ubicados en los países en desarrollo. Esta situación es debido entre otras causas a la carencia de modelos de gobernanza, gestión e interoperabilidad que permitan a los investigadores lograr una adecuada visibilidad y acceso para el uso compartido de los RSI existentes en las diversas instituciones. Hecho similar es descrito por García-Peñalvo (2018) con respecto a la interoperabilidad de los elementos existentes en los ecosistemas tecnológicos universitarios.

Con respecto a las consideraciones previas sobre esta problemática, a nivel mundial se tiene que la falta de visibilidad, acceso y uso compartido sobre los RSI en los ETAI presentan un claro obstáculo para el desarrollo de proyectos, afectando directamente a grupos de investigación en las universidades y a otros grupos con homologas funciones presentes en los diversos actores que generan ciencia y tecnología (Weigel et al., 2020). Esta situación también indicada por Herrera and Brito (2009) representa limitaciones en el alcance y tipo de proyectos que pueden ser formulados por estos grupos, lo que en consecuencia podría ralentizar el desarrollo de la ciencia y la tecnología en cada país, trayendo consigo efectos negativos en diversos sectores.

En Latinoamérica y el Caribe (ALyC) esta problemática representa un obstáculo para la integración regional y limita los procesos de cooperación y crecimiento conjunto (CINTEL, 2010; Díaz et al., 2016; Moreno-Escobar et al., 2007). Además, la sociedad de la información en ALyC



presenta una compleja problemática social debido a la racionalidad económica y tecnológica. Esta situación según lo indica (Bautista, 2019) representa un gran desafío para la educación superior y la investigación en un contexto geopolítico donde converge el ámbito local, nacional e internacional. Particularmente en Colombia el desafío está latente, tal como se evidencia desde el trabajo de Castro et al. (2009), donde múltiples aspectos, entre ellos el aislamiento en la toma de decisiones y la inequidad presupuestal conducen a las IES ya sean públicas o privadas hacia la adquisición de recursos y servicios informáticos con poca o nula visibilidad, acceso y uso compartido. En este mismo sentido y según lo señala Rico-Bautista et al. (2020) se puede evidenciar que las IES de ALyC necesitan alineación e integración de la tecnología con los procesos de la organización.

En complemento al problema descrito y según el estudio de Barbosa and Alves (2011) citado por García-Holgado (2018), los ecosistemas tecnológicos en general presentan limitaciones como las siguientes: a) Establecimiento de las relaciones entre los actores del ecosistema. b) Carencia de la representación adecuada de las personas y sus conocimientos en el modelado de ecosistemas. c) Estabilidad de la interfaz del ecosistema, gestión de la evolución, seguridad y confiabilidad, entre otros. d) Heterogeneidad de licencias de software y evolución de los ecosistemas. e) Barreras técnicas y socio-organizativas para la coordinación y comunicación de requisitos en proyectos distribuidos geográficamente. f) Infraestructura y herramientas para fomentar la interacción social, la toma de decisiones y el desarrollo entre las organizaciones involucradas.

Además de las limitaciones indicadas anteriormente, se debe considerar que, para los ETAI se presentan aspectos particulares como: i) Dificultad para que los investigadores puedan acceder a los recursos y servicios informáticos existentes ya sea al interior o exterior de las instituciones. ii) Repetición en la adquisición de recursos y servicios informáticos, en lugar de usar los existentes de forma multiplexada. iv) Repetición de esfuerzos que corresponde a la puesta a punto de los ambientes especializados de computación, situación que puede desviar a los investigadores de sus objetivos misionales y a los proyectos en aspectos como tiempo y presupuesto. v) Costos adicionales por la adquisición de infraestructura computacional subutilizada, lo cual aumenta el costo total de propiedad representado en pólizas, contratos de soporte, mantenimiento, consumo eléctrico, pagos a personal técnico, etc. Esto puede desbordar el presupuesto disponible en instituciones con recursos limitados sin brindar un adecuado retorno de la inversión. vi) La visibilidad de resultados prevista en los procesos de investigación puede verse afectada por la gestión inadecuada de los recursos y servicios informáticos.

En este contexto, los RSI como elementos de los ETAI presentan dificultades para su visibilidad, acceso y uso compartido, limitando el trabajo cooperativo entre los actores que buscan la generación de ciencia y tecnología.

Considerando todo lo anterior, el trabajo realizado en esta investigación, presenta como resultado un modelo de referencia centrado en la gestión de Recursos y Servicios Informáticos para Ecosistemas Tecnológicos de Apoyo a la Investigación (GRSI-ETAI). Este modelo establece bases teóricas con un enfoque de portal científico (*Science Gateway*) para permitir la visibilidad, acceso y uso compartidos del conjunto de RSI existentes en los ETAI, especialmente aquellos ubicados en instituciones de países en vía de desarrollo. Particularmente para esta investigación el grupo



objetivo estuvo representado por los ETAI de la Universidad Tecnológica de Pereira y la Universidad del Quindío.

Para la realización del modelo GRSI-ETAI se siguió metodológicamente una adaptación de los trabajos de Hernández-Sampieri and Torres (2014) mediante las siguientes seis etapas: estudio preliminar, análisis, diseño, validación, implementación y análisis de resultados. Particularmente, el modelo GRSI-ETAI considera una línea de base establecida por diversos marcos de referencia para gobierno y gestión de TI con amplia aceptación en la industria informática como ISO/IEC 20.000, ITIL 4 y COBIT 2019, entre otros. A partir de estos marcos de referencia, el modelo GRSI-ETAI se presenta como una extensión de COBIT 2019, siendo este último el marco de referencia líder para el gobierno y gestión de la información. De este modo, el modelo GRSI-ETAI se expresa en tres componentes como son: Principios del modelo, el Gobierno de TI y las Prácticas/Objetivos de gestión para los RSI.

El resto del documento está estructurado así: la sección 2 contiene presenta una revisión sucinta de trabajos relacionados con la presente investigación. La sección 3 muestra la descripción metodológica seguida en este trabajo. La sección 4 describe el producto de trabajo obtenido como resultado de la investigación. Finalmente, la sección 5 presenta los aspectos concluyentes del trabajo realizado.

2 Trabajos relacionados

Como parte del conjunto de estudios relacionados con el presente trabajo, se encuentran algunos que tiene como enfoque la *extensión de los marcos de trabajo Science Gateway (SG)* buscando aprovechar los beneficios de la integración de tecnologías. En este sentido, se destaca el estudio de Gugnani et al. (2016) denominado "*Extending Science Gateway Frameworks to Support Big Data Applications in the Cloud*" y publicado en "*Journal of Grid Computing*", en el cual se muestra que los sistemas de flujo de trabajo y los SG pueden ser extendidos con las capacidades de procesamiento en *Big Data*. Metodológicamente en este trabajo se realiza una prueba de concepto utilizando el marco de trabajo SG llamado *WS_PGRADE/gUSE* y su integración con solución de procesamiento de datos en paralelo *Hadoop*. Como resultado se demuestra que los métodos descritos para la integración del procesamiento de Big Data con los flujos de trabajo funcionan bien en diferentes ámbitos e infraestructuras de nube.

Otro estudio relacionado es "*Enabling Workflow-Oriented Science Gateways to Access Multi-Cloud Systems*" y publicado en "*Journal of Grid Computing*" por Hajnal et al. (2016). Este estudio describe los principios y formas convencionales de integrar los SG con los sistemas de multi-Cloud. Particularmente el estudio muestra un ejemplo de la integración de *WS-PGRADE/gUSE* y la plataforma *CloudBroker* que pone a disponibilidad de los usuarios diversos servicios de nube como (Amazon, IBM, OpenStack y OpenNebula), siendo esta tendencia muy favorable para los usuarios de los sistemas SG.

Finalmente, también se destaca el estudio de Grimshaw et al. (2016) llamado "*Campus Compute Co-operative (CCC): A Service Oriented Cloud Federation*" y presentado en "*2016 IEEE*



12th International Conference on e-Science (e-Science)”. En este estudio se *presentan* los CCC como una alternativa de bajo costo frente a los servicios comerciales de computación en la nube. En los CCC se permite que las instituciones miembros intercambian sus recursos entre sí para satisfacer tanto la demanda local y también ofrecer recursos a los demás miembros, de igual forma pueden consumir recursos ofrecidos por otras instituciones. En este trabajo se describen estrategias de solución a problemas técnicos y sociopolíticos que plantea la federación de recursos universitarios. Sin embargo, en el trabajo también se destaca que el CCC acaba de empezar y que tiene mucho por hacerse en aspectos como el traslado de las aplicaciones al CCC y aumentar la base de usuario.

3 Metodología

Esta sección describe las etapas realizadas en el desarrollo metodológico de la investigación, la cual se basó en los trabajos de (Hernández-Sampieri & Torres, 2014) (Arias, 2012). La Ilustración 1 muestra las etapas y posibles rutas de interacción entre cada una de ellas, además a continuación se presenta una breve descripción de lo tratado en cada etapa.

- **Estudio preliminar:** esta primera etapa consistió en la identificación y procesamiento de trabajos académicos que constituyeron el estado del arte; para este propósito se siguieron los lineamientos indicados en diversos trabajos como los de (Kitchenham et al., 2010), (Kitchenham et al., 2009) y (Budgen et al., 2008).
- **Análisis** es la etapa en la que se concretó el conjunto de conceptos tratados en el estado del arte para conformar la base documental que soportó el desarrollo de la investigación. Lo anterior con el fin de realizar toma de decisiones y selección de herramientas tecnológicas necesarias. También se consideró la identificación de problemas necesidades y oportunidades del grupo objetivo de la investigación representado en el ecosistema de apoyo a la investigación de la Universidad Tecnológica de Pereira y la Universidad del Quindío.
- **Diseño** es la etapa en la cual se expresó la solución al problema identificado en la tesis doctoral, mediante la especificación del modelo y la descripción arquitectural del conjunto de artefactos relacionados con la solución.
- **Implementación:** realizó la puesta en marcha del conjunto de elementos de la solución que tuvieron viabilidad para su despliegue a través de un despliegue prototipado.
- **Validación del diseño y la implementación** fue a la etapa en la cual se lleva a cabo la verificación continua de los artefactos diseñados e implementados como parte del conjunto de elementos de la solución. Esta validación buscó identificar posibles falencias en el diseño arquitectónico y la implementación del prototipo funcional como parte del proceso de calidad inmerso en la investigación.
- **Análisis de resultados** es la etapa final de la metodología en la cual se identificó los efectos obtenidos en cada una de las demás etapas en contraste con los objetivos planteados en la investigación.



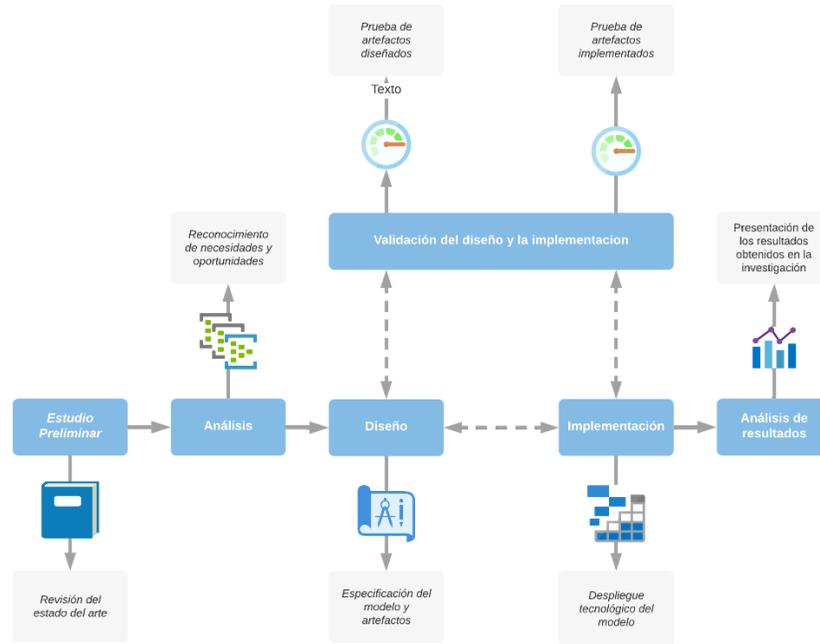


Ilustración 1: Etapas de la investigación

4 Resultados

A continuación, se describen los productos de trabajo que han surgido como resultados preliminares de la presente investigación.

Como parte de la primera etapa de la investigación se publicó un estudio de mapeo sistemático (SMS, por sus siglas en inglés Systematic Mapping Study) denominado *“Study-based Systematic Mapping Analysis of Cloud Technologies for Leveraging IT Resource and Service Management: The Case Study of the Science Gateway Approach”* (Sepúlveda-Rodríguez et al., 2021). Con este SMS se identificaron 168 estudios, los cuáles fueron consultados y analizados buscando herramientas tecnológicas y elementos conceptuales como marcos de trabajo incluyendo procesos y procedimientos necesarios para lograr visibilidad, acceso y uso compartido del conjunto de recursos y servicios informáticos presentes en los ecosistemas tecnológicos de apoyo a la investigación. Por otro lado, también se obtuvo un resultado complementario que corresponde al software SMS-BUILDER (Candela-Uribe et al., 2022), el cual permitió la automatización de tareas en el elaboración del SMS.

En las etapas siguientes a la investigación fue posible identificar modelos de referencia y de buenas prácticas para la gestión de TI relevantes para la investigación resultado en la elección de ISO/IEC 20.000, ITIL 4 y COBIT 2019 como referentes finales, además, se indagó en el grupo objetivo de la investigación (ETAI de la Universidad Tecnológica de Pereira y de la Universidad del Quindío) a través de encuesta sobre aspectos relacionados con la gestión de los RSI en los ETAI y enmarcado en la guía de diseño de COBIT 2019, permitiendo los resultados indicados en la Ilustración 2.

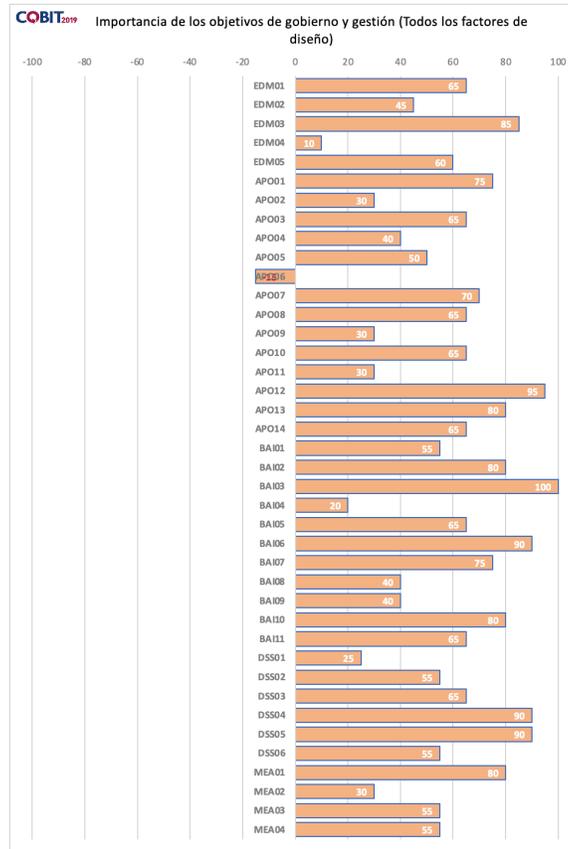


Ilustración 2: Resultados de la aplicación de la Guía de diseño de COBIT 2019 en las Instituciones Universidad del Quindío y Universidad Tecnológica de Pereira.

A partir de este resultado fue posible evidenciar que luego de aplicar los diez factores de diseño contenidos en la guía de COBIT 2019, de los 40 objetivos de gobierno y gestión (OGG) existentes en la versión actual de COBIT, se sugiere establecer como hoja de ruta la adopción e implementación de los OGG con valor porcentual igual o mayor al 80 que corresponden a los siguientes seis OGG: EDM03, APO12, BAI03, BAI06, DSS04 y DSS05. Ver Ilustración 3.

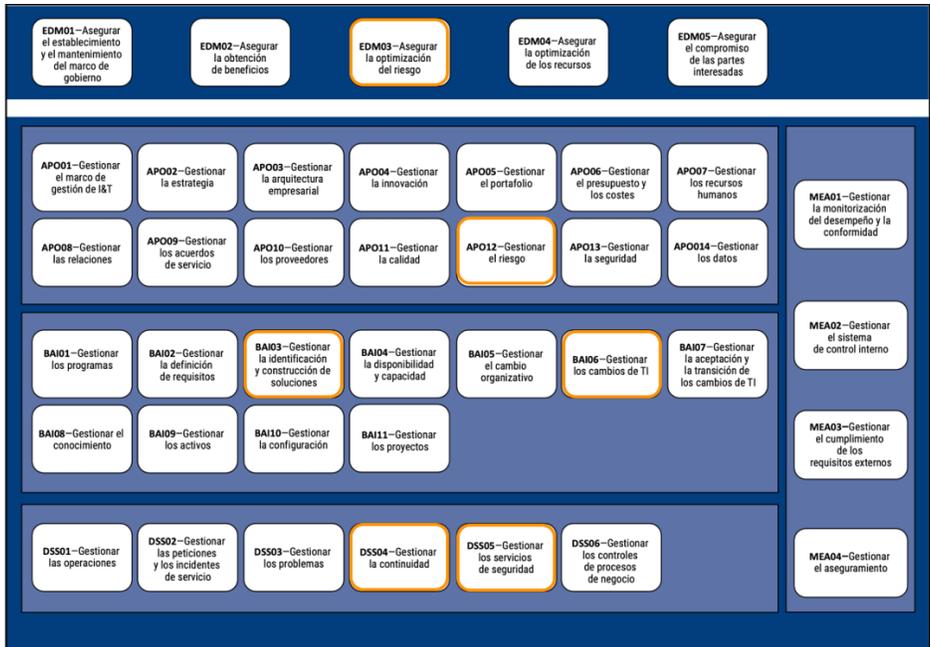


Ilustración 3: Modelo Core de COBIT 2019 y la recomendación brindada por la guía de diseño para el grupo objetivo de la investigación.

Teniendo como bases esta hoja de ruta obtenida en la etapa anterior, esta investigación propone el modelo GRSI-ETAI, que se expresa como una extensión y adaptación de diversos marcos de referencia de TI entre ellos ISO/IEC 20.000, ITIL 4 y enfatizando en COBIT 2019. Esta adaptación se realizó tomando como foco el contexto de los ETAI y sus necesidades para gestionar RSI. De este modo, el modelo GRSI-ETAI se expresa como un conjunto diverso de componentes que incluye la definición de principios guía, consideraciones para el gobierno y finalmente, la especificación de objetivos/prácticas de gobierno y gestión. Ver Ilustración 4.

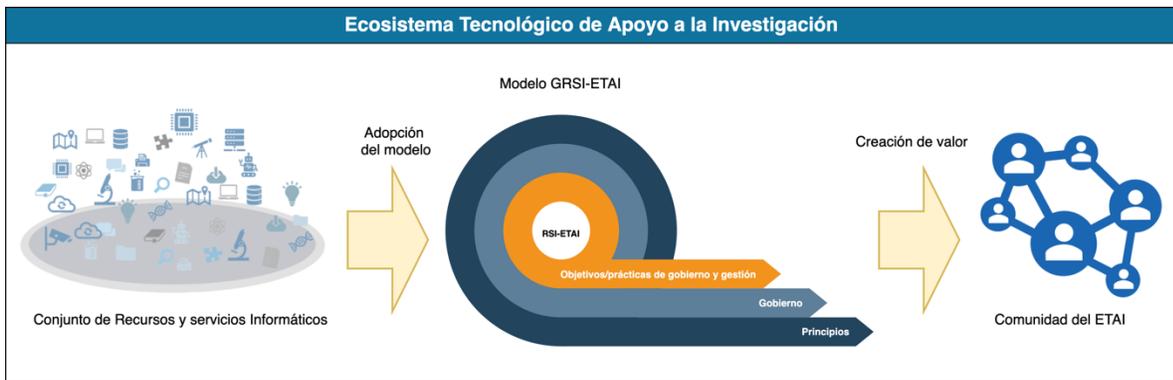


Ilustración 4: Visión general del Modelo GRSI-ETAI

Actualmente, se está investigación en encuentra en etapa de definición de los elementos descriptivos de los componentes del modelo GRSI-ETAI.



5 Conclusiones

En las comunidades de los Ecosistemas Tecnológicos de Apoyo a la Investigación (ETAI), pese a la existencia de un número significativo de Recursos y Servicios Informáticos (RSI), podemos considerar como factor relevante establecer esquemas de gobierno y gestión para maximizar la entrega de valor, y en este sentido, se hace necesario realizar la adopción, adaptación y extensión de prácticas y objetivos de gestión basados en modelos de referencia como ITIL 4 y COBIT 2019 que poseen amplia trayectoria y aceptación en la industria de TI. Considerando lo anterior, el presente trabajo realizó un diagnóstico basado en la guía de diseño de COBIT 2019 en el grupo objetivo, identificando los objetivos de gobierno y gestión (OGG) que sirven como hoja de ruta base para extender y definir nuevos elementos enmarcados en el modelo de referencia GRSI-ETAI, que con un enfoque Science Gateway busca responder a las necesidades particulares de gestión de los RSI en los ETAI.

6 Referencias

- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta.* Fidas G. Arias Odón.
- [Record #469 is using a reference type undefined in this output style.]
- Bautista, M. d. R. A. (2019). Políticas de expansión de redes tecnológicas de educación superior e investigación científica en América Latina y el Caribe (1990-2015).
- Budgen, D., Turner, M., Brereton, P., & Kitchenham, B. (2008). *Using Mapping Studies in Software Engineering* (Vol. 2). <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-US.pdf#zoom=100>
- Candela-Uribe, C. A., Sepúlveda-Rodríguez, L. E., Chavarro-Porras, J. C., Sanabria-Ordoñez, J. A., Garrido, J. L., Rodríguez-Domínguez, C., & Guerrero-Contreras, G. (2022). SMS-Builder: An adaptive software tool for building systematic mapping studies. *SoftwareX*, 17, 100935. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.softx.2021.100935>
- Castro, H., Marechal, B., Carvalho, D., Ciuffo, L., Dutra, I., Gavillet, P., Mayo, R., Núñez, L. A., Hoeger, H., Hamar, V., & López, M. J. (2009). EELA: una infraestructura para e-ciencia en Latinoamérica. *Revista de Ingeniería*, 26-32. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932009000100004&nrm=iso
- [Record #387 is using a reference type undefined in this output style.]
- Díaz, C. O., Gómez, C. E., Castro, H. E., Barrios, C. J., & Bolívar, H. D. (2016, 16-19 May 2016). Federated Campus Cloud Colombian Initiative. 2016 16th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid),
- García-Holgado, A. (2018). Presentación de la Tesis Doctoral: "Análisis de integración de soluciones basadas en software como servicio para la implantación de Ecosistemas Tecnológicos Educativos".
- García-Peñalvo, F. J. (2018). Ecosistemas tecnológicos universitarios. *UNIVERSITIC 2017. Análisis de las TIC en las Universidades Españolas*, 164-170.
- Grimshaw, A., Prodhan, M. A., Thomas, A., Stewart, C., & Knepper, R. (2016). Campus Compute Co-operative (CCC): A service oriented cloud federation. 2016 IEEE 12th International Conference on e-Science (e-Science),
- Gugnani, S., Kiss, T., Blanco, C., & Terstyanszky, G. (2016). Extending Science Gateway Frameworks to Support Big Data Applications in the Cloud. *Journal of Grid Computing*, 14(4), 589-601. <https://doi.org/10.1007/s10723-016-9369-8>



- Hajnal, Á., Farkas, Z., & Kacsuk, P. (2016). Enabling Workflow-Oriented Science Gateways to Access Multi-Cloud Systems. *Journal of Grid Computing*, 14(4), 619-640. <https://doi.org/10.1007/s10723-016-9388-5>
- Hernández-Sampieri, R., & Torres, C. P. M. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 4). McGraw-Hill Interamericana México DF.
- Herrera, R. Y., & Brito, H. R. G. (2009). Interoperabilidad entre los sistemas informáticos. *VI Encuentro Internacional de Contabilidad, Auditoría y Finanzas, At La Habana, Cuba*.
- Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. *Information and software technology*, 51(1), 7-15.
- Kitchenham, B., Pretorius, R., Budgen, D., Brereton, O. P., Turner, M., Niazi, M., & Linkman, S. (2010). Systematic literature reviews in software engineering—a tertiary study. *Information and software technology*, 52(8), 792-805.
- Moreno-Escobar, H., Sin Triana, H., & Netto Silveira, S. C. (2007). Conceptualización de arquitectura de gobierno electrónico y plataforma de interoperabilidad para América Latina y el Caribe.
- Rico-Bautista, D., Maestre-Góngora, G. P., & Guerrero, C. D. (2020). Caracterización de la situación actual de las. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*(E27), 484-501.
- Sepúlveda-Rodríguez, L. E., Garrido, J. L., Chavarro-Porras, J. C., Sanabria-Ordoñez, J. A., Candela-Urbe, C. A., Rodríguez-Domínguez, C., & Guerrero-Contreras, G. (2021). Study-based Systematic Mapping Analysis of Cloud Technologies for Leveraging IT Resource and Service Management: The Case Study of the Science Gateway Approach. *Journal of Grid Computing*, 19(4), 28. <https://doi.org/10.1007/s10723-021-09587-7>
- Weigel, T., Schwarzmann, U., Klump, J., Bendoukha, S., & Quick, R. (2020). Making Data and Workflows Findable for Machines. *Data Intelligence*, 2(1-2), 40-46. <https://doi.org/10.1162/dint.a.00026>

Sobre los autores

- **Luis Eduardo Sepúlveda Rodríguez.** PhD(c) del Doctorado en Ingeniería con énfasis en Ciencias de la Computación. Universidad Tecnológica de Pereira. Profesor Asistente en la Universidad del Quindío. E-Mail: lesepulveda@uniquindio.edu.co
- **Julio César Chavarro Porras.** PhD en Ingeniería con énfasis en Ciencias de la Computación. Universidad del Valle. Profesor Asociado en la Universidad Tecnológica de Pereira. E-Mail: jchavarro@utp.edu.co
- **John Alexander Sanabria Ordóñez.** PhD Computer Information Science and Engineering. Universidad de Puerto Rico. Profesor en la Universidad del Valle. E-Mail: john.sanabria@correounivalle.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

