

09

Fecha de presentación: mayo, 2024
Fecha de aceptación: julio, 2024
Fecha de publicación: septiembre, 2024

MODOS DE INNOVACIÓN

STI Y DUI EN ECOSISTEMA DE SOLUCIONES INFORMÁTICAS PARA APLICACIONES DE INTERNET EN CUBA

STI AND DUI INNOVATION MODES IN THE ECOSYSTEM OF COMPUTER SOLUTIONS FOR INTERNET APPLICATIONS IN CUBA

Allan Pierra Fuentes ^{1*}

E-mail: apierra@uci.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4375-1034>

Alionuska Velázquez Cintra ¹

E-mail: avelazquez@uci.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2127-8362>

Yanio Hernández Heredia ¹

E-mail: yhernandezh@uci.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9433-5511>

Allan Pierra Conde ²

E-mail: apierra@mes.gob.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2448-7445>

¹ Universidad de la Ciencias Informáticas. Cuba.

² Ministerio de Educación Superior. Cuba.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición):

Pierra Fuentes, A., Velázquez Cintra, A., Hernández Heredia, Y. & Pierra Conde, A. (2024). Modos de innovación STI y DUI en ecosistema de soluciones informáticas para aplicaciones de Internet en Cuba. *Universidad y Sociedad*, 16(5), 99-109.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue caracterizar cómo se gestiona la innovación en los proyectos de desarrollo de software de la infraestructura productiva de la Universidad de la Ciencias Informáticas. Se realizó un estudio exploratorio de caso para develar el comportamiento del proceso innovativo en el ecosistema de soluciones informáticas para aplicaciones de Internet en Cuba desarrolladas en la UCI. En los análisis realizados se pudo apreciar que paradójicamente, los relativamente elevados niveles de impacto de los “outputs”, medidos en términos de ingresos por la comercialización de los productos de software, no se corresponden, con los relativamente menores niveles de resultados científicos, vistos como “inputs” de conocimientos aplicados, medidos en los términos tradicionales de publicaciones, patentes, registros, etc. en comparación con otras universidades que muestran resultados científicos más consolidados, cuestión nos lleva a la crítica del paradigma tradicional (lineal) de la innovación y enfocarnos en una visión amplia del tipo Hacer-Usar-Interactuar (Modo DUI) frente a la visión estrecha del tipo Ciencia-Tecnología-Innovación (Modo STI), conceptualizadas en los actuales desarrollos teóricos del enfoque de los Sistemas de Innovación. Para su operacionalización, se propuso, a partir de la experiencia internacional, un método de medición de la actividad innovativa del Modo DUI mediante la adaptación, diseño y contextualización de un conjunto de indicadores para el estudio de caso seleccionado. Se logró establecer que, las comunidades de software libre y los facilitadores representados en los roles específicos de las Metodologías Ágiles son determinantes para materializar el aprendizaje y la colaboración, complementos idóneos de la innovación mediante el Modo DUI.

Palabras clave: Modos de innovación, STI, DUI, Indicadores de innovación, Procesos de aprendizaje, Conocimiento tácito, Transformación digital.

ABSTRACT

The objective of this work was to characterize how innovation is managed in software development projects of the productive infrastructure of the University of Informatics Sciences. An exploratory case study was carried out to develop

the behavior of the innovative process in the ecosystem of computer solutions for Internet applications in Cuba. In the analyzes carried out, it was possible to appreciate that, paradoxically, the relatively high levels of impact of the “outputs”, measured in terms of income from the commercialization of software products, does not correspond, with the relatively lower levels of scientific results, seen as “inputs” of applied knowledge, measured in the traditional terms of publications, patents, registrations, etc. Compared to other universities that show more consolidated scientific results, this question leads us to criticize the traditional (linear) paradigm of innovation, focusing on a broad vision of the Make-Use-Interact type (DUI Mode) versus the narrow vision of the type Science-Technology-Innovation (STI Mode), conceptualized in the current theoretical developments of the Innovation Systems approach. For its operationalization, it is possible, based on international experience, a method of measuring the innovative activity of the DUI Mode through the adaptation, design and contextualization of a set of indicators for the selected case study. It was established that the free software communities and the facilitators represented in the specific roles of the Agile Methodologies are determinant to materialize learning and collaboration, adequate complements of innovation through the DUI Mode.

Keywords: Innovation modes, DUI, STI, Innovation indicator, Learning process, Tacit knowledge, Digital transformation.

INTRODUCCIÓN

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) desde su surgimiento, se ha distinguido por el aporte en la producción de aplicaciones y servicios informáticos que han contribuido a la transformación digital en diferentes sectores de la economía y la sociedad, dentro y fuera de Cuba. Con 20 años de experiencia, cuenta con un catálogo comercial de productos desarrollados sobre plataformas de software libre y avalados por la certificación internacional Nivel II de CMMI (Parra et al., 2020).

Adscritos a diferentes estructuras administrativas, funcionan 10 Centros de Desarrollo de Software, encargados del desarrollo tecnológico de las aplicaciones informáticas y las investigaciones asociadas, los mismos conforman una red de trabajo colaborativo, que tiene normas y procedimientos comunes que tributan a la eficiencia organizacional. Disponen de una fuerza productiva conformada por más de 600 especialistas, a los mismos se vinculan los estudiantes como parte del modelo de formación - producción - investigación. En la UCI se trabaja en unos 200 productos anualmente como promedio, los que

han logrado un elevado impacto en la sociedad cubana en áreas como la educación, la gestión organizacional, la industria, la biotecnología y la administración pública. Se ha podido apreciar el impacto de estos resultados en aproximadamente 130 instituciones del país (Ramírez et al., 2018).

En los análisis realizados se aprecia una paradoja, consistente en el hecho, que en la UCI, los relativamente elevados niveles de impacto de los “outputs”, medidos en términos de ingresos por la comercialización de los productos de software, no se corresponden, con los relativamente menores niveles de resultados científicos vistos como “input” de conocimiento aplicado y medido éste, en los términos tradicionales de publicaciones, patentes, registros, etc. frente al comportamiento de esos indicadores medidos en otras universidades con resultados científicos consolidados. Por otra parte, a lo interno de la UCI, esta tendencia se manifiesta en que no se percibe una relación efectiva entre la infraestructura productiva formada por los centros de desarrollo y la infraestructura de I+D formada por los grupos de investigación y proyectos, de forma tal que los resultados científicos de estos últimos constituyan inputs de conocimientos para los exitosos procesos de innovación de los referidos Centros de desarrollo y otros grupos independientes.

El análisis comparado con otras experiencias muestra que la referida paradoja no es una excepción, sino que es una regla que, en cada caso con singularidades, se reproduce, aunque con signos e intensidades diferentes, en otros lugares y áreas del conocimiento, con el resultado de que las linealidades teóricas son, en el mejor de los casos, excepciones (Davide, 2010), cuestión que lleva a la crítica del paradigma tradicional (lineal) de la innovación.

Desde su creación del grupo de trabajo Z-17, concebido con el propósito de desarrollar soluciones informáticas para los proyectos de aplicaciones para Internet en Cuba, en el marco de una alianza estratégica entre la UCI y la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA), a la que se incorpora posteriormente el Parque Científico Tecnológico de La Habana (3CE), ha estado buscando formas novedosas de gestionar la innovación, en particular asociadas a sus tres productos estrella: La plataforma de mensajería instantánea y colaborativa toDus®, el centro de aplicaciones Android Apklis® y la plataforma de contenidos audiovisuales Picta® (Pierra et al., 2022a).

El objetivo de este trabajo es realizar una investigación a través de un estudio exploratorio de caso, para caracterizar el comportamiento de la innovación en el marco del ecosistema de soluciones informáticas para aplicaciones

de Internet en Cuba, mediante la adaptación, diseño y contextualización de un conjunto de indicadores, lo cual permite caracterizar cómo se gestiona la innovación en visión amplia, en el grupo de trabajo Z-17 y de esta forma se ayuda a los demás proyectos pertenecientes a la infraestructura productiva de la UCI, a obtener una comprensión más completa de los procesos de innovación en su entorno.

La comprensión de los procesos de innovación ha cambiado considerablemente en las últimas décadas. El concepto de innovación presenta ambigüedad y da lugar a diferentes interpretaciones. En ocasiones se le identifica con las aplicaciones de la ciencia, otras con la realización en el mercado de ciertos bienes y servicios. Al interior de la política de Gestión de Gobierno basada en Ciencia e Innovación que impulsa el país, conviene entenderla como «la resolución práctica de problemas apoyados en el conocimiento. Innovar permite aprovechar cierta oportunidad, afrontar una carencia o una amenaza, disminuir la dependencia respecto de algo o alguien, sustituir importaciones, generar un producto exportable, sustituir una materia prima, generar una nueva aplicación o un nuevo mercado. Hay tantas innovaciones diferentes como disímiles son los problemas a resolver (Díaz-Canel, 2021).

Los actuales desarrollos teóricos del enfoque de los sistemas de innovación coinciden con la cada vez más aceptada diferenciación de dos grandes tipos o modos de innovación: la visión estrecha del tipo Ciencia-Tecnología-Innovación (STI) y la visión amplia del tipo Hacer-Usar-Interactuar (DUI) por sus siglas en inglés (Nielsen & Lundvall, 2006; Icart & Mara, 2016).

La modalidad STI se caracteriza por innovaciones basadas en el conocimiento científico explícito. Este conocimiento tiende a codificarse en forma de patentes y derechos de propiedad intelectual y, por lo tanto, puede distribuirse e intercambiarse en redes de conocimiento. El aprendizaje se produce a través de un proceso abierto de búsqueda de nuevos conocimientos. La I+D formal se considera un impulsor clave para las innovaciones, como nuevos productos o procesos que representan una innovación en el mercado. Las actividades de innovación en el modo STI están bien registradas cuantitativamente por indicadores establecidos internacionalmente, sobre todo por definiciones normalizadas en el Manual de Oslo y el Manual de Bogotá (OECD/Eurostat, 2005; RICYT, 2001).

La modalidad DUI, en cambio, se caracteriza por el uso del conocimiento tácito. Este conocimiento es desarrollado por los empleados a través de la resolución de problemas cotidianos, codificables y anclados en entornos locales. Por un lado, las innovaciones surgen del aprendizaje

de la experiencia laboral diaria, lo que contribuye a aumentar la eficiencia productiva y mejorar los procesos operativos del negocio. Por otro lado, surgen a través del uso y estrecha integración de fuentes de conocimiento externas como clientes, proveedores y competidores. La modalidad DUI se caracteriza sobre todo por innovaciones incrementales, pero también por el desarrollo de nuevos productos, a menudo muy específicos para el cliente. Por estas razones, varios académicos han destacado el papel del aprendizaje y de la capacidad de absorción, entendida como la capacidad de absorber y adaptar el conocimiento externo al contexto organizacional y/o local propio y así estar en condiciones de transformarlo en “output” de mayor productividad e innovación (Davide, 2010).

Debido a que el Modo DUI está basado en la experiencia práctica, utiliza el conocimiento tácito, desarrollado a partir de la experiencia directa y la acción y se comparte a través de conversaciones altamente interactivas, por lo tanto, el “know-how” y el “know-who” son elementos esenciales para el óptimo desempeño de este modo de innovación (Jensen et al., 2007).

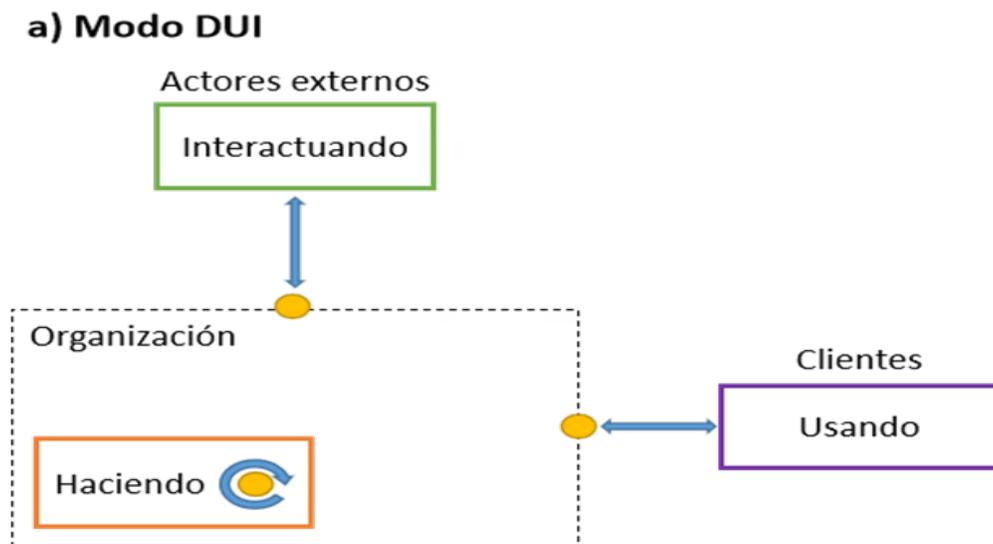
Los procesos de aprendizaje están en la base de las capacidades de percibir y comprender las nuevas oportunidades de mercado, incorporarlas en la organización mediante mecanismos y soluciones útiles para activarlas, y al mismo tiempo encontrar vías nuevas y mejores para unir conocimientos, recursos y factores en combinaciones innovadoras. Lo que se quiere destacar aquí es que el Modo DUI puede fomentarse intencionadamente mediante el desarrollo de estructuras y relaciones que refuercen y utilicen el proceso de aprender «haciendo-usando-interactuando (Davide & Radicic, 2020).

El proyecto es la forma operativa que inicialmente adquiere la innovación para materializarse, el aprendizaje y la colaboración son determinantes en el éxito del mismo y es en esta dimensión en la que el Modo DUI podría ser una solución clave para la gestión ágil y exitosa de los proyectos de innovación. Gestionar eficazmente proyectos de innovación para el desarrollo de nuevos productos y aplicaciones que tiendan a solucionar problemas y aporten a la inserción internacional, es quizás el reto más trascendental al que se enfrentan las organizaciones hoy en día (Calle & Cuadros, 2018).

En concreto, se supone que la interacción con los usuarios y las prácticas organizativas, por parte de los equipos de proyectos, promocionan el aprendizaje y el intercambio de conocimientos, contribuyendo al mejor desempeño de la innovación. El modelo DUI de manera individual es poco tratado por no ser significativo por sí solo ya que

requiere de otra parte que ayude a arraigar el conocimiento tácito inherente del aprendizaje DUI (figura 1), por lo que es necesario una nueva concepción de medición para evaluar la actividad innovadora del Modo DUI (Alhusen et al., 2021).

Fig 1. Conceptualización de los diferentes modos de innovación: Modo DUI (hacer, usar, interactuar).



Fuente: tomado de Alhusen et al., 2021.

En la concepción de medición propuesta, se han separado los indicadores en flujos de conocimiento y facilitadores, como punto de partida para cuantificar la actividad innovadora. En la Figura 1 el rectángulo punteado representa la organización, dentro de la misma, se lleva a cabo el proceso de (aprender-haciendo), representado por una flecha circular. Fuera de la organización están los clientes, así como otros actores externos. Las flechas representan los flujos de conocimiento bidireccionales en los procesos de: "aprender-usando" y "aprender-interactuando", los puntos representan facilitadores.

El "aprender-haciendo" tiene lugar dentro de la organización. El conocimiento se genera e intercambia en el proceso de ejecución de tareas y se utiliza para mejorar la tarea misma o su resultado. Estas actividades generan conocimiento como subproducto y su aplicación crea un flujo de nuevo conocimiento, que necesita ser medido. Dado que tales actividades se distribuyen entre los actores, su interacción dentro de la organización es un flujo de conocimiento clave para la actividad innovadora, ya que permite el aprendizaje interindividual, colectivo y amplía el espacio para la recombinación de conocimientos.

El conocimiento del "aprender usando" se genera fuera de la organización a través del uso de sus productos y servicios por parte de los clientes. Se crea conjuntamente en estrecha interacción, dicho conocimiento llega a la organización de varias maneras, a través de los comentarios de los clientes o mediante la integración con los clientes, en el desarrollo de prototipos o con fines de prueba. Medir los flujos de conocimiento con los clientes y cómo se facilitan en la organización es esencial para evaluar cómo se lleva a cabo el "aprender usando" y cómo influye en la actividad innovadora.

El "aprender interactuando" tiene lugar con otros actores fuera de la organización. El conocimiento fluye hacia la organización desde actores tales como, competidores, proveedores u otros terceros a través de diferentes canales. Los actores externos pueden ser de tipos bastante diferentes y proporcionan conocimientos diferentes y los transfieren a través de canales diferentes. Los flujos de conocimiento del "aprender interactuando" se miden con frecuencia en conexiones de red, aunque la magnitud de los flujos, así como los respectivos facilitadores, aún no están bien medidos.

Los facilitadores dentro de la organización deben distribuir el conocimiento generado a otros actores de la misma, para implementarlo en el punto adecuado. La evaluación empírica de los flujos internos de conocimiento, así como la medición de la presencia y el grado de utilización de estos facilitadores, es clave para evaluar el uso del conocimiento

para "aprender haciendo" en la organización (Thoma & Zimmermann, 2020).

Para que la organización reciba el conocimiento, es necesario contar con los facilitadores adecuados para capturar el conocimiento de los usuarios y hacerlo utilizable para la organización, directamente o mediante una creación conjunta. En el caso estudiado, esta actividad se materializa por la aplicación de tecnologías Ágiles, en Z-17 se usan los conceptos de *squad*, *chapter* y *tribe*, como una adaptación creativa del modelo de ingeniería de Spotify, donde más que adaptar una estructura, se trata de crear una cultura ingenieril que propicie la innovación, los roles de *Agile coach*, *Scrum master* y de *Product owner*, facilitan la comprensión por parte del equipo de los aspectos prioritarios del resultado esperado, y tienen una continua interacción con el mismo, facilitando desde el inicio una clara visión del producto. Al mismo tiempo, adquieren una comprensión de las posibilidades y dificultades a partir de la comunicación con ellos, todos ellos juntos, trabajan para que se materialice el potencial innovador de los flujos de conocimiento externo, abren los límites de la organización y dirigen el conocimiento a los actores relevantes dentro de la organización los cuales lo aplican (Pierra et al., 2022a).

Como se menciona anteriormente el Software libre está jugando un rol protagónico en el ámbito de la red de Centros de Desarrollo de la UCI ya que sus principales productos destinados al sector de gobierno están implementados en plataformas de código abierto, la adopción de las mismas, bajo ciertas condiciones puede contribuir decisivamente al necesario proceso de Transformación Digital en Cuba (Pierra et al., 2022).

Una de las mayores fortalezas de su utilización es la posibilidad de desarrollar el software en base a los aportes de múltiples contribuidores, siendo uno de los factores más importantes las Comunidades de software libre y la interacción de los Centros de desarrollo con ellas, de forma tal que se han constituido en la principal fuente de la innovación, por encima de los tradicionales "inputs" provenientes de la infraestructura de I+D.

El objetivo de una comunidad de desarrollo de software es aglutinar a individuos cuya intención es promover el acceso y distribución de software permitiendo la libertad de su uso, estudio, copia, modificación y redistribución. La cooperación entre estas personas en el ámbito de la producción de software permite generar sinergias para conseguir una mejora sustancial de la calidad, así como una mayor difusión y sostenibilidad en el tiempo, primando el beneficio de la sociedad sobre cualquier otro.

Estas comunidades se pueden conceptualizar desde el punto de vista de la sociología del conocimiento como "comunidades de práctica", que son grupos de personas que comparten una preocupación o una pasión por algo que hacen y aprenden a hacerlo mejor a partir de las interacciones regulares entre ellos (Wenger-Trayner & Wenger-Trayner, 2015).

Estas prácticas, llevadas a cabo por desarrolladores y usuarios del software libre, tienen las siguientes características (Ferracutti, 2009):

- Existe un claro dominio compartido, que es el proyecto (representado mayormente por el código fuente)
- Los proyectos se mantienen mediante una activa comunidad. La cual comparte información y se involucra mediante actividades conjuntas
- Existe una práctica compartida, al menos por los miembros de la comunidad que usan el mismo código fuente Desde la perspectiva de la teoría del aprendizaje social, en donde el aprendizaje implica participación en una comunidad dejando de ser considerado como la adquisición de conocimiento por individuos, para ser reconocido como un proceso de participación social en el que la naturaleza de la situación, impacta significativamente, las identidades y el significado son construidos en las interacciones, mientras que la construcción de estas identidades y significados es influenciada por el contexto en el que se inscriben (Garrido, 2003).

Se concibe el aprendizaje como un proceso de participación social y se defiende que el aprendizaje basado en la participación puede ser muy beneficioso para las organizaciones (Wenger, 2002).

Las comunidades de práctica juegan un papel importante en los procesos de innovación, pueden considerarse como fuentes de innovación, como un lugar en el que surgen ideas novedosas y, posteriormente, toman trayectorias particulares. Dentro del sector del desarrollo de software aparecen nuevos tipos de licencias que permiten la reutilización de los contenidos, en concreto del código. La aparición del software de código abierto propicia el uso de licencias libres y el abandono de las políticas de propiedad intelectual proteccionistas, como las patentes y el copyright, en el seno de las comunidades que apostaban por la producción distribuida de contenidos y de conocimientos. Las licencias abiertas permiten, por lo general, la modificación, la distribución y la reutilización de código (o de otros contenidos) por parte de otros. La práctica de reutilización de software mediante licencias abiertas se ha extendido a otros objetos de la red (Ferracutti, 2009).

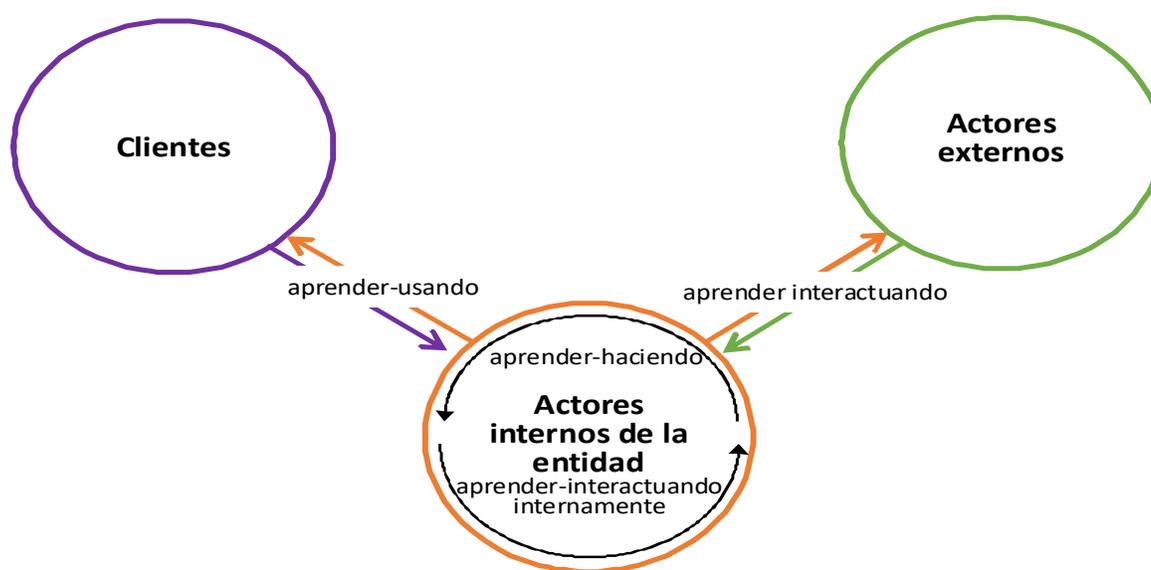
Se trata de un proceso de innovación abierta (Chesbrough, 2015) que tiene como objetivo encontrar las ideas novedosas donde se encuentren, sin importar por quien han sido generadas. En este proceso es clave, la tarea de incorporar y/o mezclar el conocimiento externo con el existente internamente en la organización. Uno de los grandes retos dentro de este nuevo paradigma es, por tanto, identificar, acceder e incorporar el conocimiento necesario para desarrollar aplicaciones exitosas. La identificación del conocimiento relevante no es trivial, se necesita tener dominio de lo que ocurre en el sector mediante las fuentes primarias de información (expertos, investigaciones de campo, proveedores, clientes, etc.) y secundarias (estudios, estadísticas, prospectivas, etc.). En este nuevo entorno, se necesita liderar e interpretar adecuadamente las oportunidades existentes, además de habilidades flexibles para captar las necesidades del cliente, assimilar las nuevas capacidades y ejecutarlas

La principal diferencia de una comunidad de práctica con los equipos de desarrollo es que estos últimos los forma la gerencia de una organización y se reportan ante un jefe, tienen una membresía definida, plazos y entregables específicos. Las comunidades de práctica suelen ser voluntarias y mayormente son responsables por sí mismas, aunque suelen necesitar de instituciones que faciliten su funcionamiento. Es necesario dinamizar la gestión del conocimiento a través de la interacción y la conexión entre las Comunidades de software libre y los Centros de desarrollo, y crear los indicadores apropiados para su medición que rebasan la forma de medición de la I+D+i convencional.

La concepción anteriormente explicada de cómo se llevan a cabo las actividades innovadoras del modo DUI, cómo fluye el conocimiento hacia y dentro de la organización, y cómo los facilitadores juegan un papel en esto, sirve como punto de partida para desarrollar indicadores empíricos. A diferencia de las actividades de STI, donde existen muchos indicadores sobre cómo capturar los flujos de conocimiento y los facilitadores que deben existir, los indicadores empíricos para las actividades de DUI son escasos y están dispersos en la literatura (Apanasovich, 2016).

La Figura 2 ofrece una visión general de las tres dimensiones resultantes del modo DUI. Se considera el comportamiento innovador de las organizaciones. Al hacerlo, se adoptan los enfoques de medición cualitativos y cuantitativos existentes de estudios anteriores y se crean nuevas categorías e indicadores (Apanasovich, 2016).

Fig 2. Dimensiones del modo DUI con sus respectivos procesos de aprendizaje.



Fuente: tomado de Alhusen (2019).

Un estudio realizado en tres regiones de Alemania con representantes de pymes y consultores regionales de innovación examina qué procesos de aprendizaje son componentes centrales del modo DUI (Alhusen, 2019). Hasta el momento, no ha habido un concepto de medición integral para los procesos de DUI, lo que dificulta el desarrollo de elementos concretos para encuestas cuantitativas y, por lo tanto, un diseño de políticas basado en evidencia para promover la innovación en pymes, se han utilizado varios indicadores para medir los modos de innovación (Davide & Alcalde, 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque metodológico consistió en la aplicación método histórico-lógico y el dialéctico para el análisis documental de los trabajos anteriores referidos en la literatura especializada en esta temática. El método sistémico es empleado en la concepción del modelo propuesto, se realizaron entrevistas en profundidad con actores del ecosistema de innovación para aplicaciones de Internet en Cuba desarrolladas en la UCI, para establecer nuevas medidas de la innovación, se realizó una triangulación entre las diferentes perspectivas de las entrevistas y los hallazgos previos en la literatura especializada, lo que permite establecer una imagen más clara del proceso subyacente y ayuda a formular los respectivos enfoques de medición. En un segundo momento el conjunto de indicadores es validado en un escenario más amplio, mediante la implementación de encuestas, lo cual se toma como el punto de partida para su generalización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del estado inicial del problema, en correspondencia con el estudio realizado en los trabajos de Alhusen (2019) y Alhusen & Bennat (2019) se realiza la operacionalización de la variable de estudio, el proceso de innovación en el ecosistema de soluciones informáticas para aplicaciones de Internet en Cuba, consistente en determinar qué procesos de aprendizaje son componentes centrales del Modo DUI. En las tablas 1-3, se muestran las categorías e indicadores propuestos.

A partir de las tres dimensiones establecidas del modo DUI, se adoptan los enfoques de medición cualitativos existentes de estudios anteriores, así como nuevas categorías e indicadores. Se garantiza la articulación de los indicadores empíricos, a partir de un concepto de medición integral para los procesos de DUI. El proceso de operacionalización de la variable objeto de investigación, permite determinar sus dimensiones e indicadores para la medición. Al respecto, se declaran tres dimensiones: "Aprender haciendo y aprender interactuando (interno)"; "Aprender usando"; "Aprender interactuando (externo)", según la definición realizada anteriormente.

Tabla 1. Categorías e indicadores de las Dimensiones: Aprender haciendo y aprender interactuando (interno)

Categoría	Indicadores	Instrumentos
1. Tecnología	1. Introducción de nueva tecnología	Observación participante, entrevista en profundidad, encuesta
	2. Mejora de la tecnología actual	
2. Entrenamiento	3. Formación (calificación general)	
	4. Formación (aspectos específicos)	
3. Cultura tolerante al fracaso	5. Aprendizaje por ensayo y error: ámbito	
	6. Aprendizaje por ensayo y error: experiencia	
	7. Aprendizaje por ensayo y error: creatividad	
4. Contactos y relaciones informales dentro de la organización	8. Mantener contactos informales internos	
	9. Mantener buenas relaciones internas	
	10. Apoyo mutuo	
	11. Aprender observando	
5. Mecanismos de intercambio de conocimientos	12. Reuniones periódicas del equipo	
	13. Intercambio de conocimientos entre empleados	
	14. Cultura de comunicación abierta	
6. Uso de herramientas de recursos humanos (mecanismos formales de intercambio de conocimiento)	15. Delegación y grado de autonomía	
	16. Integración de funciones	
	17. Incentivos monetarios	
	18. Gestión del conocimiento	
	19. Gestión de ideas	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Categorías e indicadores de la Dimensión: Aprender usando.

Categoría	Indicadores	Instrumentos
7. Cooperación con los clientes	20. Campo temático de cooperación con los clientes	Observación participante, entrevista en profundidad, encuesta
	21. Intensidad de la cooperación con el cliente	
	22. Innovación del cliente	
	23. Know-how tecnológico del cliente	
	24. Duración del contacto con el cliente	
8. Contacto con los clientes	25. Área organizativa de cooperación con los clientes	
	26. Retroalimentación activa	
	27. Uso de atención al cliente	
	28. Uso de las redes sociales	
9. Productos	29. Productos personalizados	
	30. Productos y servicios adicionales	
	31. Productos o servicios complementarios	
	32. Participación del cliente	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Categorías e indicadores de la Dimensión: Aprender interactuando (externo).

Categoría	Indicadores	Instrumentos
10. Cooperación con proveedores	33. Cooperación en innovación (frecuencia)	Observación participante, entrevista en profundidad, encuesta
	34. Competencias	
	35. Relación con proveedores	
11. Organizaciones intrasectoriales competidores)	36. Relación con la competencia	
	37. Presión competitiva	
12. Comunidades de Software libre	38. Cooperación en innovación (frecuencia)	
	39. Relación con las comunidades	
13. Organizaciones extra sectoriales	40. Cooperación en innovación (frecuencia)	
	41. Relación extra-sectorial	
14. Consultorías e instituciones públicas	42. Cooperación en innovación (frecuencia)	
	43. Relación con consultorías	
	44. Financiamiento	
	45. Importancia de los premios a la innovación	
15. Asociaciones y redes comerciales	46. Cooperación en innovación (frecuencia)	
	47. Importancia de las relaciones en red	

Fuente: elaboración propia.

Basados en la compilación sobre los procesos de DUI, los facilitadores representados por los roles específicos de las Metodologías Ágiles implementadas y las comunidades de práctica como expresiones de la innovación abierta, se obtuvieron métricas adaptadas a nuestro contexto, las cuales se usan para la medición de indicadores para los procesos de DUI en el ecosistema de aplicaciones de Internet en Cuba, se propone una nueva concepción de medición para evaluar la actividad innovadora del Modo DUI.

Sobre la base de los indicadores derivados y después de pruebas y ajustes exhaustivos, se busca ampliar la cobertura de los indicadores del proceso de CTI de la UCI, para incluir actividades del Modo DUI. Este enfoque holístico de medición de la actividad innovadora podría evitar un sesgo hacia las prácticas formales de STI.

En la concepción de medición propuesta, se separan los indicadores en flujos de conocimiento y facilitadores como punto de partida para caracterizar la actividad innovadora, estas entrevistas cualitativas permiten establecer 15 categorías de procesos de aprendizaje relacionados con DUI, las cuales se alinean en parte con hallazgos anteriores referidos en la literatura, al tiempo que revelan nuevos procesos de aprendizaje y acumulación de conocimiento, especialmente para el aprendizaje mediante la interacción, en el caso de las Comunidades de software libre.

Estos indicadores propuestos no están exentos de limitaciones. Primero, se propone un conjunto de ítems que muestran relevancia en nuestras entrevistas cualitativas, pero no se tiene información sobre su carácter cuantitativo. Si bien la prueba empírica de los indicadores propuestos está más allá del alcance del presente trabajo, la falta de validación empírica debe abordarse en el siguiente paso lo que pudiera limitar su aplicación en encuestas. En segundo lugar, solo se proporcionan indicadores para la actividad del Modo DUI, pero no para STI y la interacción de los dos modos. Tercero, algunos de los ítems propuestos parecen ser difíciles de capturar empíricamente y podrían ser inviables para medir en estudios empíricos a gran escala porque los encuestados pueden no tener el conocimiento detallado. Finalmente, se confió en el caso de estudio para comprender los procesos del Modo DUI, pero es posible que no sean necesariamente los mismos, en organizaciones más grandes y los procesos puedan mostrar un comportamiento diferente o existir procesos DUI específicos del tamaño de la organización.

La investigación subsiguiente deberá abordar algunas de estas limitaciones, y también se pudiera utilizar los datos generados para responder preguntas teóricas. El próximo paso es diseñar una encuesta a escala mayor con los elementos propuestos. Esto permite comprender la pertinencia cuantitativa y la factibilidad de los ítems propuestos.

CONCLUSIONES

Se investiga el Modo DUI de innovación y sus procesos de aprendizaje subyacentes, con este fin, se realizaron una serie de entrevistas en profundidad con actores claves del ecosistema de soluciones informáticas para aplicaciones de Internet en Cuba, para comprender los procesos relevantes de DUI, se logró establecer que:

El Modelo DUI de innovación complementado con las Metodologías Ágiles para la gestión de proyectos de desarrollo de software, genera una sinergia, que constituye la forma organizativa que más aporta a los procesos de

innovación, donde el aprendizaje y la cooperación están presentes como acciones indispensables.

Las Comunidades de Software libre pueden considerarse las principales fuentes de innovación en este entorno, donde la I+D formal generalmente desempeña un papel secundario, constituyen la base fundamental del desarrollo de nuevos productos y aplicaciones.

Los facilitadores, representados en los roles específicos de las Metodologías Ágiles implementadas, juegan un papel clave en cómo fluye el conocimiento hacia y dentro de la organización y propician la transferencia de conocimientos permanente, interna o externa, la co-creación y el aprendizaje, garantizando un mejor entorno para la adopción de nuevas ideas innovadoras, que fluyen en todas las áreas y luego se pueden convertir en proyectos.

A partir de las tres dimensiones componentes del Modo DUI, se adaptan los enfoques de medición cualitativos, así como nuevas categorías e indicadores diseñadas para el contexto cubano, los cuales se utilizan para la medición de los procesos de DUI.

Este enfoque cualitativo permite identificar qué indicadores referidos en la literatura, juegan un papel en las rutinas de aprendizaje en el entorno objeto de estudio, agregar indicadores adicionales y sugerir elementos que pueden caracterizar adecuadamente los procesos innovativos.

El nuevo conjunto de indicadores y los elementos nuevos añadidos están orientados hacia futuras investigaciones cuantitativas que puedan explicar mejor el desempeño innovador y las características específicas de las organizaciones que aplican el Modo DUI en el entorno de la infraestructura productiva de la UCI.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el soporte brindado a la investigación que da origen a los resultados presentados en la presente publicación por el Proyecto PS223LH001-014 "Modelo de Parque Científico Tecnológico cubano" ejecutado en el marco del Programa Sectorial "Educación Superior y Desarrollo Sostenible" del Ministerio de Educación Superior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alhusen, H. (2019). Measuring the "doing-using-interacting mode" of innovation in SMEs - A qualitative approach. Universität Göttingen, Volkswirtschaftliches Institut für Mittelstand und Handwerk (ifh). Göttingen: EconStor. <http://hdl.handle.net/10419/214844>

- Alhusen, H., & Bennat, T. (2019). Innovation modes in SMEs: Mechanisms integrating STI-processes into DUI-mode learning and the role of regional innovation policy. Universität Göttingen, Volkswirtschaftliches Institut für Mittelstand und Handwerk. Göttingen: ifh Working Paper No. 21. <http://hdl.handle.net/10419/206646>
- Alhusen, H., Bennat, T., Bizer, K., Cantner, U., Horstmann, E., Kalthaus, M., Topfer, S. (2021). A new measurement conception for the 'doing-using-interacting' mode of innovation. *Research Policy*, 50(4). <https://doi.org/104214>
- Apanasovich, N. (2016). Modes of Innovation. A Grounded Meta-Analysis. *Journal of the Knowledge Economy*, 7(3), 720–737. <https://doi.org/10.1007/s13132-014-0237-0>
- Calle, T., & Cuadros, A. (2018). Gerencia de Proyectos aplicando el Modelo de Innovación DUI (Doing, Using, Interacting). VIII Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Proyectos. La Habana: Ediciones Futuro. <https://repositorio.uci.cu/jspui/handle/123456789/9513>
- Chesbrough, H. (2015). Innovación abierta. Innovar con éxito en el siglo XXI. In Reinventar la empresa en la era digital (p. 395). México: BBVA OpenMind. <https://www.bbvaopenmind.com/libros/reinventar-la-empresa-en-la-era-digital/>
- Davide Parrilli, M., & Alcalde Heras, H. (2016). STI and DUI innovation modes: Scientific-technological and context-specific nuances. *Research Policy*, 45, 747-756. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2016.01.001>
- Davide Parrilli, M. (2010). La Innovación DUI: motor secreto. In M. D. Parrilli, Innovación y Aprendizaje: lecciones para el diseño de políticas (pp. 20-42). Innobasque. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7254541>
- Davide Parrilli, M., & Radicic, D. (2020). STI and DUI innovation modes in micro-, small-, medium- and large-sized firms: distinctive patterns across Europe and the U.S. *European Planning Studies*, 29(2), 346–368. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09654313.2020.1754343>
- Díaz-Canel Bermúdez, M. (2021). ¿Por qué necesitamos un sistema de gestión del Gobierno basado en ciencia e innovación? *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 11(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-01062021000100005
- Ferracutti, V. (2009). Sistema CaMPI: Cooperación en el Desarrollo Open Source integraci3n MarcoPolo – Catalis. In S. A. Informática (Ed.), 38º JAIIO. Mar del Plata. https://campi.uns.edu.ar/wp-content/uploads/2022/03/SIE_2009_C
- Garrido, A. (2003). El aprendizaje como identidad de participaci3n en la pr3ctica de una comunidad virtual. Trabajo de Doctorado, Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona. <https://www.uoc.edu/in3/dt/20088/20088.pdf>
- Icart, I., & Mara, L. (2016). Formaci3n profesional y procesos de innovaci3n a nivel regional. *Revista Venezolana de Gerencia*, 21(74), 257-271. <https://www.redalyc.org/journal/290/29046685006/html/>
- Jensen, M., Morten, B., Johnson, B., Lorenz, E., & Lundvall, B. (2007). Forms of Knowledge and Modes of Innovation. *Research Policy*, 36(5), 680-693. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/31613/626406.pdf#page=172>
- Nielsen, P., & Lundvall, B. (2006). Learning organizations and industrial relations: How the Danish economy learns. How Europe's Economies Learn: Coordinating Competing Models. In E. Lorenz, & B. A. Lundvall, How Europe's Economies Learn (pp. 161-177). Oxford: Oxford University Press. [http://library.navoiyuni.uz/files/Lorenz%20E.H.,%20Lundvall%20B.-A.%20-%20How%20Europe's%20Economies%20Learn-%20Coordinating%20Competing%20Models%20\(2007%20451s\).pdf#page=180](http://library.navoiyuni.uz/files/Lorenz%20E.H.,%20Lundvall%20B.-A.%20-%20How%20Europe's%20Economies%20Learn-%20Coordinating%20Competing%20Models%20(2007%20451s).pdf#page=180)
- OECD/Eurostat. (2005). Oslo Manual: Guía para la recogida e interpretaci3n de datos sobre innovaci3n, 3ª edici3n. Madrid: Tragsa. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>
- Parra Fernández, A., Delgado Fernández, M., & Cruz Segura, Y. (2020). Diseñando procesos para cerrar el ciclo de I+ D+ i en organizaciones de software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 14(3), 41-58. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2227-18992020000300041&script=sci_arttext&tlng=en
- Pierra Fuentes, A., Cáceres Navarro, H., Perdomo Cuevas, Y., Hernández Heredia, Y., & Montesinos Perurena, R. (2022a). Adopci3n de una cultura Ágil en el desarrollo de proyectos de aplicaciones para Internet en Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 16(4). <https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path%5B%5D=2545>
- Pierra Fuentes, A., Rodríguez Figueredo, H., Fuentes Rodríguez, J., & Montesino Perurena, R. (2022). Principios para el desarrollo, uso y aplicaci3n de las TIC en el gobierno. *Universidad y Sociedad*, 14(4), 369-378. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3057>
- Ramírez, I., Prieto, R., & Pupo, I. (2018). El enfoque en proceso de la organizaci3n para proyectos de desarrollo en la actividad productiva de la Universidad de las Ciencias Informáticas. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 11(5), 31-44. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8589962>

- RICYT. (2001). Manual de Bogotá: Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. Bogotá, Colombia. Bogotá, Colombia: RICYT / OEA / CYTED. <http://www.ricyt.org/2019/09/manualdebogota-3/>
- Thoma, J., & Zimmermann, V. (2020). Interactive learning - The key to innovation in non-R&D- intensive SMEs? A cluster analysis approach. Journal of Small Business Management, 58(4), 747–77. <https://doi.org/10.1080/00472778.2019.1671702>
- Wenger, E. (2002). Comunidades de práctica. Madrid, España: Ediciones Paidós Iberica S.A. <https://www.academia.edu/download/64320854/Comunidades%20de%20pr%C3%A1ctica.pdf>
- Wenger-Trayner, E., & Wenger-Trayner, B. (2015). An introduction to communities of practice: a brief overview of the concept and its uses. <https://www.wenger-trayner.com/introductionto-communities-of-practice>