



ARTÍCULO ORIGINAL
GESTION DEL CONOCIMIENTO

Modelo para la evaluación, clasificación y mejora del grado de intensidad tecnológica en empresas cubanas

Model for the evaluation, classification and improvement of the degree of technological intensity in Cuban companies

Dariel de León García^{1,*} <https://orcid.org/0000-0001-5807-5628>

Bisleivys Jiménez Valero² <https://orcid.org/0000-0002-6232-1251>

Jesús Suarez Hernandez³ <https://orcid.org/0000-0002-6232-1251>

Ana Victoria García Domé⁴ <https://orcid.org/0000-0003-3687-3543>

¹Centro de Desarrollo Local y Comunitario, CITMA. . Matanzas, Cuba

² Universidad de Matanzas. Matanzas, Cuba

³ Estación Experimental Indio Hatuey. Matanzas, Cuba

⁴ Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas. Matanzas, Cuba

Correo para la correspondencia: darieldeleongarcia@gmail.com

Resumen

El artículo tiene como objetivo describir del modelo teórico para la evaluación, clasificación y mejora del grado de intensidad tecnológica en empresas cubanas. Para su elaboración se emplearon métodos de investigación, tales como: el análisis histórico lógico, la revisión documental y técnicas matemáticas-estadísticas. El modelo parte de cuatro premisas y 11 principios para construir los elementos estructurales. Los fundamentos teóricos y metodológicos se sostienen en la teoría organización, en específicos con el enfoque de los recursos y las capacidades. Se presenta la comprobación teórica del herramental propuesto en el modelo, este permiten que sea considerado una tecnología. Se pudo demostrar, desde el punto de vista teórico, la validez y la confiabilidad del modelo propuesto. Lo anterior, permite afirmar que dicho modelo es confiable, tiene una utilidad considerable, y posee un alto grado de usabilidad y de objetividad.

Palabras clave: intensidad tecnológica, grado de intensidad tecnológica, empresas cubanas.

Abstract

The article aims to describe the theoretical model for the evaluation, classification and improvement of the degree of technological intensity in Cuban companies. For its elaboration, research methods were used, such as: logical historical analysis, document review and mathematical-statistical techniques. The model is based on four premises and 11 principles to build the structural elements. The theoretical and methodological foundations are based on organization theory, specifically with the focus on resources and capabilities. The theoretical verification of the tooling proposed in the model is presented, this allows it to be considered a technology. It was possible to demonstrate, from the theoretical point of view, the validity and reliability of the proposed model. The above allows us to affirm that this model is reliable, has considerable utility, and has a high degree of usability and objectivity.

Keywords: technological intensity, technological intensity degree, Cuban companies.

Recibido: 22/08/2022

Aprobado: 25/05/2023

Introducción

La capacidad tecnológica empresarial es identificada a nivel global como factor de producción, y está constituida por el conjunto de conocimientos y habilidades que dan sustento al proceso de producción. Dado que, abarca desde los conocimientos acumulados, la generación de transformaciones básicas, los procesos complejos de manufactura, los conceptos de procesamiento, transformación y reciclaje de materias primas, hasta la configuración y desempeño de los productos finales resultantes [1, 2, 3]. Por tanto, se trata de un factor que envuelve el proceso productivo en todas sus etapas, en coincidencia con [4, 5].

Dentro del proceso productivo, se consideran dos dimensiones fundamentales que contribuyen al desarrollo de la capacidad tecnológica, que son: diseño y la manufactura [1]. En la medida que las empresas sean capaces de establecer en qué nivel se encuentran, les permitirá tomar decisiones que contribuyan con el mejoramiento de su competitividad. El concepto de capacidad tecnológica se relaciona con los elementos de gestión tecnológica que guían el crecimiento y desarrollo sostenido, y envuelve conocimientos, técnicas y habilidades para adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías [6]. Incluyen las capacidades de innovación y las capacidades de absorción tecnológica para su uso.

MODELO PARA LA EVALUACIÓN, CLASIFICACIÓN Y MEJORA DEL GRADO DE INTENSIDAD TECNOLÓGICA EN EMPRESAS CUBANAS

La falta de uniformidad del esfuerzo tecnológico, en todas las ramas de la economía, ha sido una de las causas de los numerosos intentos de establecer metodologías de medición del entorno tecnológico. Destacan indicadores de productos y ramas de alta tecnología. La elaboración de una clasificación de las empresas según su intensidad tecnológica supone numerosas dificultades. Por un lado, se encuentra que el propio concepto de alta tecnología puede referirse, tanto a las organizaciones que producen esa tecnología como a las que la usan de forma intensiva. Por otro lado, hay que considerar que la determinación de los umbrales que delimitan los diferentes grupos de clasificación está sometida siempre a cierto grado de arbitrariedad [7].

La clasificación de intensidad tecnológica procura captar la diferenciación tecnológica de las diversas ramas industriales e identifica cuatro tipos de sectores: de alta tecnología, de media-alta tecnología, de media-baja tecnología y de baja tecnología [8]. Esta clasificación se basa en las intensidades directas de investigación y desarrollo (I+D) calculadas a partir de dos medidas de la producción (valor agregado y valor de la producción). Debe considerarse que la dinámica de los procesos de I+D generan nuevas categorizaciones de forma permanente en los sectores productores de bienes y servicios. Esto forma parte de una clasificación temporaria en virtud de sus atributos, pueden sufrir modificaciones en la escala de intensidad tecnológica de acuerdo a nuevos desarrollos científicos en su concepción. Un sector industrial, producto o servicio que en la actualidad se encuentra clasificado como de alta tecnología, puede dejar de serlo en pocos años y, también, puede suceder el caso inverso [2].

Por lo anterior, y para esta investigación, los autores asumen el concepto que aborda la intensidad tecnológica como: contribución de las actividades tecnológicamente intensivas al incremento de la productividad laboral del sector industrial en 28 países (de varios continentes), donde se logran separar 150 clases industriales en cuatro grupos en función de su contenido en tecnología (Alta, Media Alta, Media Baja y Baja). En el estudio se encontró que los sectores de baja intensidad tecnológica también tienen una alta contribución en la productividad del trabajo y eficiencia sectorial [9].

El Grado de Intensidad Tecnológica (GrIT) es entendido y asumido por los autores como un índice global resultante de la combinación de la capacidad tecnológica y la intensidad tecnológica [9, 10, 11].

Son varios los autores que en diferentes contextos y con distintos propósitos han realizado análisis de modelos y sistemas para la evaluación, de la innovación y la tecnología en la empresa. Sin desconocer los aportes específicos de estos análisis, se consideró analizar de manera selectiva las características fundamentales de los modelos, metodologías y herramientas relacionados con la evaluación de capacidad e intensidad tecnológicas de los cuales se pudo obtener la mayor cantidad de información (ver tabla 1 y 2).

Tabla 1 - Modelos, metodologías y herramientas empleadas para la evaluación y medición de la capacidad e intensidad tecnológica (2003-2007).

	Modelos / metodologías y herramientas	Principales contribuciones
1	Gestión del Conocimiento en Universidades y Organismos Públicos de Investigación (Bueno Campos, 2003)	El desafío se centra en cómo identificar, medir y evaluar los activos componentes del capital intelectual y qué directrices o programas se pueden formular para orientar la dirección y gestión del conocimiento implicado y del citado capital con el fin de crear nueva «riqueza» o mejorar el valor intelectual actual.
2	Guan (2003)	El crecimiento de las exportaciones está estrechamente relacionado con la mejora de las dimensiones de la capacidad de innovación, con excepción de la capacidad de fabricación. Este artículo muestra que la interacción y armonización de varios de los activos de innovación son los factores principales en la mejora de la competitividad internacional de las empresas chinas.
3	Yam (2004)	Cuatro tipos de CIT son identificadas, incluyendo: i) la capacidad de satisfacer necesidades del mercado mediante el desarrollo de nuevos productos. ii) la capacidad de fabricación de estos productos mediante el uso de la tecnología de proceso apropiado y iii) la capacidad de satisfacer las necesidades futuras por desarrollar e introducir nuevos productos y nueva tecnología de proceso. La capacidad de responder a una actividad tecnológica inesperada provocada por la competencia y las circunstancias imprevistas.
4	Guan (2006)	Capacidad de innovación tecnológica (CIT) es un activo especial de una empresa, que comprende las distintas áreas clave, como la tecnología, la producción, procesos, conocimientos, experiencias y organización. Está estrechamente relacionada con las experiencias internas y la adquisición experimental. En general, una amplia variedad de bienes, recursos y capacidades son necesarios para el éxito de una innovación. Por lo tanto, la capacidad de innovación tecnológica debe ser definida en diferentes ámbitos y niveles, a fin de hacer frente a los requisitos de la estrategia de la empresa y adaptarse a las condiciones particulares y el medio ambiente de competencia.
5	Determinantes de la capacidad de innovación de los negocios emprendedores en España (González Perniá y Peña Legazkue, 2007)	El estudio consta de cuatro apartados. Siguiendo esta parte introductoria, en el siguiente apartado se hace una revisión de la literatura y se analizan los factores determinantes de la propensión a innovar de una joven organización. Se basan en argumentos que subyacen en teorías del capital humano, economía industrial y economía de localización para explicar qué es lo que incide en la propensión a innovar de las nuevas empresas. En el segundo apartado se describe la muestra utilizada en el estudio y la metodología aplicada a la hora de comprobar las distintas hipótesis de estudio. Los resultados más relevantes se analizan en la tercera sección. Por último, finaliza el estudio con el cuarto apartado, aportan una serie de conclusiones e implicaciones

Fuente: de León García, D. (2021) [7].

MODELO PARA LA EVALUACIÓN, CLASIFICACIÓN Y MEJORA DEL GRADO DE INTENSIDAD TECNOLÓGICA EN EMPRESAS CUBANAS

Tabla 2. Modelos, metodologías y herramientas empleadas para la evaluación y medición de la capacidad e intensidad tecnológica (2007-2011).

	Modelos / metodologías y herramientas	Principales contribuciones
6	Wang (2008)	Capacidades de innovación tecnológica: capacidad de I+D, capacidad de dirección estratégica, capacidad de mercadeo, capacidad de fabricación, capacidad de gestión de recursos. El estudio se centra en evaluar el desarrollo cuantitativo de la innovación tecnológica incierta que utiliza la teoría de conjuntos difusos.
7	Sistema de Medición de la Capacidad de Innovación Tecnológica de Productos y Procesos (SISMECIT-UC) (Ortiz <i>et al.</i> , 2008)	Este modelo utiliza dos variables generales para calcular los indicadores, la variable secundaria y principal, estas variables e indicadores se calculan a partir de sumatorias y promedios permitiendo luego comparar el resultado final con valores consignados en una tabla de comparación la cual está constituida por unos rangos, donde, el resultado de la variable principal de acuerdo a dichos rangos, indica si es innovador, poco innovador o no es innovador.
8	Metodología para medir y evaluar las capacidades Tecnológicas de innovación aplicando sistemas de Lógica difusa: caso fábricas de software. (Aguirre, 2010)	Se tiene la posibilidad de medir los indicadores de este modelo que aplica lógica difusa. En la parte conceptual aporta muchas definiciones para este modelo. Se realizan las modificaciones pertinentes a la metodología con respecto a preguntas y bases de conocimiento, esta puede ser empleada en diferentes sectores.
9	Aproximación para el desarrollo de un genoma de innovación (Galeano, 2011)	Aspectos que corresponden con los tres niveles de las disciplinas del aprendizaje: esencias (estado de ser), principios (ideas/conceptos) y prácticas (qué hacer). Por lo tanto, se definen tres tipos de codones necesarios para determinar un gen como rasgo hereditario completamente desarrollado: ser, saber y hacer.
10	Evolución de las capacidades de innovación en la industria colombiana: Un análisis comparativo de los resultados de las encuestas de innovación de 1996 y 2005 (Gómez, 2011)	Con base en la revisión de antecedentes en la literatura especializada, se propone una taxonomía para clasificar los grupos de empresas de acuerdo al desarrollo de sus capacidades de innovación, con el propósito de comparar el comportamiento evolutivo de las agrupaciones empresariales entre 1996 y 2005. Los resultados del análisis evidencian que las dinámicas de las empresas en Colombia, en términos de innovación, han evolucionado en la medida en que éstas han acumulado capacidades; sin embargo, este proceso acumulativo no presenta un desarrollo uniforme en todas las agrupaciones industriales a través del tiempo, ya que se pueden identificar características particulares del proceso dependiendo del sector al que pertenezcan las empresas

Fuente: de León García, D. (2021) [7].

En la tabla 3 se muestra una comparación entre los modelos / metodologías y herramientas seleccionadas, se siguen criterios particulares en cada caso. Cada columna hace referencia a un autor.

Tabla 3. Comparación entre los modelos / metodologías y herramientas seleccionadas, se siguen criterios particulares.

Criterios de comparación / Propuesta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tipo de aporte: (Mo: Modelo, Met: Metodología, Me: Método, AC: Análisis, Concepto o estudio)	Me	AC	Met	AC	Met	Met	AC	Mo	AC	AC
Tipo de innovación que abordan: (P: Producto, T: Tecnológica, Pro: Proceso, O: Organizacional, M: Mercado, TP: Todos los tipos, NE: No especifica cual)	TP	TP	TP	TP	O	T	TP	P, Pro	M	O
Contexto para cual aplican la propuesta: (E: Empresarial, U: Universitario, C: Centro de investigación, NC: No especifica cual)	E	E	E	E	E	E	E	U	E	C
Técnica de implementación: (L: Lógica difusa, R: Regresión Logística, C: Criterio de expertos, Na: No aplica ninguna técnica)	L	Na	Na	Na	C	L	C	C	R	C
Nivel de detalle de la propuesta: (Ci: Capacidades de innovación, Ca: Categorías, V: Variables, D: Descripción)	Ci	Ci	Ci	Ci	Ca	Ci	Ci	Ca	Ci	Ca
Ofrece software de apoyo a la propuesta: (S: Si, N: No, Na: No Aplica)	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N

Fuente: DE LEÓN GARCÍA, D. (2021) [7].

En la comparación se observan las siguientes características:

- Tipo de aporte: 3 metodologías, 1 Modelo
- Tipo de innovación más abordada: 60% de producto y 20% de tipo organizacional
- Contexto: el 80% en el empresarial
- Técnicas de implementación: 40% criterios de expertos, 30% no aplican técnicas y el 20% Lógica Difusa
- Nivel de detalles: capacidad de innovación en el 70%
- ¿Ofrecen software?: No en el 90%

MODELO PARA LA EVALUACIÓN, CLASIFICACIÓN Y MEJORA DEL GRADO DE INTENSIDAD TECNOLÓGICA EN EMPRESAS CUBANAS

El artículo tiene como objetivo describir el modelo teórico para la evaluación, clasificación y mejora del grado de intensidad tecnológica en empresas cubanas. En el texto se presenta la comprobación teórica del herramental propuesto en el modelo y que permiten sea considerado una tecnología.

Métodos

Se emplearon métodos de investigación, tales como: el análisis histórico lógico, la revisión documental y técnicas matemáticas-estadísticas. Los fundamentos teóricos y metodológicos están en la teoría organización, en específicos en los enfoques de recursos y capacidades. Se partió del análisis bibliográfico de diversos modelos, metodologías y herramientas publicadas en relación con la evaluación, clasificación y mejora de la capacidad e intensidad tecnológica en organizaciones empresariales. Se estudió el contexto empresarial cubano y su evolución desde 1960 hasta la actualidad, esto permitió establecer 4 premisas y 11 principios sobre los cuales se construyeron los elementos estructurales del modelo.

Para la comprobación teórica del herramental del modelo, se empleó la estrategia mostrada en la figura 1, lo que permitió calcular la validez y la confiabilidad del modelo. La validez, expresa el grado en que el instrumento mide lo que se quiere medir. La confiabilidad, por su parte, define el grado en que el instrumento produce resultados consistentes y coherentes. En consecuencia, la comprobación de ambas define la calidad del instrumento [7].

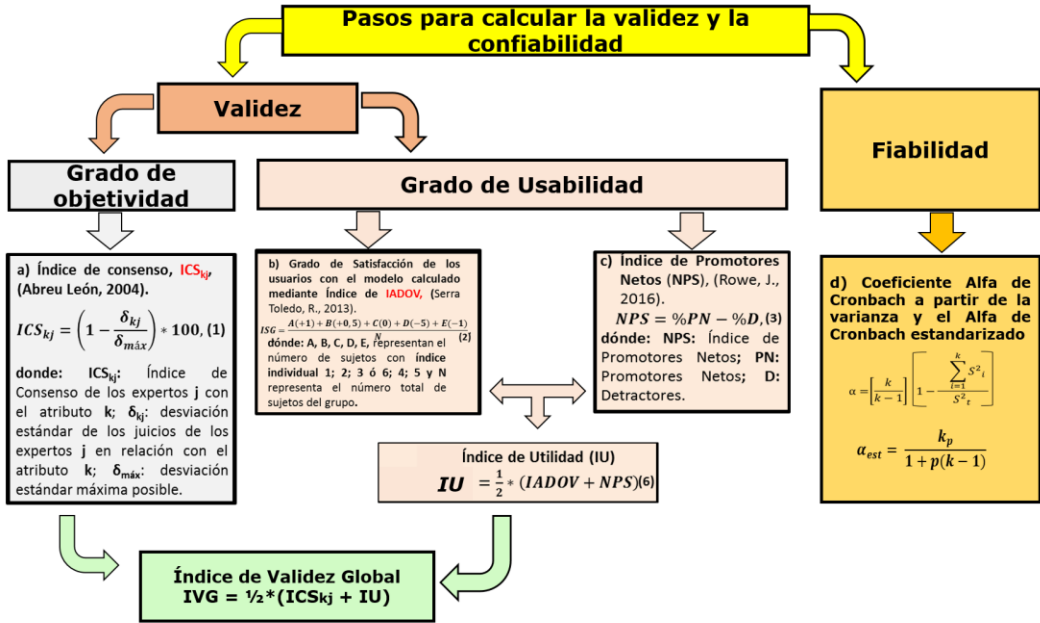


Fig. 1. Pasos para el cálculo de la validez y la confiabilidad de herramental propuesto.
Fuente: DE LEÓN GARCÍA, D. (2021); ABREU LEÓN, R. (2004) [7; 14].

La validación resulta compleja en los procedimientos de gestión empresarial debido al tiempo necesario para constatar los resultados esperados. En este caso (ver figura 1) se emplea el cálculo del grado de objetividad (ICS_{kj}) mediante un índice de consenso y el grado de usabilidad (IU) mediante el índice de IADOV y el de los Promotores Netos (NPS), esto representa en su conjunto el Índice de Validez Global (IVG) [7, 12, 13].

Para medir la confiabilidad del herramental se empleó la correlación inter-elementos promedio, que se basa en el cálculo del Coeficiente Alfa de Cronbach (α) a partir de la varianza y el Alfa de Cronbach estandarizado (α_{est}) empleado para datos dicotómicos. Esta prueba es equivalente al coeficiente 20 de Kuder-Richardson (KR20) [13, 14].

Resultados

Se muestran las premisas, principios básicos y elementos estructurales del modelo propuesto (ver tabla 4).

Tabla 4 - Premisas, principios básicos y elementos estructurales del modelo.

PREMISAS	PRINCIPIOS BÁSICOS
La implicación y liderazgo de la alta dirección en la gestión de las tecnologías y de la innovación	1. Se toma como base la cooperación
	2. Existe en la empresa un proceso coordinador de la innovación
	3. Se establecen contextos de planificación y control
	4. Se organiza una relación con partes interesadas de la

MODELO PARA LA EVALUACIÓN, CLASIFICACIÓN Y MEJORA DEL GRADO DE INTENSIDAD TECNOLÓGICA EN EMPRESAS CUBANAS

	empresa	
Adecuado ambiente de control	5. Se trabaja continuamente dando seguimiento el paradigma del ciclo PHVA	
Gestión de la calidad	6. Se gestionan las relaciones externas e internas	
	7. La empresa tiene una gestión sistémica	
	8. Existe una relación coherente entre la demanda, la gestión de ideas, el GrIT y el proyecto de innovación generado	
	9. La estrategia empresarial es la base de la gestión de la innovación	
Clima organizacional favorable	10. Creación de competencia para la gestión de proyectos	
	11. El grado de intensidad tecnológica contribuye a la generación de proyectos de innovación en la empresa	
ENTRADAS	SALIDAS	
Demanda/Oportunidad	Generación de proyectos de innovación	
ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
Gestión de la innovación empresarial	Sistema de gestión de la innovación	Ideas de innovación
Grado de intensidad tecnológica		Proyecto de innovación
Capacidad tecnológica	Intensidad tecnológica	Vigilancia e inteligencia
Capacitación		
Gestión de la mejora		
Modelo para la evaluación, clasificación y mejora del GrIT en empresas cubanas		

En el esquema de la figura 2 se presenta un modelo conceptual de modo sintético como fundamento del procedimiento general para la evaluación, clasificación y mejora del GrIT en empresas cubanas, y que, junto a las herramientas asociadas, constituyen la tecnología propuesta para evaluar, clasificar y mejorar el GrIT. En el centro del modelo se ubica el GrIT como núcleo del modelo, en su alrededor se ubican las fases del procedimiento general propuesto para la evaluación, clasificación y mejora del GrIT. El sistema funciona en una lógica de planificar, hacer, verificar y actuar (P-H-V-A) que tiene en cuenta elementos como el liderazgo, las políticas de la organización, la estrategia, los programas, las herramientas operativas, la evaluación del desempeño y la mejora.

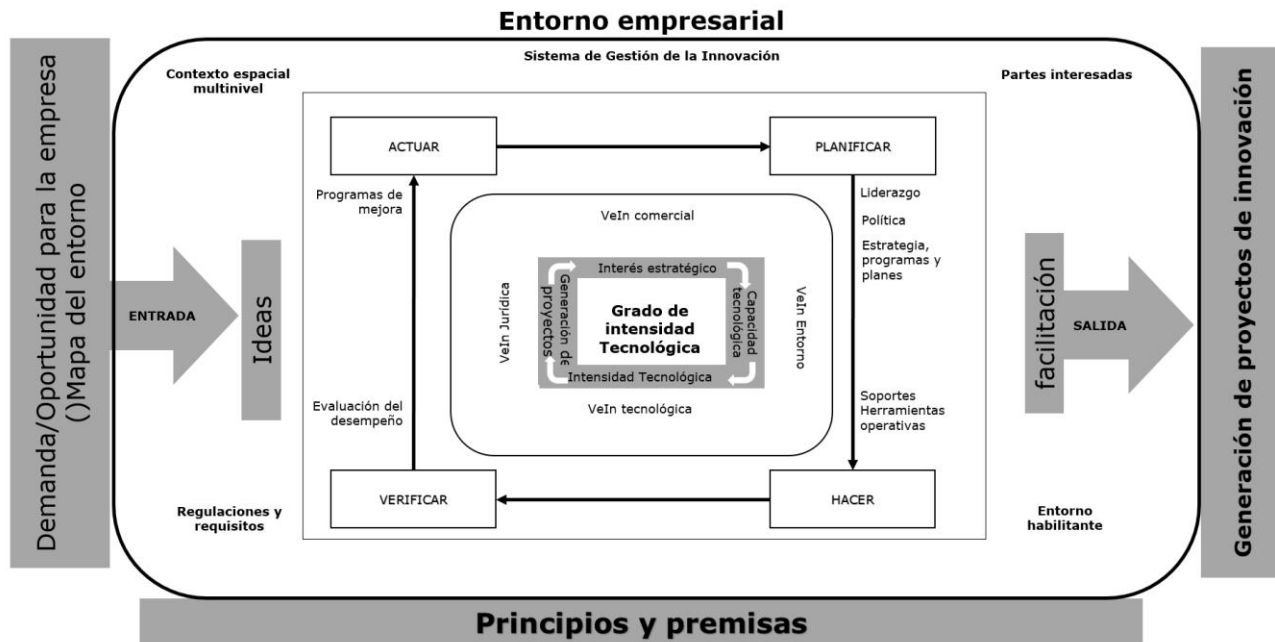


Fig. 2. Modelo para la evaluación, clasificación y mejora del grado de intensidad tecnológica en empresas cubanas (MECyM-GrIT).

En la empresa, el proceso de dirección estratégica constituye el elemento fundamental que cohesiona, integra, da sentido y orienta a la organización hacia un elevado desempeño como meta a alcanzar. Integrado a esta estrategia general, la mejora del GrIT constituye el motor decisivo para alcanzar los resultados propuestos. Este proceso facilita, con sus herramientas asociadas, la anticipación de sucesos derivados de la influencia permanente y dinámica de factores del entorno (resumidos en los elementos identificados en el contorno exterior de la figura) entre el entorno empresarial y el sistema de gestión de la innovación en la empresa. Estos deben ser advertidos oportunamente mediante el despliegue de acciones de vigilancia e inteligencia activa en sus cuatro vertientes (tecnológica, comercial, jurídica y del entorno), con lo que contribuye a acortar progresivamente la brecha entre el estado actual y el deseado.

MODELO PARA LA EVALUACIÓN, CLASIFICACIÓN Y MEJORA DEL GRADO DE INTENSIDAD TECNOLÓGICA EN EMPRESAS CUBANAS

Del contexto de la organización se tiene en cuenta a las partes interesadas¹[1] de la organización, los elementos habilitantes, las regulaciones y requisitos y el contexto espacial multinivel²[2] [15, 16, 17].

Lo anterior exige disponer de un procedimiento para evaluar, clasificar y mejorar el GrIT en las empresas. Sin embargo, para poder desplegar el referido procedimiento en las empresas, se constituyen, en premisas a cumplir, las siguientes:

1. **La implicación y liderazgo de la alta dirección en la gestión de las tecnologías y de la innovación**, mediante la implementación de una política consecuente que facilite la continua y sistemática aplicación de acciones de mejoras al sistema de innovación empresarial.
2. El **adecuado ambiente de control**, contribuye, además, a fomentar y crear la cultura de la mejora continua y establecer una percepción organizacional hacia las oportunidades de mejoras.
3. La **gestión de la calidad** que aporta la filosofía para la gestión, el método, las formas de hacer estandarizadas y la trazabilidad de sus procesos, que constituye, además, el fundamento en el que se soporta el resto de los sistemas que sustentan la estrategia general de la empresa.
4. Un **clima organizacional favorable**, evaluado mediante instrumentos de la gestión integrada del capital humano en todos los niveles de la organización, como condicionante para el desarrollo de una actitud favorable hacia el aprendizaje sistemático y el trabajo en equipos de alto desempeño.

Junto a las premisas identificadas debe existir una herramienta proactiva para el control de gestión empresarial que cuente con una dimensión de innovación, es una condición óptima para exitoso despliegue de la tecnología propuesta.

Durante la **Fase I** se determinan los atributos fundamentales para el despliegue de la tecnología, en esta etapa se diagnostica el nivel de gestión de la tecnología y la innovación, resulta de aquí la primera entrada para la mejora de atributos.

En la **Fase II** se evalúa la capacidad tecnológica de la empresa, mediante el Índice de capacidad tecnológica, el cual está expresado en cinco factores, estas son: capacidad tecnológica para la Investigación y desarrollo (I+D), capacidad tecnológica de dirección estratégica de la innovación, capacidad tecnológica de mercado, capacidad para la producción, así como capacidad de gestión de los recursos financieros. La evaluación se realiza mediante 17 indicadores y 49

¹[1] Según la ISO: 9001: 2015 (ISO, 2015), el concepto de partes interesadas se extiende más allá del enfoque únicamente al cliente. Es importante considerar todas las partes interesadas pertinentes

²[2] Los autores entienden, por contexto espacial multinivel, las relaciones de la empresa con su contexto nacional, provincial y local.

variables (ver ecuación 1). En esta etapa se encuentra la segunda entrada para las mejoras, en este caso de la capacidad tecnológica.

$$CT_{emp} = \left(\frac{\sum FCT_x}{\sum \text{máx}(FCT_x)} \right) 100 \quad (1)$$

CT_{emp} : Índice de capacidad tecnología empresarial. Si $CT_{emp} \geq 80\%$ es alta, si $50\% \leq CT_{emp} < 80\%$ es regular, si $30\% \leq CT_{emp} < 50\%$ media y si $CT_{emp} < 30\%$ es baja.

FCT_x : Factores de capacidad tecnológica (ecuación 2)

$$FCT_x = \sum_{i=1}^k I_i \quad (2)$$

Donde k es el número de indicadores por cada factor x de capacidad tecnológica.

Si n es el número de indicadores y m la cantidad de variables por indicadores, entonces cada indicador podrá cuantificarse mediante la ecuación 3.

$$I_n = \left(\frac{\sum_{i=1}^m I_{ni}}{m} \right) \quad (3)$$

Los valores de cada variable **I_{ni}** correspondiente a los indicadores **I_n** se clasifican según la escala: si $I_{ni} \geq 0.7$ variable fuerte, si $0.55 \leq I_{ni} < 0.7$ variable media y si $I_{ni} < 0.55$ variable débil.

$$GrIT = IIT \cdot CT_{emp} \quad (4)$$

En la **Fase III** se clasifica el grado de intensidad tecnológica por medio del índice general denominado GrIT (ecuación 4), el cual se apoya en el índice de intensidad tecnológica empresarial (ecuación 5) y el de capacidad tecnológica, el cual fue calculado en la fase II. Al finalizar esta fase se encuentra la tercera entrada de mejora, en este caso de aspectos asociados al índice de intensidad tecnológica. Si la empresa resulta clasificada como empresa de grado significativo de intensidad tecnológica, puede pasar a la **Fase IV**, donde la empresa entra en dos etapas a la generación de proyectos de innovación. Esta es una etapa en la cual las empresas con grado significativo pueden permanecer, pues, de estas se espera que mejoren su GrIT. El procedimiento propuesto se sustenta en su despliegue sobre la base de las premisas y los principios básicos del MECyM-GrIT.

MODELO PARA LA EVALUACIÓN, CLASIFICACIÓN Y MEJORA DEL GRADO DE INTENSIDAD TECNOLÓGICA EN EMPRESAS CUBANAS

Con **IIT** el Índice de intensidad tecnológica que se calcula mediante la ecuación 5.

$$IIT = \sum_{i=1}^h P_{ri} I_{ri} \quad (5)$$

P_{ri} es el significado (ponderación) en **IIT** de las h intensidades relativas I_{ri} definidas en la organización.

En la figura 3 se presentan los tipos de grados de intensidad tecnológica.

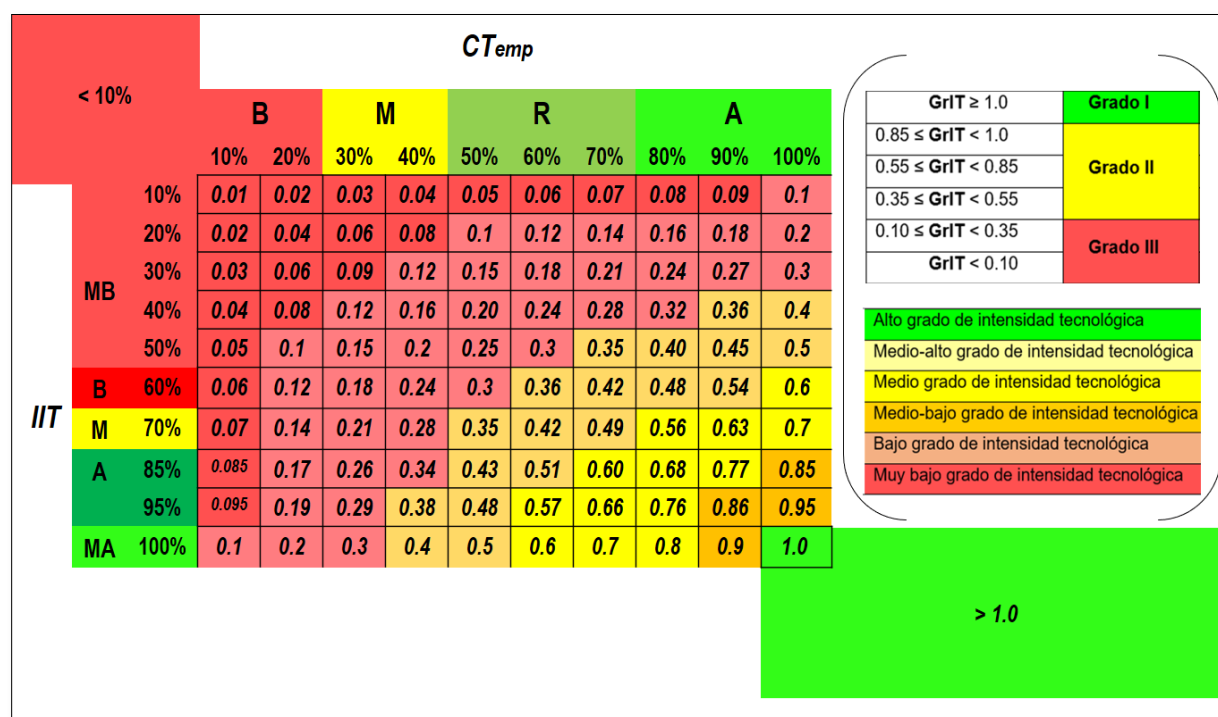


Fig. 3 Tipo de grado de intensidad tecnológica.

Según el grado de intensidad da tecnológica empresarial la empresa puede clasificarse en tres tipos, los mismos se muestran a continuación.

- Una empresa de **grado I** es clasificada como **Empresa Tecnológica**
- Una empresa de **grado II** es clasificada como **Empresa en Consolidación Tecnológica**
- Una empresa de **grado III** es clasificada como **Empresa de Baja Tecnología**.

Las empresas de grado I y II son consideradas **Empresas de Grado Significativo de Intensidad Tecnológica (EGSIT)**, esto es, si se atiende a las posibilidades y capacidades que poseen para el desempeño de actividades tecnológicas y de innovación.

En la figura 4 se presenta un esquema del procedimiento para evaluar, clasificar y mejorar el GrIT, donde se observan las cuatro fases, las ocho (8) etapas y los 20 pasos.

MODELO PARA LA EVALUACIÓN, CLASIFICACIÓN Y MEJORA DEL GRADO DE INTENSIDAD TECNOLÓGICA EN EMPRESAS CUBANAS

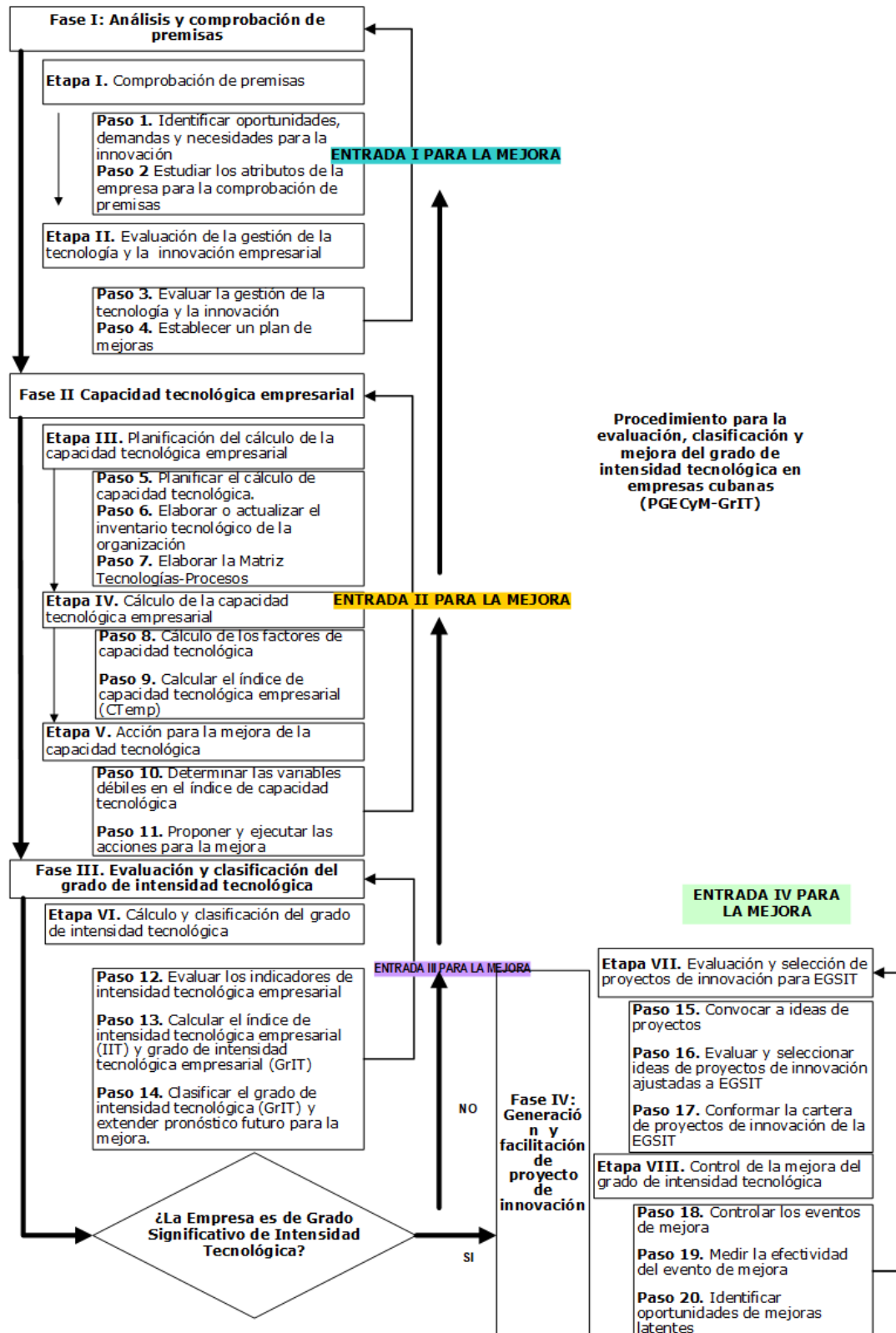


Fig. 4. Procedimiento para evaluar, clasificar y mejorar el GrIT.

Los resultados de la comprobación teórica de la validez y la confiabilidad del herramental que sustenta el modelo se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Resultado de la validez y la confiabilidad del modelo propuesto.

Validez (IVG= 0.87)		Confiabilidad
Grado de usabilidad (IU= 0.88)	Grado de objetividad (ICS _{kj} > 0.80)	($\alpha = 0.993$)
IADOV= 0.82 NPS= 0.90		Prueba no paramétrica de <i>Kruskal Wallis</i> antecedida por la prueba de normalidad de <i>Kolmogorov-Smirnov</i> , no cuentan con diferencias entre sus medias, P-Valor de 0.453 para un 95 % de confianza

Discusión

El modelo conceptual es la base del procedimiento descrito, este posee como características principales, las siguientes:

La integración del GrIT al sistema de gestión empresarial está sustentado en el uso intensivo de la tecnología y el conocimiento.

No confina la realización de la evaluación, clasificación y mejora del GrIT en un área especializada de la estructura organizativa. Favorece su desarrollo a todos los niveles de la organización, mediante su adecuada estimulación y creación de condiciones para su sistemático desarrollo a partir del despliegue de una estructura organizativa que facilite y promueva su internalización en la empresa.

Identifica oportunidades de mejora para alcanzar un estadio superior en el GrIT y de este modo crear capacidades para la generación de proyectos de innovación.

Es significativa la contribución que conceptualmente hace al desarrollo de una cultura orientada a la innovación y a la responsabilidad organizacional, soportado en la implicación y liderazgo de la alta dirección. En la capacitación, la integración de la innovación a la dirección estratégica y en la mejora, identificadas como

MODELO PARA LA EVALUACIÓN, CLASIFICACIÓN Y MEJORA DEL GRADO DE INTENSIDAD TECNOLÓGICA EN EMPRESAS CUBANAS

premisas para el despliegue del modelo conceptual mediante el procedimiento general elaborado.

El modelo teórico y su herramental poseen flexibilidad, capacidad de contextualización, posibilidades de predecir y corregir debilidades tecnológicas en la organización, además tiene una alta consistencia lógica. Lo antes mencionado resultan elementos valiosos y motivadores para el usuario, debido a su carácter proactivo.

El cálculo de IU se realiza según la figura 1, con los valores de IADOV (ISG) y con NPS se obtiene un IU de 0.88, lo que permite que la tecnología tenga una utilidad considerable. El índice de validez global de la tecnología IVG, resulta de 0.87, lo que significa que el MECyMGrIT posee una considerable validez de contenido, por lo que tiene calidad suficiente para cumplir con el objetivo para el cual fue diseñado.

Para el cálculo del coeficiente de confiabilidad según la figura 1, el I valor del coeficiente alfa calculado es de 0.993, lo cual significa que la consistencia interna referente a la confiabilidad es excelente. Dichos resultados, según la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis antecedida por la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, no cuentan con diferencias entre sus medias, pues se obtiene un P-Valor de 0.453 para un 95 % de confianza en los datos utilizados.

Conclusiones

1. Con el estudio de diversos modelos, metodologías y herramientas disponibles en relación con la evaluación, clasificación y mejora del GrIT se observó que: tipo de aporte más común son instrumentos, el tipo de innovación más abordada es de producto. El 80% lo aborda en el ámbito empresarial; y las técnicas de implementación el 40% usan criterios de expertos. El nivel de detalles que logran llegar el 70% usa capacidad de innovación, el 90% no usa Software.
2. El procedimiento descrito parte de un modelo conceptual para la evaluación, clasificación y mejora del grado de intensidad tecnológica. Se establece que el despliegue de dicho procedimiento, en las empresas, requiere de cuatro premisas: implicación y liderazgo de la alta dirección en la gestión de las tecnologías y de la innovación, adecuado ambiente de control, gestión de la calidad y clima organizacional favorable.
3. Dicho procedimiento está adecuado al contexto cubano y se compone de 20 pasos en ocho etapas contenidas en cuatro fases: Análisis y comprobación de premisas, Capacidad tecnológica empresarial, Evaluación y clasificación del grado de intensidad tecnológica y finalmente la de Generación y facilitación de proyecto de innovación.
4. Las técnicas matemáticas-estadísticas empleadas arrojan que el procedimiento es confiable, tiene una utilidad considerable y posee un alto

grado de usabilidad, así como de objetividad. Por lo anterior, se demuestra, desde el punto de vista teórico, su validez y su confiabilidad.

Referencias

1. CASTRILLÓN-MUÑOZ, A.; INFANTE-MORO, A.; ZÚÑIGA-COLLAZOS, A. & MARTÍNEZ-LÓPEZ, F. J. (2020). "Generación de empresas derivadas de base tecnológica (spin offs), a partir de los resultados de I+D+i de los grupos de investigación de la Universidad del Cauca, Colombia". *Información Tecnológica*, 31 (1): 67-78 ISSN 0718-0764.
2. CALPA-OLIVA, J. E. (2020). "Validación de un modelo de logística inversa para la recuperación de los RAEE de la ciudad de Cali, basado en el Pensamiento Sistémico usando una simulación con Dinámica de Sistemas". *Tecnológicas*, 23 (48): 55-81. ISSN 22565337
3. VARGAS, C. A. F.; SANTOS, S. A.; PLONSKI, G. A. & KUNIYOSHI, M. S. (2020). "Product development in technology-based firms in innovation environments". *Gestão & Produção*, 27 (2): eISSN: 1806-9649.
4. MORALES RUBIANO, M. E.; DUQUE OROZCO, Y. V. Y ORTIZ RIAGA, C. (2019). "Modelo metodológico para el fortalecimiento de capacidades dinámicas de innovación en mipymes". *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (86): 13-33. ISSN: 2019.2286
5. PRAJOGO, D. & AHMED, P. (2006). "Relationships between Innovation Stimulus, Innovation Capacity, and Innovation Performance". *R&D Management*, 36 (5): 499-515. ISSN 1467-9310.
6. LALL, S. (1992). "Technological Capabilities and Industrialization. *World Development*", 20 (2): 165-186. ISSN 0305-750X
7. DE LEÓN GARCÍA, D. (2021) "Evaluación, clasificación y mejora del grado de intensidad tecnológica de las empresas cubanas: aplicación EIPi Matanzas". Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Matanzas, Matanzas. Cuba.
8. BÁSCOLO P.J.; CASTAGNA, A. I.; WOELFLIN, M. L. (2012). "Intensidad tecnológica en la estructura productiva de Rosario". *¿Hacia una economía más intensiva en conocimiento? Pampa*, 8: 63-88. ISSN 1669-3299
9. DE LEÓN GARCÍA, D.; SUÁREZ HERNÁNDEZ, J.; PÉREZ BARRAL, O.; GARCÍA DOMÉ, A. V.; ESTOPIÑAN LANTIGUA, M. (2021). "Procedimiento para el cálculo y la mejora de la capacidad tecnológica en organizaciones empresariales". *Universidad y Sociedad*, 13 (3) ISSN 2218-3620 [
10. DE LEÓN GARCÍA, D.; JIMÉNEZ VALERO, B.; PÉREZ BARRAL, O.; GARCÍA DOMÉ, A. V. Y ESTOPIÑAN LANTIGUA, M. (2021). "Empresas de Grado Significativo de Intensidad Tecnológica en Cuba". *Ingeniería Industrial*, XLII (2) ISSN 1815-5936

MODELO PARA LA EVALUACIÓN, CLASIFICACIÓN Y MEJORA DEL GRADO DE INTENSIDAD TECNOLÓGICA EN EMPRESAS CUBANAS

11. GOUVÊA ALMEIDA. M. A.; NUNES LINS. H & SILVA CATELA E. Y. (2020). "Cadeias globais de valor, inovação e upgrading: estudo sobre empresas industriais argentinas com base em microdados". Revista de Economia Contemporânea, 24 (3): 1-33 SSN 1980-5527
12. SALAS ÁLVAREZ, W. T.; MEDINA LEÓN, A.; MEDINA NOGUEIRA, D.; VALLADARES RODRÍGUEZ, R. (2018). "El turismo comunitario, integrado y participativo como medio de fortalecimiento en la educación ambiental". Atenas, 4(44), p. 92-107.
13. ALARCÓN QUINAPANTA, M.; FRÍAS JIMÉNEZ, R.; NOGUEIRA RIVERA, D. (2019). "Influencia del Talento Humano en la trazabilidad del café ecuatoriano y su impacto en la Responsabilidad Social Empresarial". Veritas and research. 19(1). ISSN 2697-3375
14. ABREU LEÓN, R. (2004). "Modelo y Procedimiento para la Toma de Decisiones de Inversión Sobre el Equipamiento Productivo en Empresas Manufactureras Cubanas". Tesis Doctoral. Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Santa Clara, Cuba.
15. MAKU, L.; IGHODARO, I. D.; NGCOBO-NGOTHO, G. P. T. (2019). "Capacity development for scaling up climate-smart agriculture innovations: agricultural extension's role in mitigating climate change effects in Gqumashe community, Eastern Cape, South Africa". South Africa Journal of Agricultural Extension, 47 (1): 45-53. ISSN 2413-3221.
16. Wang, W.; Cao, Q.; Qin, L.; Zhang, Y.; Feng, T. & Feng, L. (2019). "Uncertain environment, dynamic innovation capabilities and innovation strategies: A case study on Qihoo 360." Computers in Human Behavior, (95): 284-294. ISSN 0747-5632
17. Martins Diniz, D.; Molica de Mendonça, F.; Bayma de Oliveira, F.; Souza Sant'Anna, A. (2020). Interorganizational knowledge transfer mechanisms: a study in the largest Brazilian institution of agricultural research. Cadernos EBAPE.BR, 18 (special edition): 713-728 .ISSN 1679-3951.

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Dariel de León-García: Autor principal, creador del modelo propuesto. Participó en la redacción del artículo y en su revisión.

Bisleivys Jiménez-Valero: asesora del trabajo, laboró en el análisis del procedimiento como parte del modelo. Además, aportó en la redacción y revisión.

Jesús Suarez-Hernande: asesor del trabajo, laboró en el análisis del procedimiento como parte del modelo. Además, aportó en la redacción y revisión.

Ana Victoria García-Domé: Aportó en la redacción y revisión metodológica del trabajo y en la selección de los métodos de investigación empleados.