

Propuesta metodológica para la evaluación de Biofísica Médica en su promoción a Empresa de Alta Tecnología

Methodological proposal for the evaluation of Medical Biophysics in its promotion to a High Technology Enterprise

*MSc. Liuvas Boizán-Cobas, liuvas.boizan@uo.edu.cu,
<https://orcid.org/0000-0002-7746-3877>;*

*Dra. C. María Ángeles Alpízar-Terrero, manges@uo.edu.cu,
<https://orcid.org/0000-0002-1706-0902>;*

Dra. C. Rosario León-Robaina, rosariolr@uo.edu.cu, <http://orcid.org/0000-0001-5397-777X>

Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

Resumen

Biofísica Médica es una Entidad de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Educación Superior, que está convocada a convertirse en una Empresa de Alta Tecnología. Se propone una metodología para evaluar los indicadores establecidos en el Decreto No. 2/2020, donde se norma la organización y funcionamiento de este tipo de empresas. A partir del método de estudio de caso y del procesamiento de 11 encuestas realizadas a expertos de la entidad, se diseñó la metodología conformada por cuatro etapas que se retroalimentan, monitorean y controlan de manera transversal y permiten el perfeccionamiento del proceso de I+D+i, como núcleo central del decreto. Se validó la aplicabilidad de la propuesta a través del método de criterio de usuarios y el índice de satisfacción grupal. Los resultados de la evaluación de los indicadores no cumplidos, permitirá el diseño de un plan de medidas que será incorporado a la planificación estratégica de la institución.

Palabras clave: Empresa de Alta Tecnología, I+D+i, metodología de evaluación.

Abstract

Medical Biophysics is a Higher Education Science, Technology and Innovation Entity, which is called to become a High Technology Enterprise. A methodology to evaluate the indicators established in Decree No. 2/2020, which regulates the organization and operation of this type of companies is proposed. Based on the case study method and the processing of 11 surveys carried out to experts from the entity, the methodology was designed consisting of four stages that provide feedback, monitor and control in a transversal way and allow the improvement of the R + D + i, as the central nucleus of the decree. The applicability of the proposal was validated through the user criteria method and the group satisfaction index. The results of the evaluation of the indicators not met, will allow the design of a plan of measures that will be incorporated into the strategic planning of the institution.

Keywords: High Technology Enterprise, R + D + i, evaluation methodology.

Introducción

El desarrollo alcanzado por la comunidad científica cubana permite profundizar en el impacto de la ciencia sobre la economía, y un elemento clave para el desarrollo económico es su inserción en el mercado internacional. Gestionar la innovación y el conocimiento desde una Empresa de Alta Tecnología (EAT), constituye una oportunidad para las Instituciones de la Educación Superior (IES) a partir del reordenamiento de las instituciones de Ciencia, Tecnología e Innovación y su papel vinculante con el sector empresarial.

La producción y comercialización de los resultados de ciencia provenientes de la actividad de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), potencian el desarrollo económico de la nación a partir de la existencia de la llamada industria de alta tecnología (Lage, 2012), que ha sido estimulada por el Estado Cubano desde un nuevo contexto regulatorio y legislativo y da cumplimiento a varios de los acuerdos del VII Congreso del Partido en 2016.

El artículo 21 de la Constitución de la República de Cuba (Asamblea Nacional del Poder Popular, 2019), establece que el Estado promueve el avance de la ciencia, la tecnología y la innovación como elementos imprescindibles para el desarrollo económico y social de la nación. Lo anterior se complementa con la aprobación de las normas cubanas (NC) para la gestión de la I+D+i, la NC 1307:2019 (Comité Técnico de Normalización, 2019), y la NC 1308:2019 (Comité Técnico de Normalización, 2019), las que establecen lo relacionado a los Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i y el Sistema de Vigilancia e Inteligencia respectivamente.

Según el Decreto No.2/2020 De las EAT (Cuba. Consejo de Ministros, 2020), las empresas de este tipo se caracterizan por la internalización de la ciencia, la obtención de productos diferenciados de ciclos de vida corta, la posesión de una fuerza de trabajo altamente calificada y la negociación de activos intangibles. Además, compiten por la diferenciación de los productos más que por las altas escalas y los bajos costos (Lage, 2014).

En tres décadas de maduración, el sector biotecnológico ha alcanzado una posición privilegiada en el desarrollo económico del país (Espinosa et al, 2018). Las organizaciones de este sector se destacan por el desarrollo de nuevas tecnologías, equipos y procesos, y el incremento de sus exportaciones. Desde la propia reorganización de las políticas de ciencia del país han sido establecidas como EAT siete instituciones de la

biotecnología cubana, las que constituyen referencia obligada para establecer los paradigmas del impacto de la innovación en otros escenarios.

Dentro de las instituciones que recientemente han sido promovidas a EAT por el Consejo de Ministros, se encuentran el Centro de Inmunología Molecular (CIM), el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), el Centro Nacional de Biopreparados (BioCen), y la Empresa de Tecnologías y Servicios Telemáticos Avanzados (Citmatel) del Grupo Empresarial de la Ciencia, la Tecnología y el Medio Ambiente. Lo anterior demuestra que otros sectores que inciden directamente en el desarrollo socioeconómico del país pueden ser terreno fértil para el desarrollo de este tipo de empresas, si basan su economía en el uso de la ciencia y la innovación tecnológica. Un ejemplo de ello son las Entidades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ECTI) de la Educación Superior que aspiran a convertirse en una EAT.

La ECTI Biofísica Médica es una IES, que según se declara en la Planeación Estratégica (2019), tiene como misión investigar, desarrollar y comercializar productos y servicios orientados al Sistema Nacional de Salud (SNS), a partir de resultados de proyectos de I+D+i con alto valor agregado. A pesar de su vasta experiencia en la generalización de los resultados de ciencia e innovación, existen proyectos que no cierran el ciclo de investigación, desarrollo, innovación, producción y comercialización. La experiencia práctica de las investigadoras y del análisis de los balances de ciencia e innovación, así como de los informes de cumplimiento de los objetivos estratégicos, han permitido identificar algunas de las causas que influyen en este sentido:

1. Las carencias de recursos tecnológicos que necesitan ser importados para el desarrollo de prototipos y producciones continuas.
2. Las insuficiencias en los estudios de factibilidad económico-financiera de los proyectos que no permiten estimar o proyectar la viabilidad de los mismos.
3. La no sistematicidad en los estudios de mercado y de vigilancia tecnológica que permitan reconocer el estado de la tecnología y sus tendencias para la toma de decisiones, entre otras.

Para que la ECTI Biofísica Médica pueda ser promovida a una EAT debe cumplir con los requisitos e indicadores que están establecidos en el Decreto No 2/2020 de las EAT, los mismos son: introducción al mercado de productos y servicios, facturación o ventas totales, exportación de servicios, propiedad intelectual, gestión de capital humano, recursos financieros dedicados a la I+D y productividad del trabajo. El objetivo de esta

investigación es proponer una metodología para la evaluación de estos indicadores en la ECTI Biofísica Médica para su promoción como EAT.

Fundamentación teórica

Varios son los aportes conceptuales que ofrece la literatura especializada para el término EAT. McKenna (1985) destaca que estas ofrecen productos complejos con un carácter novedoso en su uso y presentación y Macinnis y Heslop (1990) aluden a la explotación de tecnologías de rápida evolución y mejoras constantes en los productos que ofrecen.

Por su parte, Rooks y Weinroth (1993) plantean que estas empresas disponen de una función de ingeniería muy sofisticada y basada en la explotación de los conocimientos más avanzados. En esa misma vertiente, Santos y Vázquez (1997) significan que también se distinguen por el uso intensivo del conocimiento y la innovación, que en el contexto de un mundo globalizado gozan de gran relevancia estratégica en las economías de los países desarrollados, actuando como impulsores del crecimiento industrial interno y de la capacidad competitiva en el entorno internacional.

Otros estudios como el de Ine (2002) demuestran que las EAT tienen un grado de complejidad tal que requieren un continuo esfuerzo de investigación e innovación y una sólida base tecnológica. Asimismo, otros autores como: Colombo y Grilli (2005), Coeurderoy y Murray (2008), y Fong y Alarcón (2010), refieren que una de las ventajas más destacadas de este tipo de empresas es su capacidad para generar conocimiento. Lo anterior permite concluir que las EAT ofrecen productos complejos y novedosos, con rápida evolución y mejoras constantes.

A pesar de no existir consenso en la literatura para definir el término EAT (Hooton, 2018), los estudios de Kile (2009), Decker (2016) y Barefoot (2018), abordan las definiciones del sector de alta tecnología a partir de establecer cuatro características comunes que distinguen a estas empresas:

1. Alta inversión en investigación, desarrollo e innovación.
2. Alto número de empleados especializados en ingeniería, matemáticas y otras ciencias afines.
3. Complejidad y novedad en la producción de bienes y servicios.
4. Explotación de la alta tecnología en el proceso productivo.

En el contexto cubano, para esta investigación se asume el concepto de EAT definido en el Decreto 2 de 2020 De las Empresas de Alta Tecnología (Cuba, Ministerio de Justicia 2020), como “aquellas organizaciones que se caracterizan por mostrar una actividad

intensiva en investigación, desarrollo e innovación, así como elevados estándares tecnológicos; cierran el ciclo de investigación, desarrollo, innovación, producción y comercialización de productos y servicios de alto valor agregado, con énfasis en el mercado exterior; y constituyen una vía de conexión y alineación del conocimiento con la producción, tanto por los resultados de la investigación científica y tecnológica propia, como de la asimilación y empleo de conocimientos procedentes de fuentes externas”.

En el Decreto No. 2/2020 se establecen de manera general los requisitos, indicadores y el esquema de funcionamiento de las EAT, destacando que las mismas cuentan con una fuerza de trabajo altamente calificada; operan en el ciclo completo de investigación, desarrollo, innovación, producción y comercialización de productos y servicios de alto valor agregado; sus productos o tecnologías son novedosos, con un alto componente de activos intangibles debidamente protegidos; y desarrollan modelos de negocios en estadios pre-comerciales; entre otros.

Lo anteriormente expuesto propicia que en estas empresas aumente el volumen de las operaciones a través de la conquista de nuevos mercados, ajustándose a las regulaciones que ellos imponen, trabajando en sus decisiones de inversión a riesgo (Espinosa et al., 2018). Esas grandes operaciones productivas son las que permiten subsumir los altos costos de la investigación científica para el desarrollo de nuevos productos, y de los estándares de calidad que mantienen la competitividad (Lage, 2018).

Métodos

Se empleó el método de la revisión bibliográfica sistemática (Denyer y Trafield, 2009) que aportó los referentes teóricos y conceptuales del tema. Se realizó una revisión documental y el análisis comparado del cuerpo legislativo y regulatorio de las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en Cuba para evaluar la evolución y desarrollo de las variables empleadas en la investigación. Se utilizó el método de estudio de caso (Yin, 2015) para conceptualizar la propuesta metodológica a partir de contrastar los hallazgos del estado del arte con el entorno real. La triangulación de la información (Gutiérrez et al, 2016) permitió corroborar las evidencias y reforzar la validez de los resultados obtenidos con la consulta de los documentos oficiales de la ECTI Biofísica Médica correspondiente a los informes de Balance de Ciencia y Técnica del periodo 2017 al 2020, incluidos los objetivos estratégicos por Área de Resultados Clave (ARC) y la carpeta de proyectos de I+D+i de la entidad.

Se utilizó la consulta a 11 expertos a través de una encuesta para conocer el estado actual de cumplimiento de los indicadores contemplados en el Decreto Ley 2/2020. A partir de estos resultados se conceptualizó el diseño metodológico para la evaluación, monitoreo y control de los indicadores, que permitirá la promoción de la ECTI Biofísica Médica como EAT. La encuesta, se procesó con el paquete estadístico SPSS® Statistics (versión 22). La selección de los expertos se realizó a través del programa Decisiones v1.0, utilizando un intervalo de competencia de 0.8 y los criterios establecidos por el programa.

El método de criterio de usuarios, de conjunto con los expertos, permitió validar la metodología propuesta estableciendo un Índice de Satisfacción Grupal (ISG), empleando la siguiente fórmula:

$$ISG = \frac{A(+1) + B(+0,5) + C(0) + D(-0,5) + E(-1)}{N}$$

Donde A, B, C, D y E, representan el número de sujetos con índice individual y donde N representa el número total de sujetos del grupo. El índice grupal arroja valores entre +1 y -1. Los valores que se encuentran comprendidos entre -1 y -0,5 indican insatisfacción; los comprendidos entre -0,49 y +0,49 evidencian contradicción y los que caen entre 0,5 y 1 indican que existe satisfacción.

Resultados

Para una mejor comprensión de la investigación realizada en la ECTI Biofísica Médica los resultados se presentan en cuatro aspectos fundamentalmente:

1. Estado actual del cumplimiento de los indicadores normados en el Decreto 2/2020 para el Centro de Biofísica Médica.
2. Diseño de la metodología para la evaluación de los indicadores que permiten la promoción de la ECTI Biofísica Médica en Empresa de Alta Tecnología.
3. Descripción de las etapas que conforman la metodología.
4. Validación de la de la metodología.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada uno de ellos:

Estado actual de cumplimiento en la ECTI Biofísica Médica de los indicadores normados en el Decreto 2/2020 de las EAT

Dada la naturaleza sistémica del proceso de I+D+i (Arthur, 2009), contar con un sistema de indicadores que permita el diagnóstico de este proceso, garantiza conocer las brechas para elaborar estrategias y potenciar el crecimiento empresarial (Martínez, 2009). Según

Portugal (2017), es una herramienta simple de gran utilidad con el fin de conocer la situación actual de una organización y los problemas que imposibilitan su progreso. Por ello, el diagnóstico de la gestión de I+D+i para la ECTI Biofísica Médica constituye elemento esencial para su promoción como una EAT.

Los expertos seleccionados brindaron información relevante sobre la gestión del proceso de I+D+i como núcleo central del Decreto 2/2020. La selección se realizó a través del programa Decisiones v1.0, utilizando un intervalo de competencia de 0.8 y los criterios establecidos por el programa (Figura 1).

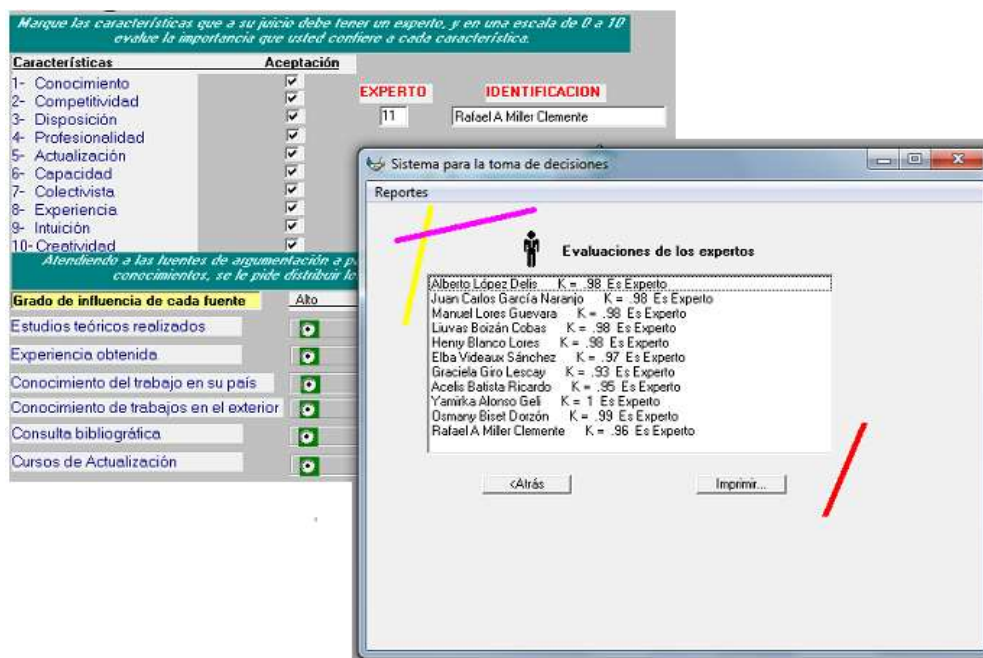


Figura 1. Captura de pantalla del programa Decisiones® versión 1.0 para la evaluación de competencia de los expertos.

A los especialistas del grupo de expertos se les aplicó una encuesta, la que fue evaluada bajo los criterios de: cumplido, parcialmente cumplido y no cumplido. Se definió en una escala de Likert del 1 al 3 donde recibió valor de 1 los indicadores cumplidos, 2 los cumplidos parcialmente, y 3 los no cumplidos. Para el procesamiento de la información se utilizó el paquete estadístico SPSS® Statistics (versión 22). Las valoraciones de los expertos se validaron mediante la prueba W de Kendall, para calcular el nivel de consenso alcanzado entre los mismos.

N	11
W de Kendall(a)	1,000
Chi-cuadrado	66,000
gl	6
Sig. asintót.	,000

a Coeficiente de concordancia de Kendall

Los resultados obtenidos permiten concluir que según los rangos mostrados por los siete indicadores evaluados, a consideración de los expertos no se cumplen los indicadores (exportación, introducción al mercado de productos y servicios, recursos dedicados a la I+D+i y productividad del trabajo); se cumplen parcialmente los indicadores (ventas y PI/Calidad); y el indicador (gestión de capital humano), cumple con la descripción del indicador considerado para clasificar como una EAT:

	Rango promedio
Ventas totales	2,00
Exportación de productos y servicios	3,00
Introducción al mercado de productos y servicios	3,00
Recursos dedicados a la I+D+i	3,00
Propiedad Intelectual/Calidad	2,00
Gestión de Capital Humano	1,00
Productividad del trabajo	3,00

Los resultados del procesamiento de la encuesta fueron complementados con la información obtenida de la revisión y análisis de documentos oficiales de la organización. Dentro de la documentación se encuentran los informes de Balance de Ciencia y Técnica del periodo 2017 al 2020, los objetivos estratégicos por Área de Resultados Clave (ARC) y la carpeta de proyectos de I+D+i de la entidad.

Introducción al mercado de productos y servicios

Según la revisión de la carpeta de proyectos de la entidad, se identifican algunas insuficiencias que pudieran estar incidiendo negativamente en el indicador introducción al mercado de productos y servicios:

- Existe tendencia a la no generalización de los resultados de investigación-desarrollo de los proyectos.
- Limitada gestión de proyectos internacionales que permitan la búsqueda de financiamiento en divisas libremente convertibles para fortalecer la infraestructura de investigación de la entidad.
- Insuficiencias en la supervisión y control por parte del Consejo Científico a los proyectos de I+D+i, ocasionando que no cierren ciclo.
- Asignación no oportuna de especialistas de alta calificación en proyectos considerados como estratégicos para el centro.

Exportación de bienes y servicios

La exportación de bienes y servicios en el período 2018-2020 no muestra resultados sostenibles, según se observa en la (figura 2). Los ingresos percibidos por su exportación se han realizado en frontera, prestando servicios académicos y científico-técnicos a países como Colombia, República Dominicana y Suiza.

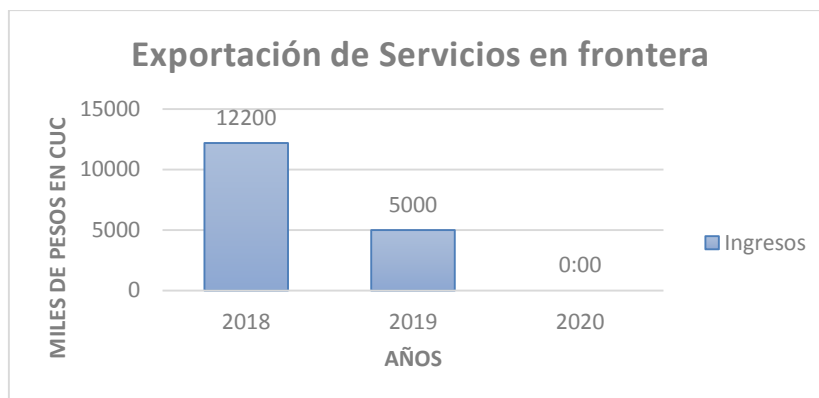


Figura 2. Exportación de Servicios 2018-2020

En el análisis de este indicador se destacan algunos elementos que a juicio de los expertos están incidiendo en el no cumplimiento del mismo:

- No contar con productos y servicios que hayan obtenido certificaciones de calidad de organismos internacionales, lo que limita la exportación de los mismos.
- No contar con alianzas estratégicas con otros sectores o del propio sector biomédico, que favorezcan las exportaciones de manera sostenible.
- No se han logrado explorar todas las variantes de exportación establecidas en el MES y sólo se han ofrecido servicios muy puntuales en frontera.

Productividad del trabajo

Según Cequea y Rodríguez-Monroy (2012), la productividad es el resultado de la articulación armónica entre la tecnología, la organización y el talento humano, combinando en forma óptima o equilibrada los recursos para la obtención de los objetivos. Con la medición, análisis y evaluación de la productividad se puede medir el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la I+D+i, teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de los beneficios, la tasa de crecimiento de los ingresos, crecimiento del margen operativo y el retorno de la inversión en I+D+i, entre otros.

En Cuba, existe la Norma Específica de Contabilidad de la Actividad Presupuestada (NECAP), Resolución 499/2016 del Ministerio de Finanzas y Precios (MFP), que rige los Estados Financieros (EF) del sector presupuestado, la misma no incluye una proforma para el cálculo de la productividad, por lo que no existe una metodología para

cuantificarlo. En las Unidades Presupuestadas (UP) se establecen como equivalentes a la producción de bienes y servicios otros gastos que no aportan a la producción como: Consumo Intermedio, Gastos de Personal y Consumo de Capital Fijo.

La ECTI Biofísica Médica es una UP, que rige su actividad contable según lo establecido por el MFP, realizando la desagregación del Presupuesto del Estado por partidas según el elemento de gastos, y define un plan anual de ingresos. Por lo anteriormente expuesto la entidad y el personal que labora en las actividades de ciencia, tecnología e innovación, no recibe los beneficios económicos que genera la aplicación de sus resultados; además de no realizar la medición, análisis y evaluación del desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la I+D+i, al tener en cuenta la tasa de crecimiento de los beneficios, la tasa de crecimiento de los ingresos, crecimiento del margen operativo, el retorno de la inversión en I+D+i, entre otros, lo que pudiera definirse como el cálculo de Valor Agregado Bruto (VAB) expresado en pesos, por promedio de trabajadores.

Según Hernández (2018), la productividad del trabajo en las UP pudiera medirse a través de la siguiente fórmula:

$$P = CI + GP + C_{pf} + OI_m$$

P: Productividad

CI: Consumo Intermedio (es la suma de gastos de materiales y otros gastos monetarios)

GP: Gastos de Personal

C_{pf}: Consumo de Capital Fijo

OI_m: Otros Impuestos

Se recomienda al Departamento Económico de la organización aplicar la fórmula, y de esta manera aportar los análisis que pudieran ilustrar el desempeño y la eficacia del proceso de I+D+i, enfocado al cumplimiento de lo que se establece para el indicador de Productividad del Trabajo, según el Decreto No.2 de las EAT, que refiere que la productividad del trabajo expresada en pesos de Valor Agregado Bruto por promedio de trabajadores debe ser $\geq 50\,000$.

Recursos dedicados a la I+D+i

La visión de la nación para 2030, aprobada en el VII Congreso del PCC, prevé en su artículo 149: Incrementar de forma sostenida el monto del financiamiento de la actividad de ciencia, tecnología e innovación y su crecimiento proporcional al Producto Interno Bruto (PIB); encaminado en este sentido en el presupuesto estatal. Según el Manual para la Gestión del Sistema de Programas y Proyectos del CITMA (Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020), en su Capítulo V establece que las ECTI que

funcionen como Unidades Presupuestadas, operan una cuenta corriente que permite ejecutar el financiamiento de proyectos de ciencia, tecnología e innovación y remunerar a los participantes en los mismos, como es el caso de la ECTI Biofísica Médica, los recursos financieros que se dedican a la actividad de I+D+i están implícitos en los elementos de gastos del presupuesto asignado.

En Cuba actualmente se ha dedicado financiamiento estatal a las innovaciones de sectores estratégicos como es el biotecnológico por su impacto en la economía nacional (Rodríguez, 2017). El Decreto No.2 de las EAT expone que los recursos financieros dedicados a la investigación, desarrollo e innovación, con relación a la facturación de la entidad debe ser $\geq 10\%$, cuestión que no se cumple debidamente en la ECTI Biofísica Médica.

Luego del análisis de la gestión de la I+D+i en la entidad, se evidencia la necesidad de diseñar una metodología que permita monitorear, controlar y evaluar sistemáticamente los indicadores que están normados en el Decreto de las EAT.

Diseño de la metodología para la evaluación de los indicadores que permiten la promoción de la ECTI Biofísica Médica en Empresa de Alta Tecnología

Para la evaluación, monitoreo y control de los indicadores se propone un diseño metodológico, que de forma operacional y funcional permita transformar el objeto del estado inicial al estado deseado, a través de una secuencia lógica de pasos (Eyssautier de la Mora, 2006) y se complementa con elementos técnicos, económicos, normativos y legales, que permitirá la actualización y perfeccionamiento permanente del proceso, así como la posibilidad de ser aplicado a otras ECTI que aspiren a ser promovidas como EAT.

Las bases teóricas para conformar la propuesta, parten de la necesidad de situar el avance de la ciencia, la tecnología y la innovación como elementos imprescindibles para el desarrollo económico y social de la nación hasta el 2030 con carácter sostenible, y de la definición de Empresa de Alta Tecnología materializada en entidades de ciencia del país. Para delimitar la intencionalidad del diseño metodológico propuesto y establecer las condiciones para su aplicación se proponen las siguientes premisas:

1. La gestión de la I+D+i es un proceso estratégico en las ECTI y constituye una prioridad nacionalmente establecida dentro del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación que incentiva a estas entidades a la producción y comercialización de los resultados de ciencia provenientes de esta gestión.

2. Existe disposición, liderazgo y compromiso de la comunidad científica y los decisores para llevar a cabo las diferentes etapas del proceso de gestión de la I+D+i hasta el cierre de ciclo de los proyectos, la producción y comercialización de los productos y servicios derivados de esta actividad.
3. La gestión de la I+D+i garantiza el cumplimiento de la responsabilidad social de las ECTI y contribuye al mejoramiento de los requisitos e indicadores que las promueven a EAT.
4. La metodología puede ser generalizada a otras ECTI del país para estandarizar el conjunto de etapas, procesos y actividades relacionadas con la promoción a una EAT.

Como elementos distintivos de la metodología propuesta se exponen los siguientes principios:

1. Flexibilidad e Integración: cualidad de la metodología que permite la integración de otros procesos y actividades con la gestión de investigación, desarrollo e innovación.
2. Participación y aprendizaje: la capacidad de la metodología de facilitar el aprendizaje bidireccional y la participación conjunta, fertilizar el proceso de gestión de I+D+i y retroalimentarlo en busca de su perfeccionamiento, pertinencia y actualización.
3. Resiliencia: la metodología permite la reconfiguración de recursos y competencias, de manera que éstos se adaptan y evolucionan de forma natural en entornos diferentes.

La propuesta metodológica consta de cuatro etapas que en su interior comprenden cinco actividades fundamentales que se retroalimentan, monitorean y controlan de manera transversal. Las etapas y actividades tienen un orden lógico en correspondencia con los flujos informativos de entrada/ salida de cada una de las etapas, lo cual facilita la continuidad permanente de la evaluación de los indicadores en el proceso de I+D+i. La metodología comienza a desplegarse desde el mismo momento que se establecen los requisitos de entrada y se condicionan los flujos dinámicos entre cada etapa (Figura 3).

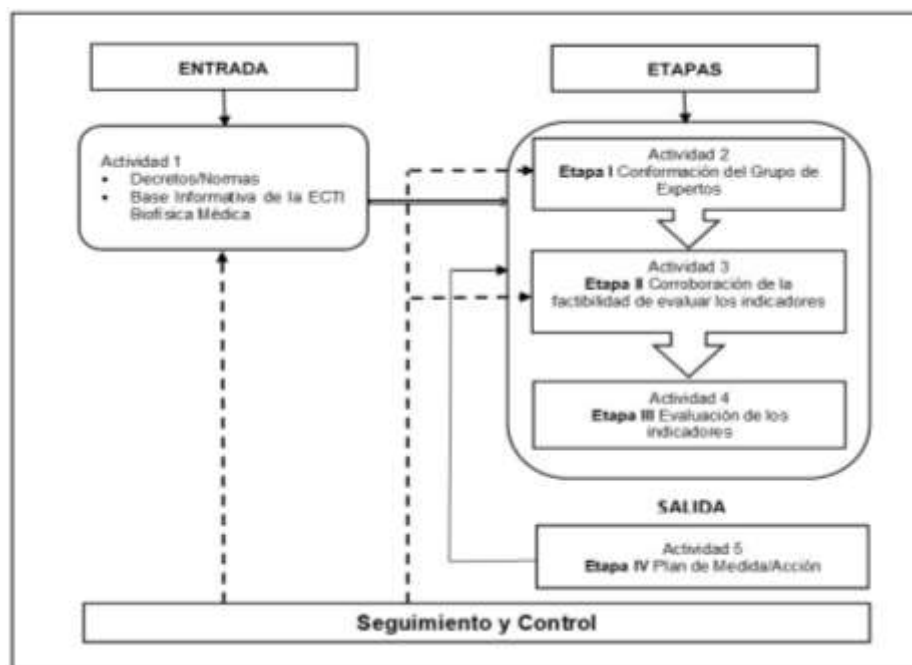


Figura. 3. Metodología para la evaluación de los indicadores de EAT en la ECTI Biofísica Médica.
Legenda: ----- refieren la retroalimentación del diseño

Descripción de las etapas y actividades que conforman la metodología

Todos los elementos anteriores conforman la metodología que se despliega en las etapas, objetivos, métodos y técnicas que la sustentan, como se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Etapas, objetivos, actividades y métodos empleados en el diseño metodológico para la evaluación de los indicadores.

Etapa/Pasos Metodológicos	Objetivo	Actividades	Salida	Métodos y Técnicas
Entrada	Analizar los Decretos y Normas que regulan la gestión de la I+D+i en las ECTI, además de la Base Informativa de la ECTI Biofísica Médica	A1. Realizar un análisis comparado entre el Decreto-Ley 323/2014 De las ECTI y el Decreto No. 2/2020 De las EAT, analizar la NC 1307:2018 Gestión de la I+D+i: Requisitos del Sistema de Gestión, y obtener información relevante de toda la Base Informativa de la ECTI CBM para su posterior análisis por el grupo de expertos.	Obtención de indicadores y requisitos que permiten la promoción de una ECTI a una EAT.	Análisis Documental Análisis comparado
Conformación del Grupo de Expertos	Conformar el grupo de expertos.	A2. Seleccionar a los expertos que participarán en el diagnóstico de los indicadores.	Relación de expertos de las áreas de calidad, capital humano, economía, propiedad intelectual, gestión de proyectos e I+D+i.	Programa Decisiones v1.0
Corroboración de la factibilidad de la evaluación de los indicadores	Valorizar los indicadores seleccionados según escala de Likert.	A3. Evaluar los indicadores de ventas, exportaciones, introducción al mercado, recursos dedicados a la I+D+i, propiedad intelectual/calidad, gestión de	Depuración de indicadores no cumplidos.	Criterio de Expertos Análisis Documental Encuestas

		capital humano y productividad del trabajo.		
Evaluación de los indicadores	Analizar los indicadores cumplidos.	los no	A4. Realizar el análisis detallado de los indicadores no cumplidos que impiden la promoción de la ECTI Biofísica Médica como EAT	Propuesta de Plan de Medidas. Análisis Documental
Salida	Diseñar del Plan de Medidas/Acción		A5. Elaborar el Plan de Medidas que permita modificar el estado de cumplimiento de los indicadores analizados.	Plan de Medidas/Acción Criterio de Expertos

a. **Entradas:** El conjunto de decretos, leyes y normas que conforman el cuerpo legislativo y regulatorio de las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en Cuba; además de documentos oficiales de la ECTI Biofísica Médica correspondiente a los Informes de Balance de Ciencia y Técnica, Objetivos Estratégicos por Área de Resultados Clave (ARC), Informes Económicos del periodo 2017 al 2020, incluidos la carpeta de proyectos de I+D+i y la cartera de productos y servicios de la entidad.

Actividad 1 (A1). Se realizó un análisis comparado entre el Decreto-Ley 323/2014 De las ECTI y el Decreto No. 2/2020 De las EAT, analizar la NC 1307:2018 Gestión de la I+D+i: Requisitos del Sistema de Gestión, y obtener información relevante de toda la base informativa de la ECTI CBM para su posterior análisis por el grupo de expertos.

La revisión documental y el análisis comparado de indicadores entre el Decreto-Ley 323 De las Entidades de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Decreto No. 2/2020 De las Empresas de Alta Tecnología, permitió observar la evolución o perfeccionamiento en la forma de abordar la gestión de la I+D+i. Por ejemplo, la manera en que se establece el funcionamiento de una ECTI (Decreto Ley 323/2014), hasta los elementos más específicos que permiten su promoción como una EAT (Decreto 2/2020). Este último, expresa en indicadores más atemperados al contexto actual, los referidos a: la introducción al mercado, las ventas y exportaciones que responden al análisis cualitativo de desempeño de la entidad, la relevancia de la actividad que realiza para la economía y las potencialidades con las que cuenta (Tabla 2).

Tabla 2. Indicadores de los documentos normativos consultados.

Instrumentos Indicadores	Decreto-Ley 323/2014	Decreto No. 2 EAT/2020
Ventas	Exportar los servicios y las producciones especializadas conforme a los procedimientos vigentes.	Ventas netas a partir de las exportaciones de bienes o servicios de alto valor agregado e ingresos por intangibles $\geq 20\%$.
Exportaciones	Los centros de servicios científicos y tecnológicos pueden exportar los servicios	Relación del total de importaciones y las exportaciones $\leq 7\%$.

	y las producciones especializadas conforme a los procedimientos vigentes.	
Introducción al mercado	No aporta elementos	Introducción de productos innovadores o de mejoras tecnológicas en el mercado que disminuyan costos y aumenten productividad o estándares de calidad ≥ 1 por año.
Recursos dedicados a la I+D+i	Disponer de una infraestructura material y económica para el cumplimiento de su misión, según los campos de la ciencia y la tecnología a los que tribute.	Recursos financieros dedicados a la investigación desarrollo, innovación, con relación a la facturación $\geq 10\%$.
Propiedad Intelectual y Calidad	Implementar sistemas de protección de la propiedad intelectual, de aseguramiento de la calidad y de buenas prácticas y realizar su actividad con una elevada eficiencia productiva y estándares de calidad apropiados.	Registros de la propiedad intelectual (patentes, por año registro de autor, secreto industrial, marcas entre otras) ≥ 1 por año.
Gestión de Capital Humano	Contar con investigadores categorizados como titulares o auxiliares, así como especialistas de alta calificación, y garantizar el tránsito de las categorías inferiores a las superiores, con una estrategia que asegure la reserva científica necesaria.	Por ciento de profesionales universitarios con relación al total de trabajadores $\geq 25\%$. y Potencial científico expresado en el por ciento de doctores, masters en Ciencia y especialistas de posgrado, con respecto al total de sus profesionales universitarios $\geq 15\%$.
Productividad del trabajo	Recibir, la entidad y el personal que labora en las actividades de ciencia, tecnología e innovación, los beneficios económicos que genera la aplicación de sus resultados.	Productividad del trabajo expresada en pesos de Valor Agregado Bruto por promedio de trabajadores $\geq 50\,000$.

Fuente: Tomado de los decretos Ley 323/2014 y No. 2 EAT/2020

- b. **Conformación del Grupo de Expertos:** Consiste en realizar la selección de especialistas de diferentes áreas que por sus experiencias, conocimientos, profesionalidad y competencia brinden información relevante sobre la gestión de la innovación en la organización, y sean capaces de evaluar el comportamiento de los indicadores seleccionados para el periodo 2017-2020.

Actividad 2 (A2). Seleccionar a los expertos que participarán en el diagnóstico utilizando el programa Decisiones v1.0 (Figura 2), con un intervalo de competencia de 0.8 y los criterios establecidos por el programa, de las áreas de calidad, comercial, capital humano, economía, gestión de proyectos, propiedad intelectual y de I+D+i.

- c. **Corroboración de la factibilidad de la evaluación de los indicadores:** En esta etapa se evalúan los resultados según criterio de los expertos, a partir de siete indicadores establecidos en la legislación como condición para promocionar a una entidad como EAT.

Actividad 3 (A3). Establecer del conjunto de indicadores definidos en el Decreto 2/2020 cuales son los que se pueden aplicar en el contexto actual.

Los indicadores recogidos en el Decreto 2/2020 son: ventas, exportaciones, introducción al mercado, recursos dedicados a la I+D+i, propiedad intelectual/calidad, gestión de capital humano y productividad del trabajo.

Se obtuvieron los resultados de la encuesta aplicada bajo los criterios de: cumplido, parcialmente cumplido y no cumplido. Se definió en una escala de Likert del 1 al 3 donde recibió valor de 1 los indicadores cumplidos, 2 los cumplidos parcialmente, y 3 los no cumplidos.

Para el procesamiento de la información se utilizó el paquete estadístico SPSS® Statistics (versión 22). Las valoraciones de los expertos se validaron mediante la prueba W de Kendall, para calcular el nivel de consenso alcanzado entre los expertos.

- d. **Evaluación los indicadores:** A los efectos de esta metodología la evaluación de los indicadores dependerá de los resultados obtenidos en el procesamiento de la encuesta aplicada a los expertos, se realizará el análisis para los que resulten no cumplidos.

Actividad 4 (A4). Realizar el análisis detallado de los indicadores no cumplidos que impiden la promoción de la ECTI Biofísica Médica como EAT.

- e. **Salida:** A partir de los resultados anteriores se diseña un plan de medidas que se incorpora, para su seguimiento y control, a los elementos de la planificación estratégica.

Actividad 5 (A5). Elaborar el plan de medidas o de acción que permite modificar el estado de cumplimiento de los indicadores analizados.

Este plan contiene un conjunto de acciones encaminadas a perfeccionar y corregir en un periodo de tiempo establecido dichos resultados, cuestión que estará en correspondencia con los resultados obtenidos. El plan de medidas propuesto específica para cada indicador: el objetivo, las tareas, los responsables, las fechas de cumplimiento, los recursos necesarios, las medidas para evaluar el progreso, así como los periodos de evaluación.

Validación de la Metodología

El objetivo de la validación de la metodología propuesta es comprobar la efectividad de su aplicación, empleando para ello el índice de satisfacción grupal. Para esto se aplicó el método de criterio de usuarios, que ha sido ampliamente empleado en la validación de modelos y metodologías en las tesis doctorales de Cisneros (2015), Creagh (2016), y Villalón (2018). Este método permite que los evaluadores sean los propios usuarios de la propuesta. Se sugiere que los participantes del método posean dominio del problema en

estudio, pertenezcan al contexto en el que se aplica el resultado y actúen como decisores o beneficiarios de la propuesta (Alpizar, 2019).

En la selección de los usuarios se empleó el muestreo de conveniencia de 10 especialistas relacionados con los procesos de ciencia, tecnología e innovación, además del método de expertos, donde se conformó un grupo de 11 expertos seleccionados según su nivel de competencias. El método fue aplicado en dos sesiones, las que se describen a continuación:

Sesión 1: Se realizó en un taller metodológico donde se explicaron las particularidades de la metodología propuesta y se aplicó una encuesta para evaluar el conjunto de parámetros que debe cumplir la misma para su aplicación, adaptados de Alpizar (2019). Los parámetros son: 1) utilidad práctica, 2) operacionalidad, 3) flexibilidad, 4) adaptabilidad, 5) integración, 6) compatibilidad, 7) racionalidad. Para la evaluación se aplicó una escala de 1=Alta, 2=Media y 3=Baja. Los resultados fueron tabulados con la ayuda del paquete estadístico SPSS v22 (Tabla 3). Se obtuvo un valor de Alfa de Cronbach de .822, lo que demostró la validez del instrumento aplicado.

Tabla 3. Resultados de la validación de parámetros por los encuestados.

Parámetros	Alta	Media	Baja
Utilidad práctica	16	5	0
Operacionalidad	18	3	0
Flexibilidad	18	3	0
Adaptabilidad	19	2	0
Integración	19	2	0
Compatibilidad	16	5	0
Racionalidad	20	1	0

Sesión 2: Luego de la realización de dicho taller, se utilizó el test de Iadov (Fernández y López, 2014) para estimar la satisfacción de los usuarios con respecto a la aplicación de la metodología, lo que aportó un Índice de Satisfacción Grupal (ISG), pudiéndose así evaluar la importancia y utilidad de la propuesta. Para ello se diseñó un cuestionario de cinco preguntas, de ellas tres cerradas (1, 3 y 5) y dos abiertas (2 y 4), el cuestionario se muestra en el anexo 1. Para obtener el ISG se tuvieron en cuenta los diferentes niveles de satisfacción que se expresan en la siguiente escala numérica (Tabla 4).

Tabla 4. Relación de la Satisfacción individual y grupal a partir de la aplicación del Test de Iadov.

Escala		Significado	Satisfacción Individual	Resultado
+1	A	Me gusta mucho	19	90,47%
+0,5	B	Me gusta más de lo que me disgusta	2	9,52%
0	C	Me es indiferente	0	0
-1	D	Me disgusta más de lo que me gusta	0	0
-0,5	E	No me gusta	0	0
		Total	21	100

Cálculo del Índice de Satisfacción grupal (ISG)

$$ISG = \frac{19(+1) + 2(+0,5) + 0(0) + 0(-0,5) + 0(-1)}{21}$$

$$ISG = 1$$

Los resultados muestran un ISG igual a 1, lo que confirma la validez y aplicabilidad de la metodología en la ECTI Biofísica Médica y en otras entidades de ciencia del MES.

Conclusiones

- 1. Los resultados obtenidos de la aplicación de la encuesta a los 11 expertos permitieron conocer el estado actual de cumplimiento de los indicadores en ECTI Biofísica Médica para su promoción como EAT y proponer la metodología para el monitoreo y control en correspondencia con lo requerido por el Decreto No.2/2020.*
- 2. La metodología propuesta constituye una herramienta útil que permite dar seguimiento al estado de cumplimiento de los indicadores propuestos y establecer un plan de medidas que permita perfeccionar y corregir en un periodo de tiempo establecido dichos resultados.*
- 3. La validación de la metodología y el cálculo del índice de satisfacción grupal corrobora la aplicabilidad y efectividad de la misma para la entidad objeto de estudio.*

Referencias bibliográficas

1. Alpizar, M. (2019). La gestión de la transferencia de los resultados de la investigación científica en el vínculo Universidad-Empresa (Tesis Doctoral). Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.
2. Asamblea Nacional del Poder Popular (2019). Constitución de la República de Cuba. La Habana, Cuba.
3. Colombo, L. Grilli. (2005). Founders' human capital and the growth of new technology-based firms: A competence-based view. *Research Policy*, (34), 795-816
4. Cuba. Ministerio de Justicia (2020) Decreto No. 2/2020 De las Empresas de Alta Tecnología. Gaceta Oficial No. 16 ISSN 1682-7511. La Habana: Consejo de Ministros.
5. Cuba. Ministerio de Justicia (2014). Decreto-Ley 323/2014 De las Entidades de Ciencia, Tecnología e Innovación. Gaceta Oficial No. 37 ISSN 1682-7511. La Habana: Consejo de Estado.
6. Denyer, D. & Tranfield, D. (2009). Producing a Systematic Review. In *The SAGE Handbook of Organizational Research Methods* (pp. 671-689). Recuperado de <https://doi.org/10.1080/03634528709378635>.
7. ECTI Biofísica Médica (2019). Planeación Estratégica. Universidad de Oriente, Cuba.
8. ECTI Biofísica Médica (2017). Informe de Balance de Ciencia y Técnica. Universidad de Oriente, Cuba.
9. ECTI Biofísica Médica (2018). Informe de Balance de Ciencia y Técnica. Universidad de Oriente, Cuba.
10. ECTI Biofísica Médica (2019). Informe de Balance de Ciencia y Técnica. Universidad de Oriente, Cuba.
11. ECTI Biofísica Médica (2020). Informe de Balance de Ciencia y Técnica. Universidad de Oriente Cuba.
12. Espinosa, M. et al (2018). El Centro de Inmunología Molecular: crecimiento y desafíos de la empresa de alta tecnología en el contexto cubano de desarrollo socialista. *Revista Cofin Habana*, 12 (2), 100-129.

13. Eyssautier de la Mora, M. (2006). Metodología de a investigación. Desarrollo de la inteligencia (5th. Ed.). Maidenhead, England: Cengage Learning.
14. Fernández, A. y López, A. (2014). Validación mediante criterio de usuarios del sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el impacto en los proyectos de investigación del sector agropecuario. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(3), 77-82. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S207100542014000300012&script=sci_abstract
15. Fong, M.A. y Alarcón (2010). Funcionamiento de empresas de base tecnológica: obtención de recursos estratégicos en las juntas críticas. *Revista Internacional de Administración y Finanzas*, (3), 39-54.
16. Gutiérrez, R., Márquez, P. and Reficco, E. (2016). Configuration and development of alliance portfolios: a comparison of same-sector and cross-sector partnerships, *Journal of Business Ethics*, 135 (1), 55-69.
17. Lage, A. (2018) La empresa de alta tecnología en el modelo económico cubano: oportunidades y propuestas para potenciarla, ponencia, Diplomado de Dirección y Gestión empresarial X Edición, Escuela Superior de Cuadros del Estado y del Gobierno (ESCEG). La Habana, Cuba.
18. Oficina Nacional de Normalización (NC) (2019). NC 1307:2019 Gestión de la I+D+i: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i. Cuban National Bureau of Standards. La Habana, Cuba.
19. Portugal, V. (2017). Diagnóstico Empresarial. Fundación Universitaria del Área Andina. Bogotá, Colombia.
20. Yin, R.K. (2015). *Qualitative Research from Start to Finish*, Guilford publications.