

**Título:** La gestión de la cadena de valor en las ciencias de la vida: propuesta de modelo para estimar el valor añadido de los proyectos de biotecnología de la salud

**Doctoranda:** Onailis Oramas Santos

**Directores:** Dra. Lourdes Canós Darós; Dra. Eugenia Babiloni; Dra. Maritza Ortiz Torres

## **Resumen**

La importancia de la biotecnología ha sido reconocida y demostrada en la práctica a lo largo de los años. Específicamente las aplicaciones en la biotecnología de la salud resaltan por su impacto en la vida humana en particular. Pero ese tratamiento que llega a manos del necesitado tuvo que transcurrir un largo período de ensayos, fracasos y mejoras; que implicó el desembolso de grandes sumas de capital, la consecución de actividades específicas desarrolladas por diferentes actores en disímiles partes del mundo, así como la toma de decisiones en condiciones sumamente inciertas. Por tales motivos, un momento crucial cuando se trata de decidir si se prosigue con la investigación de un candidato a fármaco, es su valoración.

El método más empleado hasta la actualidad para valorar proyectos de biotecnología de la salud es el árbol binomial de opciones reales, basado en historiales estadísticos de proyectos similares. Pero coexisten e influyen otros factores, cualitativos y cuantitativos, en el valor que añade un candidato a fármaco, más allá de los flujos de caja que este promete. Adicionalmente, los esfuerzos en obtener los fondos financieros que este tipo de innovaciones requiere no son insignificantes, sobre todo en países con economías menos desarrolladas como Cuba. Por tanto, el método de valoración que se emplee debe ofrecer una visión holística y de largo plazo de los efectos del proyecto.

En este contexto se plantea la siguiente interrogante de investigación: ¿qué componentes debe tener un modelo de valoración de proyectos biotecnológicos para convertirse en una herramienta flexible y estratégica en la toma de decisiones de las empresas? En esta tesis se considera que la respuesta a esta incógnita se encuentra en un modelo que capte los atributos intrínsecos del proyecto en cuestión, las características propias de la empresa y el mercado, el largo plazo como período preferente para la previsión, las interdependencias entre todos los negocios vinculados durante la transformación de un candidato a fármaco en un producto establecido, la incertidumbre en factores o

parámetros, los efectos secundarios provocados por el proyecto o empresa, así como las condiciones del macro entorno.

En tal sentido, el objetivo principal de esta investigación es proponer e implementar un modelo matemático para estimar el valor agregado por todas las actividades y empresas interconectadas a lo largo de la cadena de valor de cualquier proyecto de biotecnología de la salud. Para arribar a este propósito, en el proceso de investigación doctoral desarrollado se estudian las variables cadena de valor y modelos de valoración, ambos aplicados al sector de la biotecnología de la salud. Como resultado, además de varias ponencias presentadas en congresos científicos internacionales y dos capítulos de libro publicados en editoriales de reconocido prestigio, se han elaborado cinco trabajos para su publicación en revistas científicas, de los cuales cuatro conforman el núcleo de esta tesis doctoral.

Esta tesis demuestra que no son muchas las publicaciones que abordan el tema de la gestión de la cadena de valor de productos y proyectos de la biotecnología de la salud. No se concretan redes de investigación ni de investigadores, al menos en los últimos 12 años. Se corrobora también que este tema no es investigado en los países en vías de desarrollo.

Para cubrir este último vacío, como parte del proceso de investigación doctoral se realiza un estudio de la innovación en el sector biotecnológico cubano, proponiendo un Sistema Nacional de Innovación en Cuba cuyo centro sean las cadenas de valor de los productos y proyectos resultantes de la Industria Biotecnológica Cubana. Esta propuesta desvela todos los actores involucrados en la obtención de un candidato a fármaco, así como la necesidad de considerar los esfuerzos por captar el financiamiento que demandan estas innovaciones como una actividad primaria en la cadena de valor.

Una vez conocidas las características intrínsecas del sector y los métodos de valoración más empleados en este campo, se procede a realizar la propuesta de modelo, que consiste en el cálculo de un indicador único que incluye los componentes económico, financiero y de sostenibilidad. Mediante la aplicación de la matemática borrosa, específicamente el uso de números borrosos triangulares e intervalos de confianza, se calcula el valor añadido por un proyecto resultando en un rango que permite dilucidar los efectos a largo plazo de la producción y comercialización del candidato a fármaco, tanto en las peores condiciones como en las más favorables.

El modelo incluye una propuesta para estimar el precio de venta de un tratamiento, considerando y ponderando los factores que influyen en él. Mediante la aplicación de la técnica del ANP, se arriba a un precio más justo que valora los elementos cualitativos y cuantitativos que dictan el valor de mercado de un candidato a fármaco. Adicionalmente se estima el valor añadido por las fuentes de financiamiento empleadas por el proyecto, previa elección de estas mediante la aplicación de la Programación por Metas Entera, como otro aporte de esta propuesta de modelo. En este caso se incluye el valor de la flexibilidad aportado por la posible venta de la patente de proyectos biotecnológicos, calculado mediante la aplicación del modelo de Black & Sholes. Finalmente, el componente de sostenibilidad valora los ahorros generados por los proyectos, sobre todo desde el punto de vista medioambiental, así como los ingresos percibidos por los otros usos potenciales que en el futuro esos puedan acarrear. El componente incierto de la sostenibilidad se palia con el uso de intervalos de confianza para definir números borrosos triangulares.

Esta investigación doctoral arroja el primer estudio bibliométrico que analiza las publicaciones en biotecnología de la salud desde la perspectiva de la cadena de valor. Adicionalmente, la propuesta de Sistema Nacional de Innovación para Cuba es también inédita, dado que este enfoque integral no es aplicado en el país. Además, esta es la primera vez que la técnica del Proceso Analítico en Red se emplea tomando como base el enfoque de cadena de valor. En cuarto lugar, la propuesta de modelo matemático de valoración recoge por vez primera en un único indicador valoraciones que usualmente no se hacen, o se realizan aisladamente, o no se cuantifican. Por último, se ofrecen algunas recomendaciones de posibles líneas de investigación futuras, algunas en el campo específico que aborda esta tesis y otras con un corte más amplio.

Los mencionados resultados se presentan a través de siete capítulos. El capítulo I se dedica a explicar el problema que da origen a la investigación, los objetivos planteados, la metodología y métodos aplicados, así como las formas en las que la investigación se ha diseminado. En el capítulo II se presenta el estudio de las cadenas de valor en empresas de biotecnología de la salud desde la perspectiva bibliométrica. El capítulo III explica la propuesta de Sistema Nacional de Innovación cubano. El capítulo IV consiste en una aplicación de la metodología Proceso Analítico en Red (ANP por sus siglas en inglés) al cálculo del precio de candidatos a fármacos, punto singular al momento de la valoración. La propuesta de modelo se realiza en el capítulo V, en el cual también se presenta una

primera aplicación en un tratamiento experimental cubano. En el capítulo VI se discuten los resultados de la investigación, y en el capítulo VII se presentan las conclusiones y principales limitaciones del estudio, así como los pasos a seguir para dar continuidad a la investigación.