



Logros y retos de la Biotecnología en la Medicina Cubana durante la Covid19.

Attainments and challenges of the Biotechnology in the Cuban Medicine during the COVID 19

**Dra. Ana Patricia Díaz Rangel,¹ Dr. Adolfo Jesús Peña Velazquez,² Dra. Yaima
Nova Bonet,³**

¹ Especialista de 1er grado en Histología. Profesora Asistente. Departamento de Ciencias Básicas Biomédicas. Facultad de Ciencias Médicas “Manuel Fajardo”. Universidad de Ciencias Médicas La Habana, Cuba. <https://orcid.org/0000-0001-6185-7604>

²Especialista en 2do grado en Farmacología. Master en Enfermedades Infecciosas. Profesor Auxiliar. Departamento de Clínicas. Facultad de Ciencias Médicas “Manuel Fajardo”. Universidad de Ciencias Médicas La Habana, Cuba

³Especialista de 1er grado en Embriología y en MGI. Profesora Asistente. Departamento de Ciencias Básicas Biomédicas. Facultad de Ciencias Médicas “Manuel Fajardo”. Universidad de Ciencias Médicas La Habana, Cuba.

e-mail: anapdr@infomed.sld.cu.

RESUMEN:

La fortaleza de la Biotecnología en la nación cubana consiste en haber logrado integrar un grupo de instituciones cuyos resultados han permitido lograr un gran progreso en el tema, imposible de comparar con cualquier país en vías de desarrollo. La primera prioridad es el mercado nacional y también la educación y el entrenamiento de los especialistas.

Debido a la pandemia que azota al país y al mundo ha existido una colaboración conjunta de todos los centros de la industria Farmacéutica y Biotecnológica cubana para aportar conocimientos y productos que fueron concebidos con otros fines pero que se ha investigado y comprobado su efectividad en el tratamiento de personas diagnosticadas con COVID 19.

Los beneficios de la biotecnología llegan a todos los cubanos por igual, respaldados por una legislación instrumentada en materia de seguridad biológica.

Se realizó una revisión bibliográfica, utilizándose como recursos de información los disponibles a través del motor de búsqueda Google Académico. Se analizaron diversos artículos y revistas científicas. Se consideraron como criterios de selección aquellas literaturas publicadas recientemente en relación con la importancia de este tema. De esta revisión bibliográfica quedaron un total de 21 referencias bibliográficas utilizadas, siendo comprobada la calidad, credibilidad y validez metodológica de los artículos recopilados para efectuar una correcta revisión.

Esta revisión nos permite analizar y valorar el impacto social que aporta el desarrollo de la Biotecnología y los logros y efectos de los mismos en la salud de la población.

PALABRAS CLAVES: biotecnología, genética molecular, impacto social, Cuba, vacunas.

ABSTRACT:

The strength of Biotechnology in the Cuban nation consists in having managed to integrate a group of institutions whose results have made it possible to achieve great progress on the subject, impossible to compare with any developing country. The first priority is the national market and also the education and training of specialists. Due to the pandemic that plagues the country and the world, there has been a joint

collaboration of all the centers of the Cuban Pharmaceutical and Biotechnology industry to provide knowledge and products that were conceived for other purposes but that have been investigated and proven effective in treatment of people diagnosed with COVID 19. The benefits of the biotechnology reach all Cubans equally, backed by a legislation implemented in the matters of biological safety. A bibliographic review was carried out, using as information resources those available through the Google Academic search engine. Various articles and scientific journals were analyzed. The literature recently published in relation to the importance of this topic were considered as selection criteria. From this bibliographic review, a total of 21 bibliographic references were used, the quality, credibility and methodological validity of the articles collected being checked to carry out a correct review. This review allows us analyze and assess the social impact that the development of Biotechnology contributes and its achievement and effects on the health of the population.

KEY WORDS: biotechnology, molecular genetics, social impact, Cuba, vaccines

OBJETIVOS:

- Analizar el impacto social que está generando el desarrollo biotecnológico en Cuba.
- Valorar logros y retos en nuestro país de la Biotecnología y la Ingeniería Genética durante la Pandemia de Covid 19.

INTRODUCCIÓN:

Antecedentes Históricos

La Biología - bio, que en griego significa vida, y logos, que significa estudio - es la ciencia que estudia los seres vivos. Es una de las ramas de las ciencias naturales, y comprende múltiples disciplinas: zoología, botánica, microbiología, anatomía, bioquímica, fisiología, biología celular, genética, biología molecular, biotecnología, ecología y sistemática, entre otras.¹

Con la aparición de la revolución científico-técnica se formuló la tesis de la conversión de la ciencia en una fuerza productiva, aunque existe la relación inversa, ya que los avances tecnológicos contribuyen al desarrollo de la ciencia teórica con la fabricación de instrumentos cada vez más perfectos, que se utilizan en la profundización del conocimiento de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento.

En este contexto emergen la biotecnología y la ingeniería genética, cuyos avances en los últimos 40 años han permitido la inserción de los conocimientos de la biología en la práctica social.²

La biotecnología, en sí misma, no es una ciencia. Puede entenderse como un enfoque multidisciplinario que abarca disciplinas y ciencias como la biología, la bioquímica, la genética, la agronomía, la química, la medicina, la veterinaria, la ingeniería, entre muchas otras. Este hecho implica que resulte complejo definir el alcance exacto de este enfoque.

La biotecnología está definida por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) como la aplicación de los principios científicos y de la ingeniería al procesamiento de materiales por agentes biológicos para proveer bienes y servicios.³

Existen múltiples conceptos para el término biotecnología, definiéndolo como el empleo de microorganismos y células tanto vegetales como animales, para obtener o modificar un producto, mejorar una planta o animal, o desarrollar un microorganismo para utilizarlo con un propósito específico.³

La biotecnología no es un fenómeno reciente, sino que su empleo se remonta a los inicios de la humanidad. Los primeros hombres descubrieron por casualidad cómo utilizar los procesos biológicos que ocurren permanentemente con las células vivas, aunque no comprendían los procesos, sí eran capaces de observar los resultados. Hay ejemplos que demuestran lo planteado anteriormente:

- El cultivo de plantas y la domesticación de animales comenzó en el período Neolítico.
- En 1981 se descubrió una tablilla babilonia que data de 6000 años antes de Jesucristo, en la que se describe la preparación de la cerveza.
- Según la Biblia, Noé "sufrió" accidentalmente los efectos de la fermentación espontánea del mosto de la uva.
- En la Iliada, de Homero, se habla de "Vino burbujeante" y en el bíblico libro de los Salmos se menciona una copa de espumoso. ⁴

Las raíces de la biotecnología como ciencia se ubican en el siglo XIX, cuando el bioquímico suizo Johann Friedrich Miescher descubrió en 1869 el ácido desoxirribonucleico (ADN), Para finales del período 1900-1940 continuaban los descubrimientos en la Genética Humana y se ofrecía el concepto de enfermedad molecular. ^{1,2}

Experimentos en la década de 1940 tuvieron un gran impulso gracias a la labor del microbiólogo canadiense Oswald Avery, y sus colegas Colin MacLeod y Maclyn McCarthy y para la década del 50, los norteamericanos James Watson y Francis Crick descubrieron la estructura del ADN dando una nueva visión a la medicina. En 1970, el hallazgo por Hamilton Smith y Daniel Nathans de la restrictasa, una enzima capaz de reconocer y cortar el ADN en secuencias específicas, permitió que en 1973 los científicos de las universidades de Stanford y California lanzarán al mundo los primeros ejemplos de manipulación del material genético, que finalmente llevaron a la rectificación del número de cromosomas humanos, en el trabajo presentado por Tjio y Levan en el Primer Congreso Internacional de Genética Humana. ^{1,2}

A partir de la introducción en el mundo de la tecnología del ADN recombinante y del *Southern blot*, comienza el estudio molecular de enfermedades humanas.

A partir de la década de los 80, se aprecia un auge de la biotecnología que se evidencia en su amplio empleo en múltiples áreas como: la agricultura, la industria alimenticia, la industria química, la minería, la informática, los procesos de diagnóstico y tratamiento médico y la industria farmacéutica ^{3,5}.

Actualmente el hombre no sólo sabe cómo usar las células u organismos que le ofrece la naturaleza, sino que ha aprendido a modificarlos y manipularlos en función de sus

necesidades. Esta es la diferencia aportada por la biotecnología moderna.^{3,5}

La biotecnología moderna es una actividad científica multidisciplinaria e integradora que presenta una dependencia especial de los progresos tecnológicos relacionados con la velocidad de procesamiento de la información.¹

Debe destacarse que el desarrollo no ha sido igual en los diferentes países, predominando en los más ricos y en grupo pequeño de empresas transnacionales.⁶

Antes del triunfo de la revolución el desarrollo de la biotecnología en Cuba era casi nulo. En el siglo XIX se destacaron algunas figuras de la ciencia como Carlos Juan Finlay, Tomás Romay y Alvaro Reynoso. Durante la primera mitad del siglo XX no hubo un avance apreciable, sólo en las industrias tradicionales biotecnológicas.^{2,5}

Con el triunfo de la revolución en 1959, la ciencia cubana recibe un impulso definitivo. La condición de país subdesarrollado determina que el avance científico-técnico pueda adelantarse gracias a una intervención estatal determinante. Una sociedad que desee desarrollar sus fuerzas productivas tiene que planificar y dirigir el desarrollo de la ciencia y la técnica.^{2,5}

Cuba apoyada en su sistema socialista y con una voluntad política de avanzada, ha logrado notables éxitos en esta tecnología, lo que la coloca a la altura de los países con más desarrollo en este campo. Cuba es la primera nación de América Latina en conseguir e integrar a la mayor de las Antillas en el selecto grupo de 47 países que trabajan hasta hoy en la obtención de una vacuna preventiva efectiva contra el virus SARS-CoV-2.⁷

Marco Teórico

En el vínculo de las ciencias biológicas con las ingenierías se puede decir que la biotecnología influye en diferentes ciencias, diferentes tecnologías, diferentes elementos vivos y diferentes procesos. La Biotecnología es multidisciplinaria en su concepto y en la práctica, no constituye una ciencia particular y tampoco una tecnología en particular.⁴

Un número considerable de ciencias contribuyen al desarrollo de la Biotecnología, ya sea con los agentes biológicos con los materiales o sustratos, los productos, el proceso en su conjunto o con los elementos económicos y jurídicos vinculados a la misma.

Ha sido decisivo el aporte de las ciencias básicas al desarrollo de la biotecnología. El auge de la matemática, la física y la química influye de manera directa en muchos de los descubrimientos, objetivos alcanzados, tecnologías diseñadas y en el pronóstico del avance de las investigaciones en este campo. La vinculación de la Biotecnología con la satisfacción de las necesidades y su dependencia del mercado le imprime un fuerte componente económico, lo que hace posible que las Ciencias Económicas y Empresariales encuentren un espacio importantísimo en el desarrollo de esta rama del saber. ⁴

No se puede hablar de progreso social sin mencionar el progreso científico-técnico y viceversa. La biología y el progreso social están vinculadas a los grandes problemas globales de la humanidad como el problema de la conservación del patrimonio genético y la lucha contra las enfermedades.

La biotecnología es típicamente una ciencia de frontera. Las soluciones surgen de las áreas de contacto entre la medicina, la microbiología, la farmacología, la química, la electrónica entre otras. Avanza no sólo el que tenga más conocimiento, sino el que mejor los combina. Este fenómeno de recombinación del conocimiento es una regularidad de la ciencia actual y es consecuencia de la velocidad con que se acumulan los conocimientos. Se relaciona con dos transiciones: ciencia-tecnología y ciencia básica-ciencia aplicada. La primera transición es el momento en que la investigación científica adquiere poder predictivo sobre el desarrollo tecnológico. El valor de la investigación depende de su capacidad explicativa, predictiva o transformativa, las cuales no se dan simultáneamente. ⁵

En la biotecnología la investigación científica se coloca por delante de la innovación tecnológica, exponiendo todo su valor predictivo y transformador, además de su capacidad explicativa. No hay desarrollo en esta rama sin investigación científica. La segunda transición es el momento en que la investigación en un campo específico madura y se convierte en un sistema estandarizado de paradigmas y métodos en dependencia del conocimiento de los individuos y del conocimiento y la experiencia incorporados en la estructura, sistema de relaciones y procedimientos operacionales que condicionan su desempeño. Este plano del conocimiento toma décadas en acumularse y no debe ser atribuido de forma individual a los científicos. ^{8,9}

El impacto social de la biotecnología no puede recibir igual tratamiento en países desarrollados y subdesarrollados. Uno de los rasgos esenciales del sistema científico-tecnológico internacional es la extrema polarización existente en torno al grado de su desarrollo. Por ejemplo, los países industrializados, donde vive menos del 20 % de la población mundial, invierten más del 80 % en investigación-desarrollo, publican la mayoría de los artículos científicos y generan más del 90 % de las patentes. El progreso de la biotecnología no escapa a tal regularidad. En cuanto las investigaciones fundamentales en la ingeniería genética permitieron imaginar sus aplicaciones industriales, sus perspectivas dentro de los procesos productivos a escala social, comenzaron a surgir a partir de 1976, en los principales países capitalistas desarrollados toda una serie de firmas comerciales y compañías dispuesta a utilizar la tecnología de la ingeniería genética en procesos productivos. Por ejemplo, ya en 1982, el capital de las 5 principales compañías ascendía a unos 500 millones de dólares. El capital se infiltraba vertiginosamente en la vida científica de países como los Estados Unidos, Francia, Suiza, Japón y los científicos se convertían en grandes accionistas y en poseedores de fuertes sumas de dinero, hecho que se ha incrementado en los últimos tiempos.^{8,9,10}

DESARROLLO:

La particular experiencia cubana tiene lugar en un momento de grandes problemas para la humanidad: la pobreza, la marginación, el crecimiento poblacional. las migraciones humanas, la urbanización incontrolada, el deterioro ambiental, la insuficiencia en la producción de alimentos, la violencia, la drogadicción, las enfermedades emergentes como el SIDA y re-emergentes como el cólera, que tienen una causa común la concentración de la riqueza, en la que el poderío económico, la creación científica, la participación en el comercio, la calidad de la vida y las posibilidades de comunicación han mantenido una tendencia concentraría en el modo de producción capitalista y más recientemente la Pandemia de Covid 19 de la cual Cuba como nación tampoco ha podido escapar.^{2,5,11}

La humanidad, un conjunto de colectividades, ha acumulado valores para revertir el proceso, pero necesita de respuestas colectivas, muy evidentes en los actuales movimientos sociales opuestos al neoliberalismo salvaje aplicado a nuestros pueblos.

Para cualquier obra colectiva hay que construir y reforzar un triángulo dado por: los recursos humanos, los recursos materiales y las formas de organización. Este es el reto enfrentado por la biotecnología cubana en los últimos 30 años.^{2, 3,5}

Recursos humanos:

Estuvieron disponibles, la inmensa obra educacional de la Revolución en las décadas de los 60 y 70, creó una base de profesionales, técnicos y trabajadores calificados, motivados y comprometidos con el proyecto social del que formaban parte. Cientos de científicos e ingenieros completaron su preparación en Cuba y en el exterior. El concepto enunciado e implementado por la Revolución desde sus primeros años, de que la educación y la salud no podían verse como consecuencia del desarrollo económico, sino como prerrequisito de éste, mostró toda su potencialidad.

Recursos materiales: Se movilizaron mediante un esfuerzo inversionista aprovechando los últimos años de relaciones económicas con los países socialistas de Europa, esfuerzo que se mantuvo durante los primeros y peores años del período especial y que originó el Polo Científico de la capital e instituciones en otras provincias que abarca a más de 210 instalaciones equipadas con los más modernos equipamientos y que se encuentran al servicio de la Salud Pública cubana. Este

sistema ha garantizado su operatividad hasta alcanzar la rentabilidad económica, generando sus propios recursos y para el país.

Formas de organización: Ha sido la menos estudiada, pues existe una etapa inevitable de ensayo y error, de creación, evaluación y ajuste de procedimientos, cuya sistematización prematura puede congelar la innovación y fijar ideas no validadas por la vida real. ^{2, 3,5}

La necesidad de desarrollar una ciencia nacional fue siempre uno de los objetivos centrales de la plataforma revolucionaria. En 1980, cuando el mundo desarrollado estaba descubriendo la secuencia de un ADN recombinante, Cuba se planteaba una estrategia de desarrollo hacia una biotecnología moderna. En 1981 se creó el Frente Biológico como un conglomerado de instituciones científicas, con los siguientes objetivos:

- 1- Desarrollo de productos farmacéuticos.
- 2- Desarrollo de nuevos productos para el consumo humano.
- 3- Colaborar en la solución de los problemas de la alimentación.
- 4- Producción de variedades de plantas resistentes a las enfermedades.

Se distinguen 3 **etapas en la política de ciencia y tecnología en Cuba:**

Ø **Primera etapa:** Promoción dirigida de la ciencia (1962-1976), caracterizada por la creación de instituciones y organismos rectores de la actividad científico-técnica.

Ø **Segunda etapa:** Dirección centralizada (1977-1989). Se asume un modelo de desarrollo científico, con un modesto impacto en la práctica social.

Ø **Tercera etapa:** Cambios consecutivos al derrumbe del campo socialista (1990-1995). Se caracteriza por la creación del Polo Científico, la potenciación del Forum de Ciencia y Técnica y el surgimiento del Sindicato de la Ciencia. Se estructuró un sistema de innovación tecnológica, que, a través de la coordinación de las leyes e instituciones, influyera en las unidades productivas. ^{2, 5, 12}

En la década del 80 se comienza la creación de centros biotecnológicos en nuestro país, donde se destacan el Centro de Investigaciones Biológicas, el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), Centro de Producción de Animales de Laboratorio (CENPALAB), Centro Nacional de Biopreparados (BIOCEN), Centro de Inmunoensayo y el Centro de Inmunología Molecular (CIM). Otros centros fueron

remodelados como el Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí (IPK) y el Instituto Finlay. ^{2, 5, 12}

La biotecnología se extendió a las provincias del país con la inauguración del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Camaguey y el Centro de Biotecnología de las Plantas de la Universidad Central de Villa Clara. Otras instituciones de importancia se crearon en Ciego de Ávila, Sancti Spiritus y Santiago de Cuba. En 1991 se crea el Grupo Provincial de Biotecnología en Holguín, dirigido por la Delegación de la Academia de Ciencias de Cuba, entre cuyos objetivos están la micropropagación acelerada de variedades de plantas como la piña y el plátano, la obtención de anticuerpos monoclonales y policlonales y de biopreparados para uso veterinario. En la última década del siglo XX, a pesar de la crisis económica, no se colapsó el sistema social por la aplicación de una política estatal compensatoria para defender las conquistas sociales del país. Tras varias décadas de desarrollo de la actividad biotecnológica en el país, los frutos que esta rama ha aportado son múltiples. De 3 productos aprobados entre 1981 y 1990, se ha incrementado a 38 entre el 2000 y el 2005. La actividad científica se ha ido extendiendo a todo el país. La biotecnología aporta al Ministerio de Salud Pública varios productos, lo cual refleja la trascendencia del trabajo que realizan los centros de esta rama. En el 2012 se fundieron todas estas instituciones creando una organización superior empresarial denominada BioCubaFarma. ^{2, 5, 12}

Para ejemplificar en cifras podemos decir que BioCubaFarma en la actualidad presenta:

- 32 empresas
- Más de 800 productos suministra al sistema de salud, incluyendo 349 medicamentos del Cuadro Básico
- 182 objetos de patente
- Más de 100 ensayos clínicos simultáneos realiza con sus productos en 200 sitios clínicos

La participación de la biotecnología y la industria farmacéutica en emergencias nacionales de salud, conducida por el Comandante en Jefe, constituyó una experiencia de integración con otros actores sociales, de movilización de la ciencia y de las

capacidades productivas pudiéndose ejemplificar algunas experiencias cubanas en el combate de epidemias como:

- Dengue
- Meningitis de origen bacteriano
- Control del sida

Todo esto ha servido de base con sentido de urgencia y enfoque estratégico, que en estos dos años (2020 y 2021 se haya podido frenar a la COVID-19. Algunos resultados en el combate contra la COVID-19 son:

- BioCubaFarma ha trabajado en 16 proyectos de nuevos tratamientos y tecnologías médicas para prevenir y combatir la enfermedad.
- Once de esos productos se encuentran en estudios clínicos o ensayos de intervención en pacientes y grupos de riesgo.
- Con fines preventivos se han evaluado cinco productos para estimular la inmunidad, tanto innata como adaptativa, para diferentes grupos de riesgo (incluido el personal médico).

Ejemplo de algunos de estos productos son:

- Biomodulina-t, inmunomodulador de origen natural
Hebertrans (Factor de Transferencia)
Nasalferón (formulación nasal de ifn alfa-2b humano recombinante)
Heberon® (interferón alfa-2b humano recombinante)
Heberferon® (ifn alfa-2b + ifn gamma)
Jusvinza, péptido inmunomodulador
Itolizumab, anticuerpo monoclonal anti-cd6
- Péptido cigb300, inhibidor de la enzima caseína quinasa.
- Vacuna antimeningocócica
vamengo-bc,
- vacuna cigb2020.

Estas últimas vacunas específicas contra el SARS-COV-2

El esquema de inmunización cubano incluye 13 vacunas, y de ellas 8 se producen en Cuba. [11,12,13,14,15,16,17,18,19](#)

En sentido general la biotecnología ha permitido el avance acelerado en la producción de vacunas más efectivas, menos reactogénicas y en las cantidades suficientes para

su uso masivo. Se han priorizados el desarrollo de nuevos adyuvantes y mejores sistemas de administración de antígenos, con el objetivo de aumentar la potencia, lo que permite reducir el número de inoculaciones y la creación de vacunas orales que mejoren su estabilidad, evitando el sistema de refrigeración y que modulen la respuesta inmunitaria, para aumentar la inmunogenicidad. La microencapsulación de antígenos en liposomas permitirá que las vacunas se puedan administrar por vía oral. ^{13,14, 15,16}

El desarrollo de las vacunas por métodos biotecnológicos está vinculado a costosas inversiones y numerosos procedimientos legales para la protección de las formulaciones, los instrumentos y los procesos que provocan un incremento de los precios, en ocasiones prohibitivos para los países en vías de desarrollo y que pueden llevar los adelantos tecnológicos a buscar productos más baratos y sencillos obtenidos con tecnologías de bajo costo. ^{13,14, 15,16}

El impacto de la biotecnología cubana no se limita a los enormes beneficios que reporta a nuestro pueblo, sino a su proyección a otros países con limitados recursos económicos, que no pueden pagar los precios monopólicos de las grandes transnacionales, empeñadas en obtener ganancias y al ejemplo de lo mucho que se puede hacer a favor de las mayorías, con limitados recursos en los países pobres, cuando se aplica una política científica correcta. ⁶

Retos de la biotecnología:

El gobierno de Cuba en el siglo XXI ha dedicado un mayor empeño a las ciencias. El bloqueo económico que los Estados Unidos impusieron sobre Cuba desde el 7 de febrero de 1962 siendo el de mayor duración en la historia moderna y por lo cual más de una docena de empresas han abandonado el país o han cambiado sus planes de inversión, debido a la amenaza de sanciones de acuerdo con la *Ley LIBERTAD* no han impedido que cada día el pueblo y el gobierno cubano se crezcan ante las dificultades ^{20,21}

El desarrollo de la biotecnología en Cuba, es una prueba fehaciente de cómo la necesidad práctica de la soberanía científica y biotecnológica ha ido condicionando las diversas etapas que han devenido en hito de la actividad científica nacional, expresión propia de las características estructurales del proyecto social cubano. La experiencia de Cuba en cuanto a la necesidad de instrumentar estudios e investigaciones, evidencian la incidencia de los modelos sociales en la introducción de saltos

cualitativos de carácter científico guiados por la necesidad práctica del desarrollo actual y perspectivo. Es por ello que constituye hoy más que nunca un reto para la biotecnología en nuestro país continuar el desarrollo de la misma en función de lograr mayores avances que nos permitan obtener mejores logros en este campo, haciendo referencia a las palabras de nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz cuando dijo: “El futuro de nuestros hombres debe ser un futuro de hombres de ciencia” ³



*El futuro de nuestra Patria
tiene que ser necesariamente
un futuro de hombres de
Ciencia.*

Fidel Castro

CONCLUSIONES:

- 1.** Los éxitos de la ciencia en la rama de la Biología en su alianza con la tecnología son indudables, han proporcionado gran capacidad para explicar, controlar y transformar el mundo relacionada con la satisfacción de necesidades vitales del hombre que van desde la salud humana hasta la alimentación y el bienestar.
- 2.** Está demostrado que la Biotecnología moderna puede ser la solución a muchos de los problemas que enfrenta hoy la humanidad siempre que interactúen adecuadamente la Bioseguridad, Biodiversidad y la Bioética para que la ciencia sea segura y no se comprometa el futuro de la sociedad.
- 3.** Para lograr un impacto de la Biotecnología moderna en la sociedad, no solo basta con disponer de la tecnología y el conocimiento sino que es necesario la implementación de estrategias que permitan aplicarlas a quienes lo necesitan.
- 4.** La experiencia de la biotecnología cubana puede ser medida con cualquier indicador que se desee emplear, pues en cualquier caso se comprobará su éxito, ya sea en términos de generación de nuevos productos (biofármacos y vacunas), en el impacto en la salud pública, u otros.
- 5.** El estado actual del sector biotecnológico cubano describe una expansión sostenida y se proyectan rendimientos económicos superiores en lo sucesivo.
- 6.** Impactante son los resultados que el CIGB y el CIM han alcanzado en sus años de vida, tanto en la investigación, desarrollo, producción, como en la comercialización de productos que son reconocidos hoy internacionalmente por su exclusividad y probada calidad.
- 7.** El impacto de la biotecnología cubana no se limita a los enormes beneficios que reporta a nuestro pueblo, sino a su proyección a otros países con limitados recursos económicos, que no pueden pagar los precios monopólicos de las grandes transnacionales, empeñadas en obtener ganancias y al ejemplo de lo mucho que se puede hacer a favor de las mayorías, con limitados recursos en los países pobres, cuando se aplica una política científica correcta.
- 8.** Cuba ha apostado todo a una vacuna propia, para favorecer un acceso equitativo a la inmunización para naciones de ingresos medios y bajos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS:

1. Cañedo R, Arencibia R. En busca de los secretos moleculares de la vida. [Internet]. 30 diciembre 2005. [citado 13 Abr 2021]; Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol12_6_04/aci02604.htm.
2. Cruz L, Miguel PE. Impacto social de la Biotecnología. El desafío cubano. [Internet]. Jul-Sept 2017 [citado 12 Abr 2021]; Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002015000300002.
3. Lage Dávila A. (2007): Biotecnología en Cuba, en sitio: http://www.profesionalespcm.org/_php/MuestraArticulo2.php?id=7932
4. Alonso Y, López AY. La Biotecnología. . [Internet]. www.biotecnología.com.mx. [citado 12 Abr 2021]
5. Simeón RE, Clark I. El impacto social de las biotecnologías en Cuba. Cuba Socialista 1988; 34: 8-25.
6. Outomuro D. El impacto de la biotecnología en América Latina. Espacios de participación social. Publicación original: Acta bioeth., 2003, vol.9, no.1, p.21-38. Artículo reproducido con la autorización de los editores de Acta Bioethica, ISSN 0717 5906, <http://www.uchile.cl/bioetica/> [citado 12 Abr 2021]
7. Industria biotecnológica de Cuba con nuevos productos contra la Covid. Periódico Granma, 16 dic, versión digital, sitio: <http://www.granma.cubaweb.cu/2020/12/16/nacional/artic03.html>
8. Foro franco cubano de Ciencias, Tecnología e Innovación: Biotecnología, Ciencia, Cuba, Francia, Medicina, Salud .11 abril 2017 [citado 12 Abr 2021]
9. Comisión de las Comunidades Europeas. *Estrategia de las ciencias de la vida y la Biotecnología*. Bruselas, 04092001, COM(2001) 454 final. (Sitio en Internet). Disponible en http://europa.eu.int/comm/biotechnology/pdf/doc_es.pdf. [citado 12 Abr 2021]
10. Arias L, (2009): Congreso de Biotecnología trata temas medulares, en sitio: www.granma.cubaweb.cu/2008/12/09/artic06.html[citado 12 Abr 2021]
11. Suárez R, Moreno E, La industria biofarmacéutica cubana contra la COVID-19 Periódico Granma, 11 agosto 2020, versión digital, sitio: <http://www.granma.cubaweb.cu/2020/8/11/nacional/artic02.html> Acceso 27 marzo de 2021.

12. Avendaño Bárbara. La biotecnología en Cuba es presente y futuro Periódico Granma, 26 de noviembre, versión digital, sitio: <http://www.granma.cubaweb.cu/2008/11/26/nacional/artic05.html>
13. Somoza José. Industria biotecnológica y médico-farmacéutica, Estructura Económica de Cuba, (2002): Capítulo V, Tomo 1, pg. 236).
14. Proyecto de vacuna cubana contra el dengue, en sitio: <http://cubacontraelsida.blogspot.com/2006/11/exponen-proyecto-de-vacuna-cubana.html>
15. Armas Padrino I. "Registra Cuba vacuna terapéutica contra cáncer de pulmón", Periódico Granma, 25 de junio, versión digital, en sitio: www.granma.cubaweb.cu/secciones/cienciaytec/medicina/medicina28.htm
16. Ochoa- Azze, Rolando; García-Imia, Luis. Efectividad de la vacuna VA-MENGOC-BC contra cepas heterólogas del meningococo. Vaccimonitor, vol. 25, núm 2, Institutp Finlay, La Habana, 2016
17. Infomed [Internet]. La Habana: Msc. Dra. Patricia Alonso Galbán; 1999 [actualizado 15 Ene 2021; citado 22 Abr 2021]. Disponible en: <http://www.sld.cu/anuncio/2021/01/15/cuales-son-los-mayores-aportes-de-la-ciencia-cubana-contra-la-covid-19>
18. Velázquez Pérez LC. La ciencia cubana en el enfrentamiento a la COVID-19. AACC [Internet] 2021 [22 Abr 2021]; 11(1): Disponible en: <http://www.revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/964/991>
19. Biocubafarma.cu [Internet]. La Habana: biocubafarma; [citado 24 Abril 2021]. Disponible en: <https://www.biocubafarma.cu/productos/producto.php?ID=9>
20. Horizontecubano.law.columbia.edu [Internet]. New York: Omar Everleny Pérez Villanueva [actualizado 15 Feb 2021; citado 22 Abr 2021]. Disponible en: https://horizontecubano.law.columbia.edu/news/el-desarrollo-de-la-biotecnologia-en-cuba-retos-en-la-estrategia-economica-despues-de-2021?.fbclid=IwAR1dQm25lsBXyeCKqajr5clKgSSIC0v_wZqEo1la2zxMqN4
21. Internet [Bloqueo estadounidense contra Cuba](#)» (en español). Consultado el 22-4-2021.