

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

La investigación científica en el campo de la malaria, importancia socioeconómica y ética

Centro de Estudio de Proteínas, Facultad de Biología, Universidad de La Habana

¹Jorge Oscar González-Bacerio, ²Gilberto Valdés García; ³Amaia Ponce de la Cal, ³Anett Rubio Torres, ³Sandra Madariaga Zarza, ⁴María de los Ángeles Chávez Planes, ⁵Isel Pascual Alonso.¹Maestro en Ciencias (Bioquímica), Profesor Asistente. ²Licenciado en Bioquímica, Aspirante a Investigador. ³Estudiantes de 4to. año de la Licenciatura en Microbiología y Virología. ⁴Doctora en Ciencias Biológicas, Profesora Titular. ⁵Doctora en Ciencias Biológicas, Profesora Auxiliar.

RESUMEN

Objetivo: Analizar el impacto socioeconómico y ético de la investigación científica dirigida a la búsqueda de nuevos antimaláricos.**Desarrollo:** En este trabajo se aborda el problema de la malaria en la última década en sus aspectos epidemiológico, económico, social, ético, de investigación, y de la posición de la ciencia cubana. La malaria es una enfermedad parasitaria que constituye un problema de salud global por motivos científicos, sociales, económicos y éticos. Los países subdesarrollados son los más afectados, con una elevada morbilidad y mortalidad, sistemas de salud saturados y economías sobrecargadas. La malaria pertenece al grupo de las enfermedades desatendidas, quienes han constituido por siglos una gran carga para los países pobres con un impacto directo negativo en el desarrollo de estas sociedades. La implementación de nuevas estrategias más económicas, sencillas, sostenibles y localmente aceptables para mejorar la salud de las poblaciones olvidadas, significaría una contribución notable a la prevención, control y eliminación de esta y otras enfermedades desatendidas.**Conclusiones:** La investigación científica dirigida a la búsqueda de nuevos antimaláricos es una necesidad urgente, sobre todo en los países tropicales. La malaria afecta en mayor medida a los países del Tercer Mundo, los cuales no tienen posibilidades reales de financiar programas de investigación y salud sostenibles, y verdaderamente efectivos que garanticen una amplia cobertura a su población.**Palabras clave:** Malaria, Ética, Enfermedades Transmisibles.

INTRODUCCIÓN

La ciencia es un sistema de conceptos sobre fenómenos objetivos o subjetivos que puede transformar la realidad en beneficio de la sociedad (1). Esta última, a su vez, influye en la selección de los objetos de estudio de la ciencia y en la forma en que se utilizan los resultados de la investigación científica (1, 2). Esta relación recíproca ciencia-sociedad se manifiesta también en la investigación sobre enfermedades que azotan a la humanidad. En el siglo XXI, época de la clonación, la robótica y la Internet, existen enfermedades infecciosas aún no resueltas debido a dificultades de tipo científico y social. Entre ellas se encuentra la malaria.

La malaria es una afección antigua que constituye un grave problema de salud, económico y social en grandes

regiones del planeta (3-6). Es la principal enfermedad parasitaria humana tropical (7) y produce síntomas y signos asociados a la ruptura de los eritrocitos como fiebre, anemia y alteraciones neurológicas potencialmente mortales (8, 9). Su agente causal es un parásito del género *Plasmodium* (10), del cual se conocen cinco especies que infectan humanos (11). De ellas, *P. falciparum* es la más letal y ampliamente distribuida, principalmente en África. En cambio *P. vivax*, la especie más abundante en América, es mucho menos agresiva (12, 13). El vector biológico de la enfermedad es un mosquito hematófago del género *Anopheles* (14).

La malaria representa un problema global que no es exclusivo de los trópicos y afecta a 106 países (3 300

millones de personas, el 47% de la población mundial) localizados fundamentalmente en el Tercer Mundo. En 2010 se registraron 216 millones de casos, de los cuales 174 millones (81%) se produjeron en África. Se estima que en ese año ocurrieron 655 000 fallecimientos por malaria, el 91% de ellos en el continente africano y, aproximadamente, el 86% de las muertes en todo el mundo correspondieron a niños menores de cinco años (6). Tradicionalmente se ha tratado la enfermedad con quimioterapia, con acción sobre la fisiología del parásito para interrumpir su ciclo de vida en el hospedero humano (15). Sin embargo, estos fármacos son costosos, relativamente tóxicos e ineficaces contra cepas resistentes de *Plasmodium* surgidas en las últimas décadas (16).

El control de la malaria también se aborda con medidas higiénico-sanitarias (17) para evitar el desarrollo de las larvas del mosquito, y con insecticidas contra los mosquitos adultos (18). No obstante, estas medidas requieren de recursos financieros, generalmente escasos en los países pobres, y de campañas de educación sanitaria a la población, no siempre efectivas por las condiciones económicas y sociales de los países no desarrollados. Además, ya han surgido especies de *Anopheles* resistentes a los insecticidas comunes (19).

La situación se agrava por la ausencia de una vacuna preventiva, aunque existe un candidato vacunal en fase de estudios clínicos (20). Por estos motivos la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró al período 2001-2010 como la década de "hacer retroceder la malaria" (RBM) (19). Como aspecto positivo, ya se publicó el genoma completo de *Plasmodium* (21), lo cual ha dado impulso a las investigaciones para desarrollar antimaláricos dirigidos contra nuevos blancos moleculares del parásito (22).

Por estas razones, el combate contra la malaria debe constituir una prioridad de salud pública en muchos países del mundo, principalmente en las naciones subdesarrolladas tropicales. La investigación científica en este tema es relevante no solo para la ciencia y la medicina, sino que además tiene repercusiones económicas, sociales, ambientales y éticas.

El objetivo del presente trabajo es analizar el impacto socioeconómico y ético de la investigación científica dirigida a la búsqueda de nuevos antimaláricos, en el contexto actual de un mundo globalizado y con una elevada desigualdad social.

DESARROLLO

Las enfermedades desatendidas

La malaria pertenece a las llamadas enfermedades desatendidas. En América Latina, además de esta, se incluyen en el grupo el dengue, las infecciones parasitarias intestinales, la enfermedad de Chagas y otras (figura 1). Dichas enfermedades han constituido por siglos una gran carga para América Latina con un impacto directo negativo en el desarrollo de estas sociedades. La denominación empleada para estas afecciones no está relacionada con

las limitaciones derivadas del nivel de desarrollo de la ciencia y la tecnología actuales para enfrentarlas (como es el caso de la resistencia a drogas), se debe por el contrario, a causas económicas y sociales.

La razón fundamental de la elevada morbilidad de las enfermedades desatendidas en Latinoamérica y otras regiones del mundo, es el atraso económico y la ausencia de programas de salud pública efectivos en la prevención y tratamiento de estas dolencias. La implementación de nuevas estrategias más económicas, sencillas, sostenibles y localmente aceptables para mejorar la salud de las poblaciones olvidadas, significaría una contribución notable a la prevención, control y eliminación de las enfermedades desatendidas. Tales políticas se traducirían en un mejoramiento significativo de la salud de esas comunidades, las cuales tendrían mayores posibilidades de desarrollo (24, 25).

Por todo lo anterior, la investigación científica y el desarrollo de tecnologías que permitan la obtención de antimaláricos más efectivos y económicos, podrían contribuir a la implementación de programas de salud acordes con las posibilidades reales del Tercer Mundo y, por ende, con un mayor impacto en la solución de los problemas económicos y sociales que representa la malaria para los países afectados.

La malaria en el mundo

En el 2005, la iniciativa RBM publicó un informe sobre la situación de la malaria en el planeta a partir de información suministrada por la OMS y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Según dicho informe, la malaria "es un problema mundial grave que afecta de forma inaceptable la salud y el bienestar económico de las comunidades más pobres del mundo" (19).

Las zonas de riesgo de transmisión de malaria en 2010 incluían a 106 países donde viven 3 300 millones de personas. De estas naciones, 99 presentan transmisión de malaria y 1 200 millones de seres humanos se encuentran en situación de alto riesgo (más de un caso por cada 1 000 habitantes), de los cuales el 47% vive en África y el 37% en el sureste asiático. En 2010 se produjeron 216 millones de episodios clínicos de malaria, la mayoría causados por *P. falciparum* y *P. vivax*, y 655 000 muertes por esta causa (el 91% en África) (6).

P. falciparum provoca más del 80% de las muertes y actúa sinérgicamente con otras enfermedades, lo cual provoca más defunciones, con mayor incidencia en niños pequeños. El patrón de transmisión y las características clínicas de la malaria varían entre regiones, incluso en un mismo país. Ello se debe a modificaciones entre los parásitos y los mosquitos vectores, las condiciones ecológicas que afectan la transmisión de la enfermedad, y los factores socioeconómicos como la pobreza y el acceso a los servicios de salud y prevención (19).

En el continente africano aumentó la carga de la malaria entre 1981 y 2000 debido a la resistencia frente a los antimaláricos e insecticidas convencionales, y a la

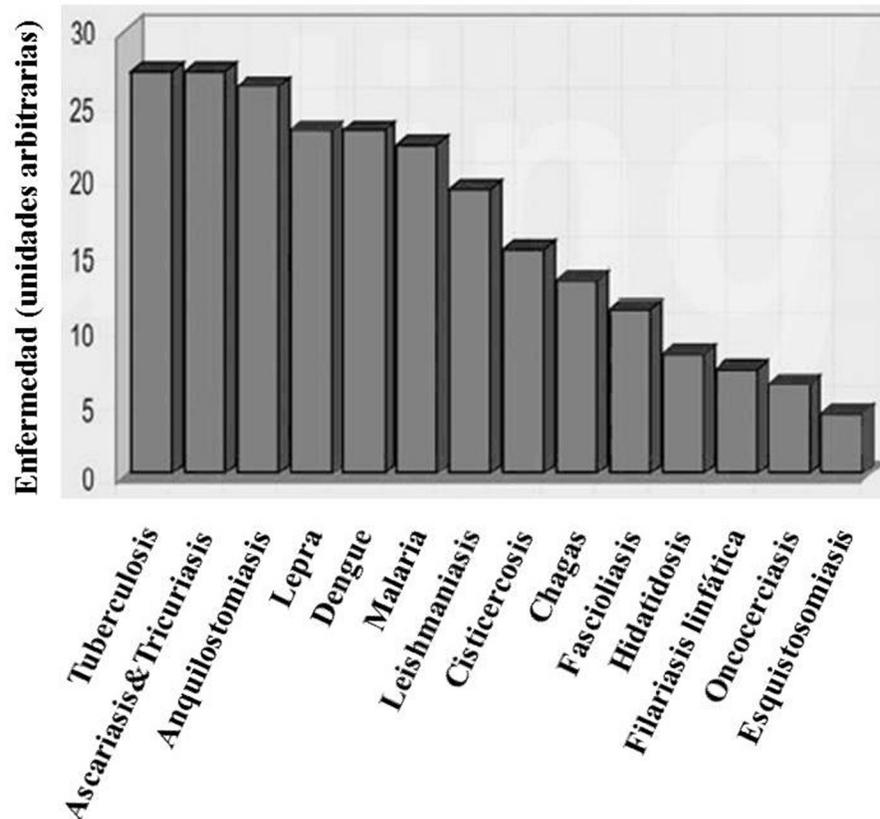


Figura 1. La carga de las enfermedades desatendidas en América Latina y el Caribe.

Fuente: Adaptado de: Organización Panamericana de la Salud. La carga de las enfermedades desatendidas en América Latina y el Caribe en comparación con otras enfermedades transmisibles. Hospitales seguros frente a los desastres. Campaña mundial de reducción de desastres 2008 – 2009. 2006 oct 10 [sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.paho.org/spanish/ad/dpc/cd/psit-nd-graph.htm>

degradación de los servicios primarios de salud en muchas regiones. Hacia 2004 se producían en África Subsahariana el 60% de todos los casos mundiales de malaria, el 75% de los casos debidos a *P. falciparum* y más del 80% de las muertes por esta enfermedad. En esta región *P. falciparum* provoca alrededor del 18% de las defunciones de niños menores de cinco años. La malaria es también una causa importante de anemia en niños y mujeres embarazadas, así como de bajo peso al nacer y partos prematuros. En los países africanos con malaria endémica, el 25-35% de las consultas ambulatorias, el 20-45% de los ingresos hospitalarios y el 15-35% de las defunciones en hospitales se deben a esta enfermedad, lo cual representa una carga notable para sus frágiles sistemas de salud. Por otra parte, la malaria reapareció o se intensificó en el sureste y el centro de Asia entre 1995 y 2004, cuando se interrumpieron las campañas de erradicación (19).

A partir del año 2000, la mayoría de los países ubicados en zonas maláricas comenzaron a implementar los instrumentos y las estrategias recomendados por la iniciativa RBM. Este plan contempló en sus inicios tres tipos de actividades: i) las encaminadas al control de la malaria

para reducir los niveles de la enfermedad, ii) las dirigidas a la eliminación de la malaria de forma consecutiva en todos los países afectados y iii) la investigación enfocada al desarrollo de nuevas herramientas y procedimientos para sustentar el control global y la eliminación de este padecimiento. Contradictoriamente, en muchos de los países africanos más necesitados de estas acciones, la implementación de estas estrategias es aún más reciente (19). Sin embargo, después de una década de aplicación de tales medidas de prevención y tratamiento, estas no han tenido el impacto esperado en las tasas mundiales de mortalidad (13). Los resultados están relacionados, por un lado, con la insuficiente cobertura de los programas hacia todos los sectores de la sociedad (19), y por otro, con la eficacia cada vez menor de los fármacos actualmente disponibles (16).

En junio de 2011 se actualizaron los objetivos de la iniciativa RBM que actualmente son: i) reducir el índice mundial de mortalidad por malaria a casi cero a finales de 2015; ii) disminuir para finales de 2015 los casos de la enfermedad en todo el mundo en un 75% en comparación con el año 2000; iii) eliminar la malaria en 10 nuevos

países desde 2008 hasta finales de 2015. Para alcanzar esos objetivos, la OMS reconoce que se debe lograr y mantener el acceso universal a las medidas preventivas, y a la gestión de los casos en los sectores público y privado (incluido el acceso a los servicios de salud adecuados), así como una mayor celeridad por parte de los sistemas de vigilancia epidemiológica (6).

La malaria en América

De los casi 900 millones de habitantes que tenía el continente americano en 2007, 143 millones 658 mil (15,97%) vivían con riesgo de contraer malaria. En ese año se detectaron más de 174 000 casos de la enfermedad, lo que representa una proporción de 86,19 enfermos por cada 100 000 habitantes en el hemisferio y 539,82 por cada 100 000 habitantes en áreas endémicas (26).

En América Latina existen actualmente 21 países con programas activos contra la malaria. En esta región del planeta se produce transmisión fundamentalmente en países que comparten la selva amazónica y en naciones de América Central y el Caribe. Los desplazamientos poblacionales relacionados con la extracción de oro y la explotación de los bosques han provocado epidemias en las zonas selváticas (19). La resistencia a la cloroquina, antimalárico tradicional (27), es un problema típico de esta región. Debido a ello, casi todos los países amazónicos han modificado en la presente década sus políticas farmacéuticas para tratar a *P. falciparum* con otros agentes terapéuticos, como las terapias combinadas basadas en artemisinina (ACT) (28, 29), más caras que las terapias basadas en la cloroquina. La cloroquina aún es efectiva para el tratamiento y prevención de *P. falciparum* en regiones como Centroamérica, la República Dominicana y Haití, y para el tratamiento de *P. vivax* en la mayor parte del subcontinente (19).

En las figuras 2 y 3 se reflejan la morbilidad causada por las especies de *Plasmodium* más frecuentes en América y la mortalidad asociada a la malaria, respectivamente, en el período 2000-2007. Se observa cómo a pesar de los esfuerzos de los organismos internacionales, el problema de la malaria no se resolvió en la primera década del siglo XXI.

La malaria y la economía

La capacidad diferencial de los países para afrontar exitosamente las crisis de salud constituye un reflejo de la dicotomía Norte-Sur.

Según el Informe sobre Desarrollo Humano 2001, del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, países como Haití, Etiopía y Níger solo pueden dedicar entre 1,2 y 1,7% del producto interno bruto a gastos de salud. En cambio, las cifras dedicadas por Noruega, Australia y Suecia se encuentran entre 5 y 7,4% (30).

Según estimaciones de la OMS, se necesitan entre 5 y 6 000 millones de dólares estadounidenses (USD) anuales para lograr el control efectivo de la malaria (6). Desafortunadamente, los fondos disponibles son muy

inferiores. Si bien hay mayor apoyo financiero y mayor compromiso desde el lanzamiento de la iniciativa RBM, los recursos para el combate contra la malaria aún no satisfacen las necesidades, sobre todo en los países con mayor morbilidad (19). En 2011 la financiación internacional fue, como máximo, de 2 000 millones de USD y se pronostica que después de un período de relativa estabilidad, disminuya hasta 1 500 millones en 2015 (6).

Los datos disponibles indican que la financiación de origen nacional representa una fracción pequeña del total de los fondos necesarios para el control de la malaria en los países con mayor endemismo. Además, generalmente las naciones que presentan la carga más alta de malaria son al mismo tiempo las más pobres y la inversión nacional no satisface las necesidades. Por lo tanto, aún con voluntad política para resolver estos problemas de salud, estos países dependen en buena medida de la asistencia de instituciones donantes (19).

Una fuente importante de financiación internacional desde 2003 es el Fondo Mundial de Lucha contra el SIDA, la tuberculosis y la malaria (FMSTM/GFATM). El FMSTM aportó en 2003-2004 recursos por un valor de más de 200 millones de USD a 28 países de África, 15 de Asia y cuatro de América; y los compromisos aprobados para el período 2005-2006 ascendieron a 881 millones de USD (19). En el año 2009, los programas contra la malaria representaron el 8% de la ayuda oficial al desarrollo para la salud y la población, lo cual significó un aumento del 3% en comparación con 2005. Sin embargo, estimaciones realizadas por la OMS, esta cifra, que todavía es insuficiente, parece haber alcanzado un nivel tope y es poco probable que aumenten los fondos en el sector público para la lucha contra la malaria (6).

Las ACT, las cuales constituyen el tratamiento más efectivo contra *P. falciparum* en la actualidad, son 10-20 veces más caras que la terapia tradicional basada en la cloroquina. Desde que existe la financiación del FMSTM ha aumentado la demanda de las ACT, de tal manera que el suministro de Artemetero + Lumefantrina (Coartem®), la primera forma de ACT preaprobada por la OMS, no fue suficiente para cubrir las necesidades en 2004. Es por ello que el aumento en la producción de artemisinina es una de las prioridades de la iniciativa RBM (19). Estos datos demuestran el gran impacto que tendría para el control de la malaria el desarrollo de nuevos antimaláricos más económicos, efectivos y de uso general para todas las especies de *Plasmodium* que causan la enfermedad en humanos.

Como aspecto positivo se estima que la incidencia de la malaria a nivel mundial se ha reducido en un 17% desde el año 2000 y el índice de mortalidad asociada a esta enfermedad ha disminuido en un 26% (6). Sin embargo, el objetivo de la iniciativa RBM, de reducir a la mitad la carga de la malaria en los países endémicos para 2010, aún no se ha cumplido (31). Este resultado evidencia que aún queda mucho por hacer en numerosos frentes en el combate contra este flagelo. Uno de los más importantes,

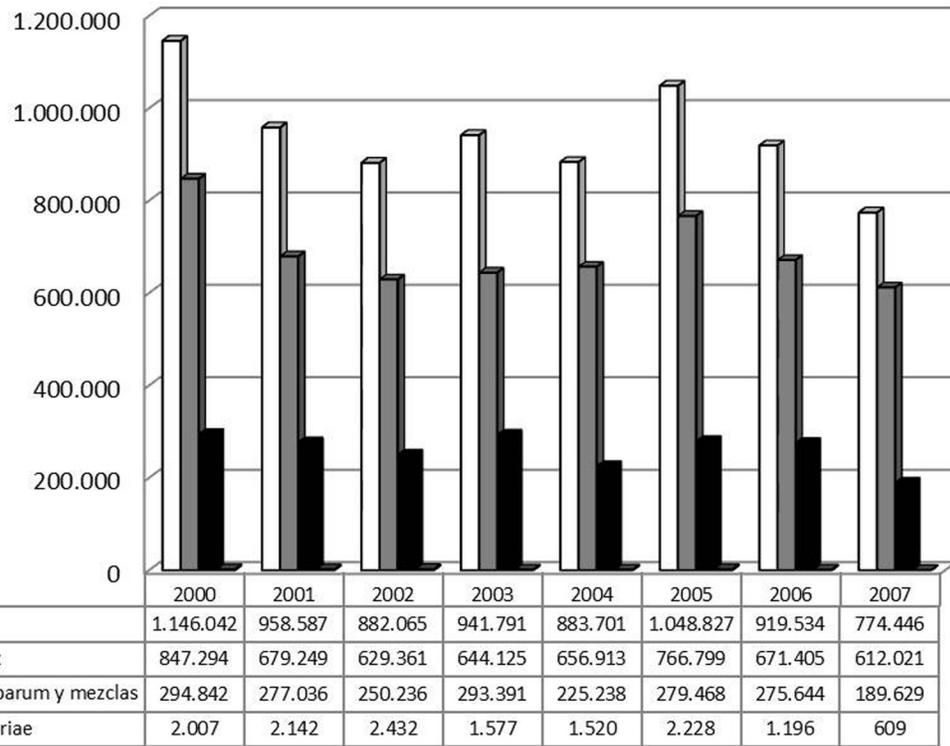


Figura 2. Morbilidad asociada a la malaria en América en el período 2000-2007.

Fuente: Adaptado de: Pan American Health Organization. Malaria in the Americas: Time series epidemiological data from 2000 to 2007. 2008 [sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.paho.org/English/AD/DPC/CD/mal-reg-country-epi-data-2007.pdf>.

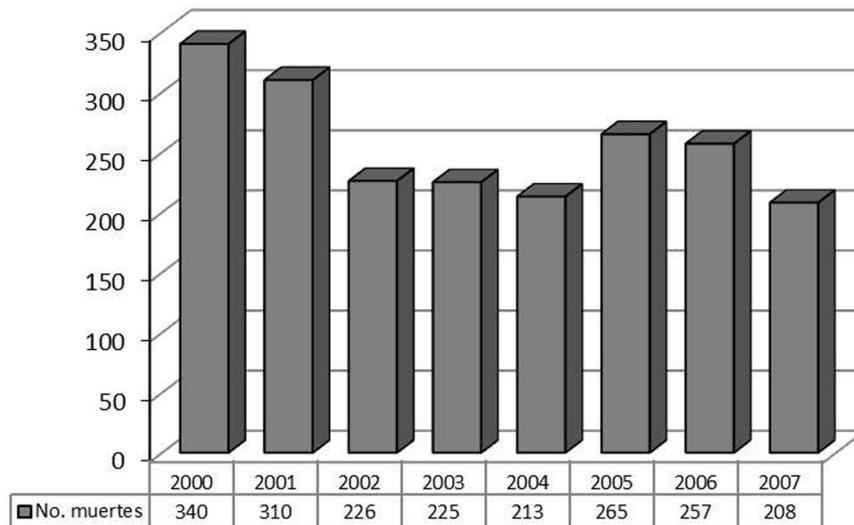


Figura 3. Mortalidad asociada a la malaria en América en el período 2000-2007.

Fuente: Adaptado de: Pan American Health Organization. Malaria in the Americas: Time series epidemiological data from 2000 to 2007. 2008 [sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.paho.org/English/AD/DPC/CD/mal-reg-country-epi-data-2007.pdf>.

está conformado por la comunidad científica internacional quien tiene ante sí la responsabilidad de desarrollar nuevas terapias capaces de contener la propagación de la enfermedad.

La malaria en Cuba

A pesar de ser Cuba un país tropical y estar ubicado en un área malárica, no presenta transmisión activa de la enfermedad. Ello significa que todos los casos detectados en el país son importados o se producen por transmisión a partir de estos últimos (26). Ello se debe fundamentalmente a la tenencia de: i) un sistema primario de salud eficaz, con capacidad de cobertura en tiempo real para todos los habitantes, ii) un adecuado programa de control de vectores y iii) un sistema de vigilancia epidemiológica efectivo, que cuenta con la infraestructura científica y tecnológica necesaria para la realización de los pesquisajes.

Según datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en 2007, Cuba examinó 348 061 muestras de sangre de individuos sospechosos de malaria, de los cuales resultaron positivos solo 35. Este esfuerzo de vigilancia epidemiológica resulta tanto más meritorio si se tiene en cuenta que en Cuba la malaria no constituye un problema. Es este un buen ejemplo de voluntad política en materia de salud pública y no tiene análogos en otros países de la región. Por ejemplo, en ese año, el segundo país sin transmisión activa que más muestras examinó fue Trinidad y Tobago, con 5 700 y 14 casos. Estados Unidos no informó el análisis de ninguna muestra, sin embargo registró 556 casos de malaria (26).

Además de las medidas tomadas en materia de salud pública, en Cuba se desarrollan proyectos de investigación científica en el tema de la malaria. Estas investigaciones se realizan, fundamentalmente, en el Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kouri" y en el Centro de Estudio de Proteínas, adscrito a la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana (32-39).

Malaria, ética y sociedad

Ahora cabría preguntarse ¿por qué desarrollar una investigación sobre malaria en Cuba donde la enfermedad no es un problema de salud? La respuesta a esta interrogante hay que buscarla en el campo de la ética, entendida como la ciencia que estudia la moral, una de las formas de la conciencia social que se materializa en las acciones de los individuos. En este sentido, la ética permite distinguir lo que debe ser enseñado y permitido, señala el comportamiento más adecuado para alcanzar el bienestar al que aspiran los ciudadanos, e incluye la ayuda que debe prestarse a los individuos para cumplir ese propósito. Por tanto, el sujeto individual no puede actuar desreguladamente, sino debe moverse en una dialéctica entre lo individual y lo social, a partir de la interiorización de valores, normas y principios establecidos por la sociedad, y la incorporación de estos elementos a su conducta individual. No se trata solo de evitar hacer el mal, sino de hacer el bien de acuerdo a las necesidades de un momento histórico concreto.

Un valor moral fundamental de nuestra época que debe ser guía para el pensar y la conducta de los individuos, incluidos los científicos, es la solidaridad. Este valor se refiere a una fraternidad que abarca a toda la humanidad en su conjunto, sin excluir a ningún grupo de seres humanos. Es una solidaridad que incluye a los sectores y grupos con limitaciones en el acceso a los beneficios que reportan la cultura y la técnica, y comprende a las sociedades más atrasadas económicamente en un mundo en el cual un grupo minoritario de naciones mantiene niveles irracionales de consumo de bienes materiales. Involucra a todo el planeta y no admite fronteras ni problemas humanos ajenos.

La responsabilidad con el valor solidaridad, presupone no ser simplemente un administrador sino ser un humanizador, proviene de considerar a la persona integralmente y de las implicaciones que ello tiene. No reduce al ser humano a una dimensión cuantitativa o instrumental, como ocurriría con la investigación en Cuba sobre la malaria si el móvil para ello se redujera a las estadísticas epidemiológicas nacionales. Esta solidaridad nace de la buena voluntad y la generosidad más sincera. Identifica al ser humano como un fin en sí mismo y no como un medio para alcanzar determinados indicadores macroeconómicos (40). Por estas razones, los esfuerzos para aprovechar el potencial científico-técnico cubano con el objetivo de desarrollar nuevos antimaláricos, potencialmente efectivos en la contención de la propagación de la malaria, resultan plenamente legítimos en las condiciones actuales de globalización asimétrica.

Lamentablemente, este enfoque ético de la ciencia y la tecnología no es el que predomina en el mundo del siglo XXI. Actualmente, el gasto mundial de investigación en salud asciende a 106 000 millones de USD, pero el 90% de ese dinero se invierte en problemas que afectan a menos del 10% de la población mundial los que tienen mayor capacidad adquisitiva (41). Por ejemplo, los grandes laboratorios invierten poco en investigar sobre la tuberculosis, la cual en 2004 afectaba a 16 millones de personas y provocará la muerte de 35 millones hacia 2020 si no se desarrolla una droga efectiva. De las alrededor de 1 223 drogas nuevas desarrolladas en el período 1975-2004, solo 13 están dirigidas contra enfermedades tropicales. Problemas como la calvicie y la impotencia han recibido mucho más dinero que enfermedades quienes generan mayor morbilidad y mortalidad (42). La investigación en el campo de la malaria no está ajena a estas consideraciones. Al igual que otras enfermedades desatendidas, esta dolencia recibe una atención todavía insuficiente (6).

La malaria y la investigación científica

Debido a las consecuencias de salud, económicas y sociales dadas por la propagación de la malaria, diversas instituciones nacionales, internacionales y regionales dedican fondos a fomentar la investigación en este campo, dirigida a aliviar el impacto de la enfermedad o a generar nuevas drogas capaces de contenerla. Un ejemplo

es el Programa de Investigaciones en Enfermedades Transmisibles de la OPS, de conjunto con el Programa Especial para Investigación y Capacitación en Enfermedades Tropicales (TDR) coordinado por la OMS, para fortalecer la capacidad en el área de las investigaciones en América (43). Su objetivo es fortalecer la capacidad de los países endémicos para efectuar investigaciones dirigidas al desarrollo o la optimización de estrategias de control de enfermedades infecciosas, sobre todo las tropicales, a partir de la capacitación y la financiación de investigadores jóvenes. El Programa se dirige principalmente a estudiantes de maestría o doctorado de países de Latinoamérica y el Caribe y a instituciones académicas, programas para el control de enfermedades y otras entidades públicas relacionadas con la investigación, la prevención y el control de enfermedades. Las dolencias que incluye el Programa son: Chagas, dengue, esquistosomiasis, filariasis, leishmaniasis, lepra/hanseniasis, malaria, oncocercosis y tuberculosis, entre otras.

CONCLUSIONES

La ciencia constituye una de las formas de la conciencia social y, por tanto, no puede existir al margen de la sociedad. En el movimiento y desarrollo de la ciencia influyen una serie de factores sociales, tan importantes como la propia lógica interna de esta forma de actividad humana. La conjunción de los límites actuales del conocimiento científico y factores socioeconómicos, determina que en amplias regiones del mundo exista un grupo de enfermedades desatendidas, principalmente de carácter infeccioso, las cuales constituyen verdaderos problemas de salud y lastran el desarrollo de esas comunidades. La malaria es una de esas enfermedades y afecta a 106 países que agrupan al 47% de la población mundial.

El incremento y la propagación de la resistencia del *Plasmodium* a las drogas tradicionales, determina que la

investigación científica dirigida a la búsqueda de nuevos antimaláricos sea una necesidad urgente, sobre todo en los países tropicales. Sin embargo, la malaria afecta en mayor medida a los países del Tercer Mundo, los cuales no tienen posibilidades reales de financiar programas de investigación y salud sostenibles y verdaderamente efectivos que garanticen una amplia cobertura a su población. Por otro lado, los fondos destinados por la iniciativa RBM de la OMS y otras instituciones internacionales para combatir la malaria son insuficientes.

Ya adentrado el siglo XXI, la ciencia y la tecnología se orientan en un sentido distinto al de grandes necesidades humanas básicas insatisfechas. Por el contrario, Cuba carece de enfermedades desatendidas, incorpora el valor moral de la solidaridad en su política científica y utiliza su potencial científico-técnico para contribuir a la búsqueda y desarrollo de nuevos fármacos contra la malaria.

La obtención de un medicamento más efectivo y económico contra la enfermedad, capaz de contener su propagación y cuya aplicación se corresponda con las posibilidades reales de los países pobres, tendría sin dudas un profundo impacto en aliviar la carga económica y social que la malaria representa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundación Internacional para la Ciencia (IFS, Suecia) por la asistencia financiera (proyecto F/4730-1), a la Organización para la Prohibición de las Armas Químicas (OPCW, proyecto OPCW/IFS F/3276-3) y al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), Red Temática 210RT0398 "Proteómica y Quimiogenómica de Inhibidores de Proteasas de Origen Natural con Potencial Terapéutico en Malaria", por la asistencia técnica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kredov B. La ciencia (fragmentos). En: Valdés C, Hernández LE, Pimentel L, López N, Flores M, eds. *Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Selección de lecturas. La Habana: Editorial Félix Varela; 2004. p. 27-46.*
2. Bernal JD. Historia social de la ciencia. En: Valdés C, Hernández LE, Pimentel L, López N, Flores M, eds. *Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Selección de lecturas. La Habana: Editorial Félix Varela; 2004. p. 1-2.*
3. Phillips M, Phillips-Howard PA. Economic implications of resistance to antimalarial drugs. *Pharmacoeconomics*. 1996;10(3):225-38.
4. Kakkilaya BS. History of malaria: scientific discoveries. *Malaria Site. All about malaria, 2011 Apr 1 [sitio en Internet]. Disponible en: http://www.malariasite.com/malaria/history_science.htm, [acceso: 23 de mayo de 2011].*
5. Sachs J, Malaney P. The economic and social burden of malaria. *Nature*. 2002;415(6872):680-5.
6. World Health Organization. *World Malaria Report 2011*. 2012 [sitio en Internet]. Disponible en: http://www.who.int/malaria/world_malaria_report_2011/wmr2011_summary_keypoints_sp.pdf, [acceso: 13 de marzo de 2012].
7. Greenwood BM, Bojang K, Whitty CJ, Targett GA. Malaria. *Lancet*. 2005;365(9469):1487-98.
8. Dickson S, Rodríguez-Morales AJ, Barbella RA, Díaz S, Hernández A. Cambios anatomopatológicos en el hígado de pacientes con malaria severa por *Plasmodium falciparum*. *Revista de la Sociedad Médica Quirúrgica Hospital de Emergencias Pérez de León*. 2007;38(1):11-5.
9. World Health Organization. *Paludismo. Nota descriptiva N°94*. Octubre de 2011. 2012 [sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs094/es/index.html>, [acceso: 13 de marzo de 2012].
10. Laveran A. A new parasite found in the blood of malarial patients. *Parasitic origin of malarial attacks. Bulletin des Membres de la Société de Médecine Hospitalière. Paris*. 1880;17:158-64.

11. Pain A, Böhme U, Berry AE, Mungall K, Finn RD, Jackson AP, et al. The genome of the simian and human malaria parasite *Plasmodium knowlesi*. *Nature*. 2008;455(7214):799-803.
12. Snow RW, Guerra CA, Noor AM, Myint HY, Hay SI. The global distribution of clinical episodes of *Plasmodium falciparum* malaria. *Nature*. 2005;434(7030):214-7.
13. Pan American Health Organization. Malaria in the Americas: Time series epidemiological data from 2000 to 2007. 2008 [sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.paho.org/English/AD/DPC/CD/mal-reg-country-epi-data-2007.pdf>, [acceso: 23 de mayo de 2011].
14. Kakkilaya BS. Sir Ronald Ross (1857-1932). *Malaria Site. All about malaria*. 2008 Apr 5 [sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.malariasite.com/malaria/ross.htm>, [acceso: 23 de mayo de 2011].
15. Kakkilaya BS. History of Malaria Treatment. *Malaria Site. All about malaria*. 2006 Apr 14 [sitio en Internet]. Disponible en: http://www.malariasite.com/malaria/history_treatment.htm, [acceso: 23 de mayo de 2011].
16. Turschner S, Efferth T. Drug resistance in *Plasmodium*: natural products in the fight against malaria. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*. 2009;9(2):1-9.
17. Finlay CJ. Método para extirpar la fiebre amarilla recomendado desde 1899 por el Dr. Carlos J. Finlay. Trabajo presentado en la Conferencia de las Juntas de Sanidad de los Estados y de las Provincias de América del Norte. New Haven, Conn., 28 de octubre de 1902. Traducido por el Dr. Frank E. Menocal. *Revista de la Asociación Médica Farmacéutica*. 1902;3:179.
18. Kakkilaya BS. Paul Hermann Müller (1899-1965). *Malaria Site. All about malaria*. 2006 Apr 14 [sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.malariasite.com/malaria/muller.htm>, [acceso: 23 de mayo de 2011].
19. Organización Mundial de la Salud, iniciativa: "Hacer retroceder la malaria", Fondo de Naciones Unidas para la Infancia. *World Malaria Report 2005: Resumen de orientación*. 2009 may 15 [sitio en Internet]. Disponible en: http://www.rollbackmalaria.org/wmr2005/html/exsummary_sp.htm, [acceso: 23 de mayo de 2011].
20. Ecoprensa S. A. La vacuna contra la malaria de GSK se probará en 16.000 bebés africanos. *elEconomista.es. Salud*. 2009 nov 4 [revista en Internet]. Disponible en <http://ecodiario.economista.es/salud/noticias/1669512/11/09/La-vacuna-contra-la-malaria-de-GSK-se-probara-en-16000-bebes-africanos.html>, [acceso: 23 de mayo de 2011].
21. Gardner MJ, Hall N, Fung E, White O, Berriman M, Hyman RW, et al. Genome sequence of the human malaria parasite *Plasmodium falciparum*: *Nature*. 2002;419(6906):498-511.
22. Yeh I, Altman RB, Drug targets for *Plasmodium falciparum*: a post-genomic review/survey. *Mini-Reviews in Medical Chemistry*. 2006;6(2):177-202.
23. Organización Panamericana de la Salud. La carga de las enfermedades desatendidas en América Latina y el Caribe en comparación con otras enfermedades transmisibles. *Hospitales seguros frente a los desastres. Campaña mundial de reducción de desastres 2008 - 2009*. 2006 oct 10 [sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.paho.org/spanish/ad/dpc/cd/psit-nd-graph.htm>, [acceso: 10 de febrero de 2010].
24. Holveck JC, Ehrenberg JP, Ault SK, Rojas R, Vasquez J, Cerqueira MT, et al. Prevention, control, and elimination of neglected diseases in the Americas: Pathways to integrated, inter-programmatic, inter-sectoral action for health and development. *Biomedical Central Public Health*. 2007;7:6 doi:10.1186/1471-2458-7-6.
25. Franco-Paredes C, Jones D, Rodríguez-Morales AJ, Santos-Preciado JI. Improving the health of neglected populations in Latin America. *Biomedical Central Public Health*. 2007;7:11doi:10.1186/1471-2458-7-11.
26. Pan American Health Organization. Status of malaria in the Americas, 1994-2007: A series of data tables. 2008 [sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.paho.org/English/AD/DPC/CD/mal-americas-2007.pdf>, [acceso: 11 de febrero de 2010].
27. Greenwood D. The quinine connection. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 1992;30(4):417-27.
28. Adjuik M, Babiker A, Garner P, Olliaro P, Taylor W, White N. Artesunate combinations for treatment of malaria: meta-analysis. *International Artemisinin Study Group. Lancet*. 2004;363(9402):9-17.
29. Mutabingwa TK, Anthony D, Heller A, Hallett R, Ahmed J, Drakeley C, et al. Amodiaquine alone, amodiaquine + sulfadoxine-pyrimethamine, amodiaquine + artesunate, and artemether-lumefantrine for outpatient treatment of malaria in Tanzanian children: a four-arm randomised effectiveness trial. *Lancet*. 2005;365(9469):1474-80.
30. Hernández LE, Flores M. Crisis ambiental, desarrollo humano y dicotomía Norte-Sur. En: Valdés C, Hernández LE, Pimentel L, López N, Flores M, eds. *Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Selección de lecturas*. La Habana: Editorial Félix Varela; 2004; p. 241-5.
31. World Health Organization. *World Malaria Report 2009*. Geneva: WHO Press; 2009.
32. Salas E, Ramírez A, Otero-Bilbao A, Vázquez R, Reyes O, Mendiola J, et al. A heterogeneous enzymatic assay for quantification of Plasmeprin II activity and the evaluation of its inhibitors. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2004;34(4):833-40.
33. Ramírez AR, Guerra Y, Otero A, García B, Berry C, Mendiola J, et al. Generation of an affinity matrix useful in the purification of natural inhibitors of Plasmeprin II, an antimalarial drug target. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. 2008;52(2):149-57.
34. Mendiola JM, Guerra Y, Valdés OI, Miguel MM, Hernández A, Fernández-Calienes A, et al. Evaluación de la actividad de extractos marinos sobre *Plasmodium falciparum* in vitro y aspártico proteasas. *Revista Cubana de Medicina Tropical*. 2008;60(3). ISSN 0375-0760.
35. Guerra Y, Ramírez A, López R, Robles R, González D, Chávez MA. Establishment of a new methodology to obtain aspartic proteinases from *Plasmodium falciparum* in high density batch cultures. *Revista Cubana de Química*. 2007;XIX(1) ISSN 0258-5595.
36. Salas E, Horjales E, Chávez MA. Screening natural sources for plasmepsin II inhibitors using surface plasmon resonance. *Revista Cubana de Química*. 2007;XIX(1) ISSN 0258-5595.
37. Guerra Y, Ramírez AR, Reytor ML, Robles R, Berry C, Mendiola J, et al. Natural inhibitor of Plm II from the gorgonian *Plexaura homomalla*: Partial purification and characterization. *FEBS Journal*. 2008;275(Suppl. 1)450.
38. Ley AG, Valiente PA, Pascutti PG, Pons T. Computational perspectives into plasmepsins structure-function relationship: implications to inhibitor design. *Journal of Tropical Medicine*. 2011;(5):2723-34.

39. Valiente PA, Ley AG, Batista PR, Caffarena ER, Pons T, Pascutti PG. New parametrization approaches of the LIE method to improve free energy calculations of PlmII-Inhibitors complexes. *Journal of Computational Chemistry*. 2010;31(5):2723-34.
40. Valdés C. La ética ambiental y nosotros. En: Valdés C, Hernández LE, Pimentel L, López N, Flores M, eds. *Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Selección de lecturas*. La Habana: Editorial Félix Varela; 2004; p. 313-21.
41. Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Red de Investigación Cooperativa en Enfermedades Tropicales. 2008 [sitio en Internet]. Disponible en <http://www.ricet.es/es/>, [acceso: 13 de marzo de 2012].
42. Núñez J. La cuestión de la democratización de la ciencia como asunto epistemológico, ético y político. En: Valdés C, Hernández LE, Pimentel L, López N, Flores M, eds. *Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Selección de lecturas*. La Habana: Editorial Félix Varela; 2004; p. 193-219.
43. Organización Panamericana de la Salud. Programa OPS de Investigaciones en Enfermedades Transmisibles. Hospitales seguros frente a los desastres. Campaña mundial de reducción de desastres 2008 – 2009. 2008 ago 27 [sitio en Internet]. Disponible en <http://www.paho.org/spanish/ad/dpc/cd/res-tdr-home.htm>, [acceso: 10 de febrero de 2010].

The socioeconomic and ethical importance of scientific investigation in the field of malaria

SUMMARY

Objective: Analyze the socioeconomic and ethical impact of scientific investigation directed at the search of new antimalaria drugs.

Development: This work discusses the problem of malaria in its epidemiological, economical, social, ethical and investigational aspects in the last decade, as well as, the Cuban scientific position. Malaria is a parasitic disease that embodies a global health problem for scientific, social, economical and ethical reasons. Underdeveloped countries are the most affected, with elevated morbidity and mortality, saturated health systems and overburdened economies. Malaria belongs to the group of neglected diseases, who for centuries have constituted a large burden for poor countries, with a direct negative impact on the development of these societies. The implementation of new, more economic, simple, sustainable and locally accepted strategies to improve the health of these forgotten people would signify a notable contribution to the prevention, control and elimination of this and other ignored diseases.

Conclusions: The scientific investigation directed at the search for new antimalarial drugs is an urgent necessity, especially in tropical countries. Malaria mainly affects Third World countries, which do not have the real possibility of financing truly effective investigation and sustainable health programs that guarantee the wide coverage of their population.

Keywords: Malaria; Ethics; Communicable Diseases.

Dirección para la correspondencia: MsC. Jorge Oscar González-Bacerio. Centro de Estudio de Proteínas, Facultad de Biología, Universidad de La Habana. Calle 25, No. 455 entre I y J, Vedado, Plaza de la Revolución, Código Postal 10400, La Habana, Cuba.

E-mail: jogoba@fbio.uh.cu