

Ciencia para Galápagos: una propuesta de estrategia y agenda de investigaciones prioritarias para la sustentabilidad del archipiélago

Washington Tapia, José Rodríguez, Günther Reck,
Diego Quiroga, Pablo Ospina, Carlos Montes y José A. González

Introducción

Las ciencias en Galápagos viven una paradoja. Por un lado, existe una creciente conciencia entre planificadores, académicos y actores sociales galapagueños de que necesitamos nuevos conocimientos sobre la sociedad, la historia y los ecosistemas del archipiélago si queremos apoyar la construcción de una sociedad sustentable. Por otro lado, y al mismo tiempo, debemos reconocer que disponemos de un importante conjunto de investigaciones e información acopiada a

lo largo de varios siglos, hasta el punto que Galápagos es quizás la región más estudiada del Ecuador. Una de las razones que explican esta aparente paradoja es que tanto los objetivos de la sociedad ecuatoriana frente al archipiélago como nuestra propia visión de la manera de alcanzar esos objetivos, han sufrido cambios sustanciales en los últimos años. Como resultado, necesitamos nuevos enfoques, información diferente y conocimientos más amplios sobre campos distintos a los que las ciencias han prestado convencionalmente la atención a lo largo de la historia.

El Ecuador ya no se plantea únicamente fortalecer la presencia nacional en un archipiélago que otras potencias querían reservarse para sí; sino que esa presencia sea la de una sociedad sustentable, es decir, con un tipo de prosperidad y un modo de desarrollo armónico y situado dentro de los márgenes permitidos por la conservación de la integridad y el carácter único de sus ecosistemas. Para lograr estos propósitos, no es suficiente conocer en detalle aquello que vuelve únicos a los ecosistemas isleños, como su fauna o su flora excepcional, sino los factores que explican, sostienen y garantizan el mantenimiento de las relaciones entre los elementos clave de los ecosistemas, así como entre los ecosistemas y la sociedad que depende de ellos.

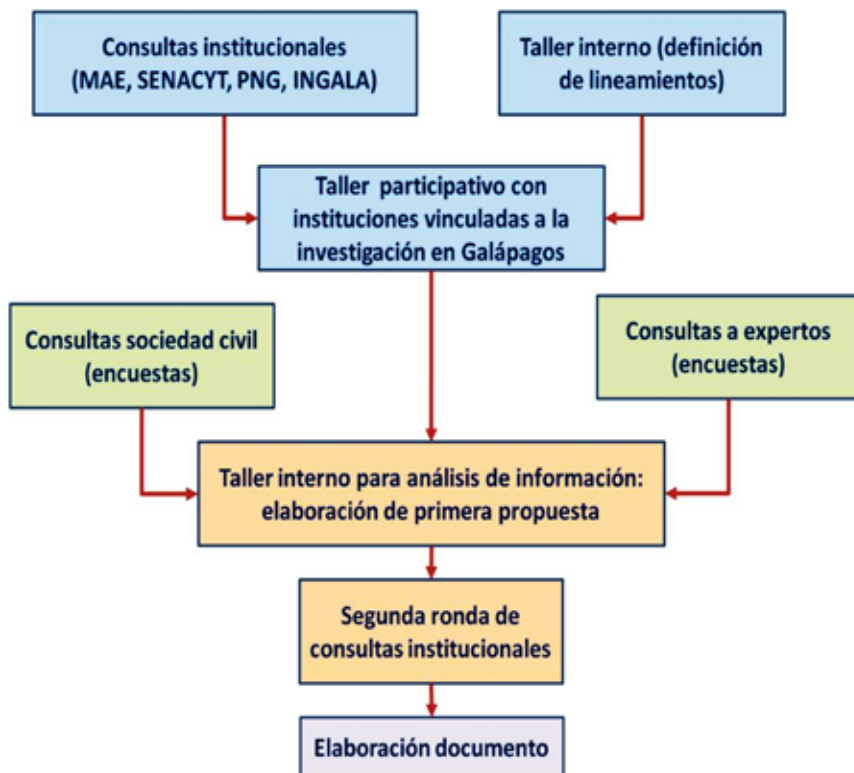
En varios documentos oficiales de los últimos años se reconocen estos nuevos objetivos sociales y se señalan las nuevas necesidades de conocimiento. Ocurrió así en la Ley Orgánica de Régimen Especial para la Conservación y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos (1998), en el Plan Regional de Galápagos (2003) y en el Plan de Manejo del Parque Nacional (2005), entre algunos de los más conocidos. Sin embargo, esta nueva visión de los objetivos que la sociedad ecuatoriana se plantea para el archipiélago no ha sido relacionada sistemáticamente con las nuevas necesidades de conocimiento científico. Hacer esa sistematización y esa relación fue el propósito del trabajo interdisciplinario realizado durante dos años por los autores de este informe.¹

¹ El proyecto denominado "Ciencia para la sostenibilidad en Galápagos: diseño de una estrategia y agenda de investigación para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible del archipiélago desde la integración de las ciencias sociales y las ciencias biofísicas", es desarrollado por las Universidades Andina Simón Bolívar, San Francisco de Quito y Autónoma de Madrid, bajo el liderazgo y coordinación del Parque Nacional Galápagos, y con la valiosa participación de representantes de diversas instituciones nacionales (SENACYT, Ministerio del Ambiente) y de la provincia (Instituto Nacional Galápagos, Gobernación, Fundación Charles Darwin). El proyecto es financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) como parte de su Programa de Cooperación Interuniversitaria (PCI-Iberoamérica).

En concordancia con lo establecido en el Plan de Manejo del PNG, nos interesó diseñar una estrategia y agenda de investigación que permita incrementar y mejorar el conocimiento sobre la estructura, funcionamiento y dinámica de Galápagos como un sistema socioecológico, para contribuir a la transición hacia su sustentabilidad. Para ello, creímos necesario inscribirnos en medio de un cambio de paradigmas y formas de hacer la investigación científica en Galápagos, adaptándola a estos nuevos requerimientos actuales de forma que los gestores puedan disponer del mejor conocimiento científico posible para tomar decisiones informadas. Un paso importante para ello es reorientar las prioridades temáticas, orientando la investigación hacia las preguntas clave que es necesario responder para conseguir la sustentabilidad, el gobierno democrático y el manejo integral del sistema social y ecológico de Galápagos. Finalmente, para concretar y realizar este cambio de enfoques y estas nuevas prioridades temáticas, se requiere esbozar los lineamientos de un marco institucional que promueva la generación de conocimientos científicos interdisciplinarios.

El proceso de trabajo y consultas que condujo a la elaboración del presente documento se resume en la Figura 1. Se partió de una ronda preliminar de consultas con las principales instituciones vinculadas a la investigación científica y al manejo del archipiélago, con el objetivo de fijar los criterios y lineamientos básicos del trabajo a realizar. Sobre esta base se realizó un primer taller participativo más amplio con algunas instituciones públicas y organizaciones de la sociedad civil vinculadas a la investigación científica en Galápagos. Adicionalmente se realizaron encuestas por correo electrónico a científicos y gestores vinculados a la investigación en Galápagos. Se recibieron un total de 24 respuestas a las mismas, con aportes relevantes sobre cuáles deberían ser los principios rectores y las prioridades de investigación en el archipiélago. También se realizaron 558 encuestas personales entre la sociedad civil en las tres islas principales. Con toda la información recopilada y analizada se elaboró un primer documento borrador, el cual fue sometido a una segunda ronda de consultas institucionales para su validación final.

Figura 1. Proceso participativo y de consultas institucionales desarrollado para la elaboración del presente documento.



La presente propuesta de agenda de investigaciones para Galápagos, que sometemos a debate público, está organizada en torno a tres grandes preguntas:

- ¿Qué ciencia necesita Galápagos?
- ¿Qué líneas de investigación son prioritarias?
- ¿Qué opciones institucionales existen para impulsarlas?

¿Qué ciencia necesita Galápagos para avanzar hacia la sustentabilidad?

Ni la ciencia es la única forma válida de conocimiento social ni existe una sola forma de aplicar el conocimiento científico. Gracias a esta pluralidad y diversidad epistemológica, se produce el debate académico y mejoran nuestros saberes sobre nuestro entorno. Este documento asume como un principio que esta saludable variedad teórica e intelectual debe alentarse porque de ese debate fecundo nace una mejor comprensión de nosotros mismos. Lo que hace este documento es enfatizar un enfoque nuevo, generalmente poco resaltado en el pasado y que nos parece necesario y adaptado a las necesidades actuales de la sustentabilidad del archipiélago.

Aunque el conjunto de conocimientos e información de que disponemos en Galápagos es muy valioso y un punto de partida envidiable para la nueva investigación científica, debemos reconocer que en el pasado primaron enfoques sectoriales y que no tomaban en cuenta los factores económicos, culturales, sociales y políticos así como preguntas de investigación poco ligadas a las necesidades de manejo. Concebir a Galápagos como un sistema socioecológico complejo, tal como se ha descrito en el capítulo anterior de este libro, permite identificar la necesidad de nuevos tipos y áreas de conocimiento que antes no se percibían como importantes para gestionar adecuadamente el sistema. La adopción de una visión integral de los sistemas sociales y ecológicos tiene implicaciones sobre el tipo de ciencia que necesitamos, sobre las prioridades de investigación y sobre la forma de vincular la investigación científica con el modelo de gestión. Esas tres implicaciones son las que desarrollamos en éste y los siguientes dos apartados.

La nueva ciencia que debería emerger de esta visión del archipiélago deberá caracterizarse por ser:

- **INTERDISCIPLINARIA:** que tienda sólidos puentes entre las distintas áreas del conocimiento, particularmente entre las ciencias sociales y las ciencias biofísicas, para poder entender las bases fundamentales de las interacciones entre la naturaleza y la sociedad galapagueñas.
- **INTEGRADORA Y SISTÉMICA:** que aborde los problemas socio-ecológicos desde una perspectiva holística, evitando las aproximaciones excesivamente sectoriales y abrazando los paradigmas de la comple-

alidad, para mejorar nuestra comprensión sobre el funcionamiento del archipiélago entendido como un sistema integrado naturaleza-sociedad.

- **MULTIESCALAR:** que integre los efectos de procesos clave a través de todo un rango completo de escalas espaciales, abordando la interacción de los procesos globales con las características ecológicas y sociales del archipiélago.
- **ORIENTADA Y APLICADA:** que responda a las prioridades de investigación identificadas en los instrumentos de planificación regional y nacional, enfocándose preferentemente a la resolución de los problemas que afectan a la sustentabilidad del archipiélago (sin que ello suponga un abandono de la ciencia fundamental, que a lo largo de la historia ha constituido una de las principales fortalezas de la investigación en Galápagos).
- **COMPARATIVA Y DE LARGO PLAZO:** que permita comparar procesos clave en distintas áreas geográficas y evaluar tendencias en su dimensión histórica y sus proyecciones futuras.
- **LIBRE:** que promueva el debate abierto y el contraste de ideas y paradigmas de conocimiento.
- **ADAPTATIVA:** que permita aprender de los resultados de las investigaciones para construir conocimiento que mejore el manejo del archipiélago, como medio más eficaz para hacer frente a los desafíos de un mundo cambiante y cargado de incertidumbre.

Asimismo, debería ajustarse a varios principios básicos, que la hagan:

1. **Incluyente:** participativa y plural.
2. **Cívica:** comprometida, responsable y respetuosa de las normas legales.
3. **Endógena:** promotora y fortalecedora de las capacidades ecuatorianas y galapagueñas, privilegiando oportunidades a favor de la ciencia y la tecnología nacional.
4. **Abierta:** dispuesta a valorar el conocimiento experiencial y la existencia de otras formas de conocer y aprender.
5. **Creativa:** innovadora y original.
6. **Transparente:** accesible y de amplia difusión, basada en el libre flujo de la información.

7. Proactiva: primando siempre los enfoques preventivos sobre los curativos.
8. Prudente: adoptando el principio de precaución y evitando daños a los ecosistemas del archipiélago.
9. Oportuna: capaz de responder rápida y eficazmente ante nuevos problemas emergentes.
10. Colaborativa: buscando siempre la coordinación y complementariedad entre investigadores, instituciones y áreas del conocimiento.
11. De calidad: basada en la excelencia y la rigurosidad científica.

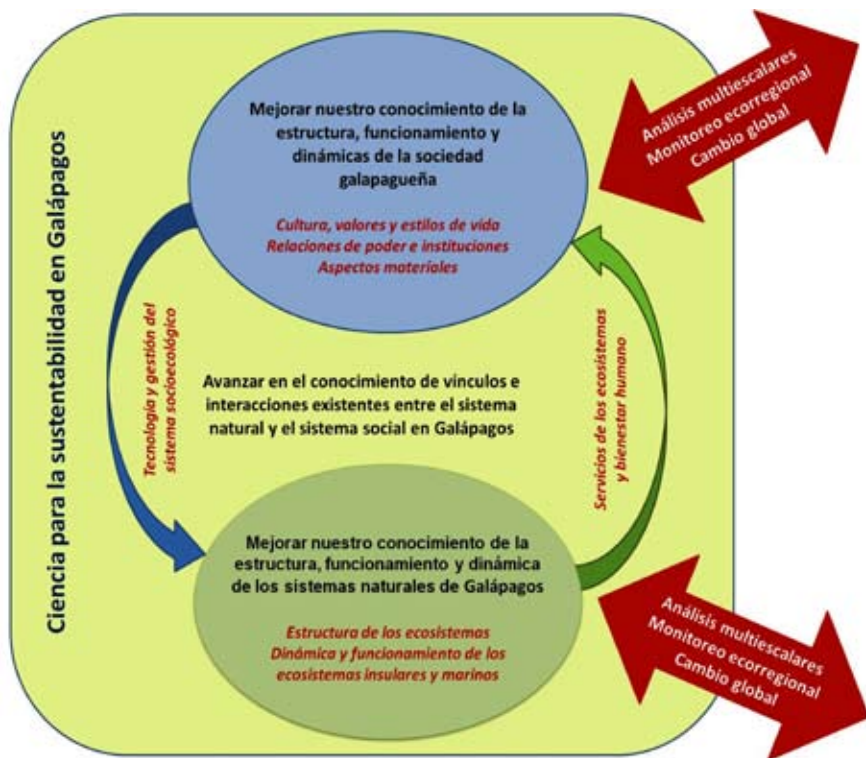
¿Qué áreas de investigación resultan prioritarias en la actual situación del archipiélago?

A la hora de definir las líneas prioritarias de investigación, se partió del modelo de Galápagos como sistema socioecológico (SSE) y se procedió a identificar las prioridades en base a campos temáticos y preguntas clave (líneas de investigación) que es necesario responder para poder gestionar adecuadamente el SSE y conducirlo hacia la sustentabilidad.

Tomando como base un esquema general de interacciones entre los subsistemas sociales y ecológicos de Galápagos (véase Figura 2), clasificamos en tres grandes categorías todos los temas prioritarios de investigación planteados en los talleres, en varios documentos existentes (Plan de Manejo de Parque Nacional, Plan Regional de Galápagos, Memorias del Coloquio de Ciencias Sociales en Galápagos, entre otros) y los que señaló el equipo interdisciplinario:

- aquellos que tienen relación fundamentalmente con los subsistemas sociales,
- aquellos que tienen relación ante todo con los subsistemas ecológicos; y
- aquellos que hacen conexiones directas entre los dos subsistemas.

Figura 2. Modelo conceptual utilizado para organizar las líneas y prioridades de investigación (reelaborado sobre la propuesta del modelo de Galápagos como sistema socio-ecológico recogida en Tapia et al. 2008).



Es importante considerar que todo el conjunto de temas de investigación mencionados más adelante deben considerar transversalmente un tipo de análisis multiescalar, tanto porque integren distintas escalas temporales (históricas) como distintas escalas geográficas. Para lograrlo es absolutamente imprescindible otorgar prioridad a sistemas de monitoreo permanente de ciertas variables tanto físicas como sociales (mantenimiento de redes climatológicas, vulcanológicas, de corrientes, censos y encuestas socioeconómicas constantes, etc.). Asimismo exige estudios comparativos con otros archipiélagos oceánicos u otras sociedades similares. También supone incorporar en el análisis las dinámicas de cambio global (tanto climáticas como vinculadas a la llamada globalización).

Finalmente, aclaramos que no se incluyen aquí otro tipo de investigaciones básicas que sin duda son importantes para la ciencia mundial y que con seguridad en el futuro serán útiles para la gestión de Galápagos, como los estudios sobre la evolución, pero que aparecen como menos relevantes para cambiar las actuales tendencias y promover la sustentabilidad en el archipiélago.

La priorización de las áreas y líneas de investigación se realizó en base a tres criterios fundamentales:

- Nuevas preguntas que surgen de analizar los problemas actuales de Galápagos desde una visión sistémica e integradora, particularmente aquellas centradas en el conocimiento de los vínculos e interacciones entre el subsistema social y el subsistema natural.
- Aspectos que, aunque ya hayan sido parcialmente estudiados, por su papel crítico en el funcionamiento y dinámica del archipiélago, necesitan ser conocidos en mayor detalle o monitoreados a largo plazo.
- Áreas en la cuales existen grandes vacíos de información y que resultan esenciales para comprender la estructura y funcionamiento de los subsistemas sociales y el subsistema natural.

Combinando estos criterios y tomando en cuenta los resultados del proceso participativo desarrollado (ver Figura 1) se ha llegado a la siguiente propuesta de líneas de investigaciones prioritarias, agrupadas en torno a tres grandes objetivos:

OBJETIVO I: *Mejorar nuestro conocimiento de la estructura, funcionamiento y dinámicas de la sociedad galapagueña*

Aunque la investigación social es reciente en Galápagos, el conocimiento y la información de que disponemos sobre la sociedad galapagueña y sus dinámicas no es desdeñable: es un conjunto importante de saberes e hipótesis útiles. Sin embargo, hay una gran cantidad de vacíos de información de gran importancia, tanto en las dinámicas de los valores y creencias culturales, como en los temas institucionales, políticos y económicos, aspectos cruciales para poder comprender la estructura y funcionamiento de la sociedad galapagueña.

OBJETIVO II: *Mejorar nuestro conocimiento de la estructura y funcionamiento de los sistemas naturales de Galápagos*

Los estudios de carácter biológico y ecológico en Galápagos son abundantes y constituyen un valioso acervo de conocimientos esenciales para la formulación de políticas orientadas a la sustentabilidad. Sin embargo, es notorio que los estudios biológicos sobre especies o grupos carismáticas o amenazadas han recibido una atención mucho mayor que los estudios sobre el medio físico (agua, suelos, clima, corrientes) y que los estudios de carácter sistémico que analicen las relaciones ecológicas entre los distintos componentes y su papel en el funcionamiento de los ecosistemas.

OBJETIVO III: *Avanzar en el conocimiento de vínculos e interacciones existentes entre el sistema natural y el sistema social en Galápagos*

Gran parte de la investigación aplicada realizada en Galápagos se ha centrado en analizar el impacto de las actividades humanas sobre el sistema natural, así como en estudiar los vínculos de los problemas sociales con las prácticas de manejo y con las amenazas que pesan sobre los ecosistemas. Sin embargo, es notoria la falta de enfoques interdisciplinarios que combinen conocimientos de las ciencias sociales y biofísicas, examinando simultáneamente las dinámicas e interacciones recíprocas entre los sistemas sociales y el sistema natural.

OBJETIVO ESPECÍFICO	ÁREAS TEMÁTICAS PRIORITARIAS	EJEMPLOS DE POSIBLES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A PRIORIZAR	ÁREAS TRANSVERSALES
Mejorar nuestro conocimiento de la estructura, funcionamiento y dinámicas de la sociedad galapagueña	<p>CULTURA, VALORES Y ESTILOS DE VIDA:</p> <p>Valores e identidad; ética; percepciones sociales; creencias y cosmovisión; educación y comunicación; calidad de vida.</p>	<p>✓ Percepciones y aspiraciones locales en torno a la calidad de vida.</p> <p>✓ Actitudes y comportamientos de la sociedad galapagueña sobre la vida social y las instituciones.</p> <p>✓ Influencia del factor género sobre las actitudes, percepciones y comportamientos de la sociedad galapagueña.</p> <p>✓ Evaluación de los modelos educativos galapagueños, de la comunidad educativa y de los factores críticos que influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje.</p> <p>✓ Diseño de modelos educativos alternativos aplicables a la realidad del archipiélago.</p> <p>✓ Papel de los medios de comunicación en la sociedad galapagueña.</p> <p>✓ Percepciones de la ciudad y la vida urbana, valoración del espacio urbano.</p> <p>✓ Salud sexual y reproductiva, la vida de los niños, la drogadicción, la seguridad ciudadana, las aspiraciones de los jóvenes, la violencia y la comunicación en la familia.</p> <p>✓ Influencia de la religión y religiosidad en la sociedad galapagueña.</p> <p>✓</p>	<p>ANÁLISIS MULTIESCALARES:</p> <p>Efectos sobre la estructura y funcionamiento del sistema de procesos que tienen lugar a distintas escalas espaciales y temporales.</p> <p>MONITOREO E CORREGIONAL:</p> <p>Seguimiento y evaluación de indicadores clave para la sustentabilidad del sistema.</p> <p>CAMBIO GLOBAL:</p> <p>Análisis de los efectos del cambio ambiental global sobre la estructura y funcionamiento del sistema socioecológico.</p>
	<p>RELACIONES DE PODER E INSTITUCIONES:</p> <p>Sistema de gobierno; instituciones formales y no formales; relaciones de género; políticas públicas; partidos políticos; estratificación social.</p>	<p>✓ Sistemas de participación y procesos de toma de decisiones.</p> <p>✓ Factores que influyen en la formación de liderazgos, la legitimidad y el grado de confianza en los políticos e instituciones.</p> <p>✓ Factores que determinan el grado de cumplimiento y aplicación de las leyes.</p> <p>✓ Influencia de la actividad política y la estructura de los partidos políticos en la gobernabilidad de las islas.</p> <p>✓ Influencia de los grupos y redes de poder en la estabilidad institucional y la gobernabilidad.</p> <p>✓ Efectos de las redes clientelares, la corrupción y las presiones políticas sobre la gobernabilidad y el funcionamiento de las instituciones.</p> <p>✓ Factores que determinan el peso político y la representatividad de los distintos actores.</p> <p>✓ Factores que influyen en la confianza entre actores locales y entre organizaciones civiles.</p>	

OBJETIVO ESPECÍFICO	ÁREAS TEMÁTICAS PRIORITARIAS	EJEMPLOS DE POSIBLES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A PRIORIZAR	ÁREAS TRANSVERSALES
	<p>ASPECTOS MATERIALES: Activos, producción y consumo; comercio; sectores económicos; modelización y perspectivas económicas; demografía; migraciones; salud y epidemiología.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Relaciones de género, étnicas y generacionales en los distintos sectores y grupos sociales. ✓ Naturaleza de los conflictos existentes entre actores y sus mecanismos formales e informales de manejo. ✓ Impacto de las distintas políticas públicas en la sociedad del archipiélago. 	
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modelización prospectiva de tendencias de la economía galapagueña a distintas escalas (matrices de contabilidad social; flujos económicos, formas de distribución, nivel de equidad, etc.). ✓ Estrategias para el fortalecimiento de la responsabilidad empresarial local y la aplicación de buenas prácticas. Estudios de distintos tipos de empresas en Galápagos, según formas de gestión y administración. ✓ Análisis de motores del crecimiento económico e impacto de las distintas políticas públicas en la economía. ✓ Análisis de precios óptimos y márgenes de beneficios de los principales productos locales. ✓ Análisis de la demanda de mano de obra externa y factores que influyen en la misma. ✓ Influencia de la migración en la economía local y factores determinantes de la misma. ✓ Análisis comparativos de modelos económicos alternativos aplicables a la realidad de Galápagos. ✓ Análisis socioeconómico de sectores poco estudiados: comercio, construcción, administración pública (incluyendo policía, armada y fuerza aérea), organizaciones sin fines de lucro y cooperación internacional. ✓ Tendencias del sector turístico, intereses de los actores, flujos financieros, inversiones, crédito, ciclos de mercado y sus consecuencias sociales. ✓ Análisis comparativo de otros modelos turísticos existentes en ambientes insulares similares a Galápagos. 	
<p>Mejorar nuestro conocimiento de la estructura,</p>	<p>ESTRUCTURA DE LOS ECOSISTEMAS:</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inventarios de biodiversidad en grupos taxonómicos poco estudiados (microorganismos, hongos, plantas criptógamas, invertebrados,...). ✓ Evaluación del estado de conservación, abundancia y distribución de especies amenazadas. 	

OBJETIVO ESPECÍFICO	ÁREAS TEMÁTICAS PRIORITARIAS	EJEMPLOS DE POSIBLES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A PRIORIZAR	ÁREAS TRANSVERSALES
<p>funcionamiento y dinámica de los sistemas naturales de Galápagos</p>	<p>Biodiversidad; taxonomía; biogeografía; abundancia y distribución; especies exóticas; variables abióticas; clasificación de ecosistemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Genética poblacional de especies endémicas y/o amenazadas. ✓ Inventariado y actualización de la línea base de especies exóticas. ✓ Análisis espacial y cartográfico (topografía, batimetría, corrientes marinas y circulación oceánica, geología, geomorfología y suelos). ✓ Clasificación jerárquica y caracterización de ecosistemas insulares y marinos. ✓ Estudios de línea base sobre el estado de conservación de los ecosistemas insulares y marinos, e identificación de áreas prioritarias de conservación. ✓ Estudios de línea base sobre flora, fauna y habitats amenazados. ✓ Inventarios de espacios ubicados en las áreas pobladas que alberguen poblaciones singulares o altas concentraciones de taxones endémicos o amenazados. ✓ Obtención de información climatológica básica en las distintas islas y ecosistemas identificados (temperaturas, precipitación, régimen de vientos). ✓ Estudios de hidrología superficial y subterránea que permitan caracterizar la red de drenaje superficial y de los acuíferos volcánicos de cada isla, controlando los niveles y calidad del agua ✓ Estudios de vulcanología y geotecnia aplicados a la prevención de riesgos para las poblaciones humanas de las islas. 	
	<p>FUNCIONAMIENTO Y DINÁMICA DE LOS ECOSISTEMAS:</p> <p>Procesos ecológicos; clima y cambio climático; erosión y formación de suelos; ciclo del agua; ciclos de nutrientes; afloramientos marinos; corrientes marinas; productividad; efecto de especies invasoras; diversidad funcional; resiliencia ecológica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modelización de dinámicas de los distintos ecosistemas marinos e insulares. ✓ Análisis de los procesos ecológicos esenciales en ecosistemas clave o amenazados (manglares, bajos, aguas profundas, humedales, bosques húmedos, zona de pampa,...). ✓ Dinámica y funcionamiento del ciclo del agua y balance hídrico en el archipiélago, con especial atención a las islas habitadas. ✓ Inventario y caracterización de los flujos de agua en las zonas agropecuarias de las islas pobladas y análisis de su papel como zonas de recarga. ✓ Identificación de zonas de descarga de los cursos de agua dulce en el área marina y submarina. ✓ Análisis de las tendencias generales y la variación espacio-temporal del clima en Galápagos, incluyendo los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas y su vulnerabilidad. ✓ Caracterización del régimen de perturbaciones naturales (erupciones, sequías, incendios, El Niño,...) y sus efectos sobre el funcionamiento de los ecosistemas. 	

OBJETIVO ESPECÍFICO	ÁREAS TEMÁTICAS PRIORITARIAS	EJEMPLOS DE POSIBLES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A PRIORIZAR	ÁREAS TRANSVERSALES
<p>Avanzar en el conocimiento de vínculos e interacciones existentes entre el sistema natural y el sistema social en Galápagos</p>	<p>TECNOLOGÍA Y GESTIÓN DEL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO: Tecnologías productivas; energías alternativas; ecotecnologías; gestión de desechos; infraestructuras de movilidad; restauración ecológica; gestión de especies amenazadas; manejo de especies invasoras; bioseguridad y sanidad ambiental; planificación y ordenamiento territorial; factores sociales e institucionales</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis de vínculos de la producción primaria y las zonas de afloramiento con la dinámica del sistema de corrientes marinas y su variación estacional. ✓ Variación espacio-temporal de la productividad primaria en los distintos ecosistemas insulares. ✓ Ecología y variabilidad espacial y temporal en el reclutamiento y abundancia de especies diana (amenazadas, endémicas, invasoras, comerciales) y especies ecológicamente esenciales (clave, ingenieras) en los distintos ecosistemas. ✓ Análisis de interacciones ecológicas clave, con especial atención a los procesos de polinización y dispersión. ✓ Análisis de los procesos de erosión y transformación de suelos. ✓ Ecología y patrones de distribución y dispersión de especies exóticas, y análisis de sus efectos sobre la biodiversidad nativa y sobre la dinámica y funcionamiento de los ecosistemas. ✓ Determinación y caracterización de grupos funcionales y análisis de su relación con el flujo de servicios de los ecosistemas. ✓ Estudio del valor potencial de determinados taxones o poblaciones como bioindicadores de alerta temprana de estados ecológicos no deseados. ✓ Análisis de factores que influyen en la resiliencia ecológica de los ecosistemas insulares y marinos, y análisis de los efectos sobre la misma de las actividades antrópicas y de los distintos modelos de gestión. ✓ Determinación de umbrales de cambio para los ecosistemas marinos e insulares del archipiélago. 	
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tecnología y gestión de sistemas agrícolas y ganaderos (optimización de la productividad, análisis de viabilidad económica y ecológica de sistemas existentes, viabilidad de nuevos modelos de agricultura orgánica, análisis de mercados y certificación, manejo de plagas y enfermedades, sistemas manejo de suelos, sistemas de riego por goteo). ✓ Tecnologías y gestión de pesquerías (optimización de la productividad, viabilidad de iniciativas de acuicultura, técnicas de captura que minimicen el impacto, mejora de las técnicas de acopio, procesamiento y distribución, análisis de mercados). ✓ Planificación y gestión del turismo (efectos ecológicos, tipología y caracterización de turistas, evaluación de tendencias, herramientas de capacidad de carga y límites de cambio, análisis de calidad de la oferta turística, sistemas de vigilancia y control, tecnologías para minimizar impactos directos). 	

OBJETIVO ESPECÍFICO	ÁREAS TEMÁTICAS PRIORITARIAS que influyen en la gestión ambiental.	EJEMPLOS DE POSIBLES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A PRIORIZAR	ÁREAS TRANSVERSALES
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Efectos ecológicos de sectores poco estudiados como el comercio, construcción, administración pública y organizaciones sin fines de lucro. ✓ Análisis de opciones de diversificación económica compatibles con la sustentabilidad (desarrollo de experiencias piloto, análisis de viabilidad económica y ecológica). ✓ Análisis de viabilidad técnica de proyectos de energías alternativas (eólica, solar, geotérmica, mareas...). ✓ Tecnologías para gestión de desechos sólidos y líquidos y otras formas de contaminación. ✓ Desarrollo de modelos de gestión adaptativa del ciclo del agua, incluyendo tecnologías alternativas para su aprovechamiento. ✓ Gestión espacial del territorio (criterios de ordenamiento territorial, modelos de ordenamiento para la integración de la planificación de zonas urbanas, agropecuarias y protegidas, análisis de sistemas de zonificación, tendencias de cambio de usos del suelo, actualización de catastros, elaboración de normas de planificación urbanística y diseño arquitectónico, prescripciones técnicas para uso de materiales en infraestructuras). ✓ Gestión de especies exóticas (optimización de sistemas de inspección y cuarentena, influencia del transporte, potenciales zoonosis, tecnologías de control y erradicación, análisis de viabilidad y factibilidad de erradicación). ✓ Tecnologías y gestión para la conservación de especies amenazadas (optimización de técnicas de conservación ex-situ, reintroducción, viabilidad genética, efectividad de distintos modelos de protección in-situ). ✓ Tecnologías de restauración integral de ecosistemas degradados. ✓ Evaluación de los procesos de educación ambiental y diseño de mejoras en los mismos de cara a impulsar una verdadera educación para la sustentabilidad. ✓ Desarrollo de estrategias eficientes de comunicación, interpretación y participación. ✓ Análisis de la cultura o culturas galapagueñas y sus interacciones con los ecosistemas y la gestión ambiental (estilos de vida, actitudes y comportamientos de la sociedad galapagueña, pautas de relación con la naturaleza y el espacio, influencia de las creencias religiosas). ✓ Impacto de las políticas públicas y análisis de factores socio-políticos que influyen en la gestión ambiental (sistemas de participación, procesos de toma de decisiones, cumplimiento y aplicación de las leyes, confianza entre actores, redes de poder, funcionamiento de las instituciones, eficacia 	

OBJETIVO ESPECÍFICO	ÁREAS TEMÁTICAS PRIORITARIAS	EJEMPLOS DE POSIBLES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A PRIORIZAR	ÁREAS TRANSVERSALES
		<p>de proyectos de conservación y desarrollo, eficacia de la cooperación internacional, análisis comparativos con distintos modelos de gestión en otros ambientes insulares, interacciones entre ciencia y manejo).</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis del impacto ambiental de distintas actividades antrópicas, usando herramientas como la huella ecológica, la huella geográfica, capacidad de carga o límites de cambio aceptable. ✓ Desarrollo de mecanismos de respuesta rápida ante catástrofes naturales o perturbaciones de origen antrópico. ✓ Evaluación de las interacciones entre migración y ambiente. 	
	<p>SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS Y BIENESTAR HUMANO:</p> <p>Funciones de los ecosistemas; servicios y deservicios de los ecosistemas; activos materiales, flujos de energía, materiales e información; impactos en la salud y bienestar humanos; conocimiento ecológico local; resiliencia socioecológica; análisis de escenarios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificación, caracterización y valoración multicriterio de los servicios de los ecosistemas (abastecimiento, regulación, culturales), y análisis de sus vínculos con el bienestar humano. ✓ Análisis integrado económico-ecológico de sectores clave para la economía local (pesquerías, turismo, agricultura, ciencia...). ✓ Análisis de flujos de materiales y energía entre el sistema natural y el uso humano del agua y la evaluación de la capacidad de soporte. ✓ Caracterización de funciones de los ecosistemas vinculadas a la actividad pesquera (zonas de reproducción, conectividad, migraciones, distribución de larvas de las especies de interés comercial, áreas de reclutamiento), agropecuaria (productividad, aptitudes y potencial de suelos agrícolas, ganaderos y forestales, diversidad genética, plagas, semillas, especies introducidas) y turística (especies emblemáticas, ecosistemas prístinos, calidad del agua,...). ✓ Análisis de vínculos entre la salud humana y los servicios y deservicios de los ecosistemas. ✓ Influencia de los sistemas naturales en la cultura, identidad, pautas de relación, conocimientos y actitudes de la población galapagueña (recuperación de la memoria histórica sobre la relaciones entre el ser humano y el entorno, sistematización y puesta en valor de conocimientos y saberes experienciales, caracterización del patrimonio histórico-artístico y etnológico asociado a los ecosistemas). ✓ Factores que influyen en la resiliencia socioecológica y la capacidad adaptativa (persistencia, adaptabilidad, transformabilidad) del archipiélago. ✓ Modelado de escenarios futuros y análisis de sus implicaciones en la generación de servicios y el bienestar humano. 	

Priorizar estas amplias líneas de investigación aumentará el acervo de conocimientos disponibles sobre el archipiélago y sobre los distintos caminos y opciones hacia la sustentabilidad. Pero incluso si logramos materializar estas nuevas prioridades, no serán útiles para alcanzar la meta de la sustentabilidad sin una adecuada gestión del conocimiento, entendida como un proceso interactivo de producción, acopio, difusión y uso de los saberes especializados por parte de toda la sociedad. Solo de este modo se optimizará la transformación de la información y los saberes en prácticas útiles para satisfacer las necesidades materiales y espirituales de la colectividad. Esta gestión necesita muchas acciones simultáneas; entre ellas, desarrollar sistemas de registro de investigaciones, lugares de acopio como bibliotecas y páginas web, mecanismos de difusión y traducción de materiales altamente especializados para su uso en la educación y la gestión administrativa, entre otras. Este tema requiere de políticas específicas y de un desarrollo más detallado que deberá hacerse en el futuro; por el momento nos detenemos ante todo en los mecanismos para impulsar la producción de tales conocimientos.

¿Qué opciones o mecanismos institucionales existen para impulsar estas líneas de investigación?

Llevar a la práctica estas prioridades de investigación requiere una organización institucional apropiada y una voluntad suficiente de invertir fondos públicos. Al momento de escribir estas líneas, el país se encuentra viviendo un proceso de cambio político e institucional signado por un esfuerzo de fortalecimiento de las capacidades regulatorias del Estado. Hay, pues, muchas incertidumbres sobre cuál será finalmente la política nacional de investigación científica y la institucionalidad encargada de promoverla y regularla. Puesto que los mecanismos institucionales de promoción de la investigación científica en Galápagos estarán subordinados a los diseños institucionales nacionales, esta propuesta no puede precisar muchos detalles importantes. Nos limitamos tan solo a definir ciertos principios generales que deberían regir el marco institucional de promoción de la investigación científica en Galápagos; y a valorar las opciones de mecanismos existentes.

Principios de funcionamiento institucional

- El principal mecanismo para asegurar que se realicen las investigaciones prioritarias es la creación de incentivos mediante fondos concursables u otros similares. Priorizar no significa excluir investigaciones menos prioritarias, sino que la autoridad pública creará incentivos solamente para esas prioridades.
- La oficina o ente público que en el futuro esté encargada de la administración de la investigación en el archipiélago, podrá establecer prohibiciones o exigir permisos en el caso de aquellas investigaciones potencialmente peligrosas para el medio ambiente o la salud y el bienestar humanos.
- En el caso de las investigaciones que se realicen dentro de las áreas protegidas de Galápagos las autorizaciones se registrarán por los instrumentos normativos vigente (Plan Regional, Plan de Manejo del PNG,...).
- La libertad de investigación, tanto por sus temáticas como por sus enfoques teóricos y por sus preguntas de estudio, es vital para preservar el potencial creativo de las ciencias. Por lo tanto, todo mecanismo de incentivos a la investigación debe considerar un espacio para investigaciones, enfoques y temáticas no previstos, novedosos, imaginativos y no considerados por los planificadores y autoridades públicas.
- Será necesario disponer de un sistema de registro de las investigaciones científicas de manera que las autoridades sepan en todo momento qué se está investigando, sus usos previstos y puedan poner a disposición de la comunidad sus resultados.
- El mecanismo de “ventanilla única” es necesario para evitar la extrema dispersión y superposición de esfuerzos de investigación; es decir, es un mecanismo para la coordinación pero no debe convertirse en un sistema de control burocrático de la investigación científica.
- Para evitar la excesiva burocratización y las trabas a la investigación es necesario que se establezcan plazos para la aprobación de propuestas, pasados los cuales deberá regir el principio del silencio administrativo.

- Toda valoración de proyectos y de resultados de investigación, así como la evaluación de programas y políticas más amplias en el campo de las ciencias, debe hacerse atendiendo a su calidad mediante el sistema de revisión por pares.
- Los mecanismos institucionales de promoción de la investigación deben incluir entre sus criterios de selección, que contribuyan a entrenar estudiantes hombres y mujeres, especialmente galapagueños, mediante el apoyo a estudios de postgrado en temas prioritarios. Asimismo se deben considerar prioritariamente las investigaciones que establezcan vínculos entre investigadores nacionales e internacionales, universidades e instituciones dedicadas a la ciencia y la conservación.

Opciones de mecanismos institucionales para la promoción de la investigación:

A. Fondos concursables

En cualquiera de las previsiones razonables sobre mecanismos de promoción de la investigación, se considera que un sistema basado en un fondo concursable (es decir, donde distintos proyectos compiten en igualdad de condiciones y son evaluados por pares independientes) gestionado de forma descentralizada por una instancia regional (que podría ser definida en la reforma de la Ley Orgánica de Régimen Especial para la Conservación y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos o en las políticas científicas nacionales) es la alternativa más idónea. Estos fondos deberían ser permanentes, para lo cual pueden considerarse mecanismos como fondos fiduciarios alimentados por el sector público, algún impuesto a los turistas, por aportes de donantes nacionales e internacionales, o de fundaciones y organizaciones internacionales.

Entre las opciones institucionales (no excluyentes entre sí) para el manejo de dicho fondo tenemos:

- a) Un fondo público para la investigación administrado por SENACYT, centralizado en Quito (quizá mediante concursos por temáticas o por regiones, pero que se manejan como un fondo único).

- b) Creación de una red de fondos públicos descentralizados por regiones o por temáticas, con presencia y presidencia de SENACYT, SENPLADES o de los organismos regionales de gobierno.
- c) Creación de fondos de investigación concursables administrados por las universidades.
- d) Puesta en marcha del “Fondo Internacional para la Investigación Aplicada al Manejo de Galápagos” contemplado en el Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos.

B. Investigaciones contratadas por el Estado

En lugar de fondos públicos sometidos a concursos de proyectos de investigación, la administración pública puede preferir (o combinar con) un manejo más discrecional de contratos directos para la realización de investigaciones prioritarias.

Entre las opciones para estos contratos tenemos:

- a) Creación de institutos de investigación públicos (de carácter temático, adscritos a ministerios o a universidades) con su propia planta de investigadores o con sistemas de becas para investigadores senior/junior.
- b) Transferencia directa de fondos a instituciones públicas o privadas o a personas para ciertas investigaciones puntuales (consultorías) o para la realización de encuestas, censos, estadísticas y redes de monitoreo (censos poblacionales, redes meteorológicas, geotécnicas, etc.).
- c) Establecimiento de convenios o contratos de colaboración por parte de las instituciones galapagueñas con centros de investigación de excelencia, nacionales o internacionales.

C. Fuentes privadas

Las investigaciones basadas en el aporte de empresas privadas, universidades nacionales o extranjeras y fundaciones son importantes y por lo general implican una transacción entre las prioridades nacionales y las prioridades de las entidades de financiamiento. En la práctica estas fuentes pueden ser complementarias a los fondos públicos o pueden ser (como ha sido lamentablemente el caso hasta ahora) sustitutivas de ellos.

Además, por lo general han dependido de la capacidad de negociación de los interesados y de las redes de contactos para atraerlas, por lo que no siempre han sido abiertas a todos los potencialmente interesados y capacitados para la investigación. Se deberían fortalecer los entes sin fines de lucro destinados a investigar en las líneas prioritarias definidas en este documento, así como mantener y fortalecer las líneas de financiamiento privado para la investigación. Entre estas fuentes están, entre otros:

- a) Fondos bilaterales y multilaterales provenientes de la cooperación internacional.
- b) Fondos de carácter competitivo otorgados por instituciones públicas internacionales para proyectos de investigación científica.
- c) Fondos de universidades nacionales o internacionales.
- d) Fuentes privadas de fondos (ONG, empresas, etc.).

El escenario más probable es una combinación de mecanismos de financiamiento. En la situación actual existe un dominio aplastante de los fondos provenientes de instituciones del extranjero (que en este documento llamamos “privadas”). Es deseable que exista un aporte sustancialmente mayor de parte del Estado ecuatoriano porque sin un importante aporte nacional a la financiación de la investigación, será muy difícil lograr llevar a la práctica las prioridades nacionales. Es deseable también que ese aporte nacional sea canalizado a través de fondos concursables abiertos a propuestas creativas elaboradas por investigadores de todas las ramas de las ciencias.

Conclusiones

Esta propuesta de lineamientos para la política de investigación científica en Galápagos requiere consultas adicionales a las instituciones públicas, privadas y a los actores sociales más interesados en el tema. Muchos de los detalles pueden y deben debatirse con mayor profundidad. Sin embargo, en el proceso de elaboración de la propuesta, hay cuando menos dos grandes cambios subyacentes sobre los que consideramos que existe un consenso generalizado, sobre la base de los cuales debe fundarse una nueva y vigorosa política de investigación para el archipiélago.

El primero es que la investigación científica en Galápagos, variada e importante como ha sido hasta ahora, estuvo fundamentalmente orientada por prioridades y necesidades fijadas a nivel internacional. No queremos ni debemos impedir que las islas sean aprovechadas por la humanidad entera puesto que constituyen un patrimonio de la humanidad. Pero es indispensable que el Ecuador sea capaz de fijar sus prioridades de investigación y crear mecanismos para impulsarlas y concretarlas. Sin un compromiso firme, tanto institucional como técnico y económico, del Estado ecuatoriano, las prioridades nacionales de conocimiento no serán, en la práctica, prioritarias. Eso debe cambiar para poder contar con el mejor conocimiento posible para una toma de decisiones bien informada y técnica.

El segundo es que, aunque Galápagos ha sido una de las regiones más estudiadas del Ecuador y probablemente de América latina, hasta ahora el eje temático y paradigmático fundamental de esos estudios ha sido la biodiversidad y la biología evolutiva, con toda una serie de derivaciones y ramificaciones. En la actualidad, Galápagos sigue siendo un laboratorio natural de la evolución, pero puede convertirse también y principalmente en un laboratorio mundial de la sustentabilidad; una región donde es posible experimentar, estudiar, registrar y eventualmente lograr en la práctica una convivencia más armónica de los seres humanos con ecosistemas frágiles, conservados con altos estándares de integridad y salud. La investigación futura debe orientarse fundamentalmente a lograr este objetivo y ofrecerlo al mundo como un compromiso del Ecuador para las futuras generaciones y un aporte a los dilemas de toda la humanidad.