

Biomimesis para la innovación social y la regeneración medioambiental

Manuel Quirós
Planeta Biomimético (España)

La biomimesis (biomimética, diseño bioinspirado, diseño natural y disciplinas relacionadas) se ha expandido en estos años (Bonser, 2006), en la medida en que representa una disciplina emergente que emula los sistemas naturales, sostenibles por definición, y los traslada a aplicaciones humanas aportando soluciones optimizadas (Quirós, 2016). El mundo está en constante evolución y esto se refleja también en los entornos económicos y sociales. El presente manuscrito plantea la posibilidad de aplicar los principios que extraemos de las estrategias naturales para el desarrollo de una red de emprendimiento colaborativo para comunidades indígenas en una zona Ramsar de alto valor ecosistémico. La justificación para esta propuesta es múltiple. Por un lado, es preciso tener en cuenta el bajo índice laboral entre los más jóvenes y mujeres; esta situación de bajos ingresos obliga a diseñar el establecimiento de actividades económicas vinculadas al territorio: el potencial cultivo de peces autóctonos para el autoconsumo, la venta local, nacional y exportación (a futuro) junto con el cultivo de peces ornamentales y la creación de un acuario de especies amazónicas como atractivo turístico y actividades afines a éste. A todo lo anterior cabe añadir la falta de soberanía alimentaria de proteína de alto valor, dada la creciente disminución de las capturas de pesca. Por otra parte, el estrecho vínculo de la cultura indígena con los ecosistemas acuáticos se alinea con los objetivos de la propuesta. La red indígena planteada, una vez creada, podría impulsar la creación de una gran variedad de emprendedores, no solo en torno a la acuicultura -venta de alevines (semillas), pescado, tratamiento y comercialización, gestión del acuario-, sino también en sectores relacionados con el turismo -alojamientos, restauración, guías,...- o, incluso, en apoyos a la investigación aplicada, formación, etc., hasta llegar a desarrollar más de 20 posibles actividades económicas de desarrollo. Acompañado por un plan de formación continua y específica, de acuerdo con los planes de vida de las comunidades, este proyecto podría proporcionar una capacitación suficiente para el desarrollo de una autarquía (gestión sostenible y regenerativa de los recursos locales). La innovación relativa al proyecto, por otra parte, se centra en el desarrollo de métodos de cultivo de peces en nuevos entornos, la gestión de nuevos recursos y la apertura

de nuevos mercados. La sostenibilidad aquí se basa en la gestión económica de los recursos locales gestionados por las propias comunidades bajo un sistema de economía circular, regenerando parte de lo sustraído a los ecosistemas y produciendo mediante energías renovables. Finalmente, la soberanía alimentaria proporcionará proteínas de alto valor y sin contenidos tóxicos, como el mercurio, que se encuentran presentes en peces de la zona (Ehrlich & Nuñez-Avellaneda, 2016).

Introducción

La situación actual global se enfrenta a numerosos desafíos no resueltos, como la crisis económica, social o ambiental y la urgente necesidad de alinearse con los *Objetivos del Desarrollo Sostenible* de Naciones Unidas, en tanto que se han de impulsar nuevos modelos de gestión económica y social tendentes a la conservación del capital natural. Las empresas, al igual que los bosques, los arrecifes o las colonias de hormigas, son sistemas adaptativos complejos (SAC) (Reeves, 2016), en los que los eventos locales pueden remodelar todo el sistema en el que operan. El desarrollo de analogías y paralelismos entre los modelos naturales y los humanos nos conduce a la biomimesis, disciplina emergente que trata de aprender de las estrategias naturales de supervivencia y sostenibilidad, gracias a su experiencia de más de 3.800 millones de años de vida en la Tierra, para ser aplicados, a su vez, en ambientes humanos (Benyus, 1997). El impacto positivo que esta disciplina tendrá en las economías globales va a ser muy significativa (Fermanian Business, 2010) gracias a la capacidad inherente de sostenibilidad y regeneración que posee la naturaleza (von Gleich *et al.*, 2014). El pensamiento biológico es importante por varias razones. Primero, en los SAC no existe una sola fórmula o marco de acción que funcione siempre; esto es, no es posible articular, ante los cambios dados, la mejor forma de intervenir en una situación dada. Segundo, las acciones que funcionan en los SAC no tienen sentido excepto a la luz del pensamiento biológico. Así, la gestión actual empresarial sigue siendo atractiva precisamente porque se basa en un protocolo conocido, familiar y compartido, centrado en resultados mensurables basados en la eficiencia y la rentabilidad. Y esta circunstancia hace que las iniciativas sean fáciles de explicar, proporcionando una sensación de control. La gestión biológica deja de ser contra-intuitiva sólo cuando los líderes empresariales adoptan una nueva cosmovisión de la gestión. Tercero, la gestión de las empresas con éxito en el entorno actual conlleva el establecimiento de nuevos objetivos en vez de implementar únicamente nuevas herramientas de resolución de problemas. En otras palabras, las empresas necesitan un nuevo “*qué*” así como un nuevo “*cómo*”. Por ejemplo, sobrevivir, además de ganar, optimizar en vez de maximizar; priorizar el aprendizaje a corto plazo, emplear recursos locales en vez

de adquirir los mas baratos. Estas nuevas metas pueden ser adoptadas sólo cuando las empresas incorporen el pensamiento biológico. Este es el reto planteado en la presente propuesta.

La biomimesis, aplicada en la innovación social, es una estrategia de mejora dirigida recientemente a diversos entornos sociales (empresas, ongs, instituciones...) pues, en definitiva, la propia naturaleza humana comparte y se interrelaciona con la totalidad del sistema para ser más resistente (de acuerdo a como funcionan los sistemas naturales y ecosistemas) (Iansiti & Levien, 2004).

Además de las estrategias naturales que se describen a continuación, el emprendimiento es cada día más necesario para el empoderamiento y para el desarrollo de una economía más justa y solidaria. El Estado no va a poder mantener de un modo continuado a las poblaciones dependientes de un subsidio cada vez más escaso. Emprender es una manera de fijar población alineada con una óptima gestión, a largo plazo, de los recursos disponibles de los que dependen.

La acuicultura es un sector en auge que, según numerosos estudios, va a ser fundamental en la provisión de proteína de alta calidad. Las especies seleccionadas en este proyecto son básicamente omnívoras pero mayoritariamente herbívoras, con lo que la proteína necesaria para el crecimiento de los peces procederá alternativamente de fuentes vegetales y de insectos. En ambos casos se trabajará con especies locales que serán cultivadas para tal propósito. Alguna de las especies ícticas, como es el caso del pirarucu (*Arapaima gigas*), es altamente demandada local e internacionalmente y, a pesar de ello, los mercados potenciales están lejos de ser cubiertos (Muñoz-Ramírez *et al.*, 2013). Además, las comunidades amazónicas están íntimamente vinculadas al medio acuático, con lo que las actividades propuestas se correlacionan con su propia cultura e idiosincrasia. El modelo de acuicultura rural ha sido desarrollado en Bolivia aunque se pueden extraer también conclusiones altamente positivas de cara a la aplicación concreta y viable en el Amazonas colombiano. La Biomimesis proporciona un impacto social en el desarrollo de narrativas y agendas de desarrollo de modelos emergentes para la reconstrucción de modelos basados en la funcionalidad de sistemas biofísicos, como es el caso del modelo propuesto (Worldwatch Institute, 2012; Hawken *et al.* 1999; Korten, 2015).

El presente proyecto, por tanto, se alinea al menos con 8 puntos que forman parte del argot biomimético, los llamados *Principios de Vida* o las estrategias naturales de carácter sostenible y potencialmente aplicables en actividades humanas. La biomimesis va mas allá de una nueva manera de plantear, diseñar y producir productos, también presenta alternativas en la propuesta de servicios (Quirós, 2017). Éstos son los siguientes:

Adaptarse a condiciones cambiantes: incorporando diversidad, no sólo en las di-

ferentes especies de peces a cultivar, sino también en la cantidad de modelos de emprendimiento diferentes que el proyecto plantea. De este modo, se potencia la resiliencia económico-social mediante la variación y la descentralización de la dependencia de las políticas de subsidio del Estado.

Estar en armonía con el entorno y ser sensible al mismo: empleando recursos cíclicos de tal manera que el residuo sea igual al recurso, empleando materiales y recursos disponibles locales y propiciando la cooperación y colaboración entre colectivos. Todo en los peces es utilizado para otras funciones más allá de la carne y el consumo de la misma; por ejemplo, la piel y las escamas del pirarucú son aprovechadas para la artesanía o el mercado textil, las vísceras se utilizan para ensilaje y aporte proteico en la formulación de piensos; y el empleo de las chagras para la provisión de nutrientes para las dietas.

Empleo de una química respetuosa: el cultivo de peces se realizará bajo estándares orgánicos y sin empleo de sustancias químicas dañinas, hormonas, etc. Además, la generación de energía se basará en fuentes renovables, se captará agua potable sin perforar pozos mientras que el hielo se elaborará de la atmósfera. Finalmente, el tratamiento del agua para la depuración y eliminación de residuos se realizará con tratamiento de fitorremediación.

Ser eficiente con los recursos: la energía requerida en los procesos, además de ser renovable, será minimizada y compartida a nivel local. Los materiales de construcción serán obtenidos de los entornos locales empleando la mano de obra de los propios beneficiarios del proyecto. El pienso del alimento de los peces se elaborará con las plantas que se cultivan en el entorno.

Integrar desarrollo y crecimiento: mediante la autogestión de las diferentes unidades de negocio se generará crecimiento y mejoras de la calidad de vida de los beneficiarios. Todo lo anterior se verá acompañado por una optimización en el desarrollo de los servicios generales que se manifestará en la propia alimentación, en la sanidad, en la formación, en la concienciación hacia el cuidado del entorno natural, en la calidad en el servicio a los turistas, en el respeto y el afianzamiento de su cultura, etc.

Evolucionar para sobrevivir: el caos climático va a perjudicar a los más íntimamente relacionados con sus hábitats naturales. Las crecidas del río Amazonas, el incremento de los niveles de mercurio, el aislamiento geográfico, la baja formación, etc., constituyen retos y problemáticas que las comunidades van a tener que superar de acuerdo a los modelos de autogestión de sus recursos de los que

dependen. Sólo de esta forma las nuevas generaciones verán con posibilidades el futuro y podrán permanecer en sus tierras.



Figura 1. Esquema de los Principios de Vida propuesto por el *Biomimicry Institute* (traducción del autor).

Contexto geográfico, social y ambiental

La Amazonia colombiana representa más del 40% del país, con el 20% ya intervenido, y cuenta con diversas figuras jurídicas de protección como los resguardos indígenas, los parques nacionales y zonas de reserva forestal. No obstante, las amenazas derivadas de dinámicas económicas extractivistas y poco productivas no generan la calidad de vida esperada y destruyen progresivamente los ecosistemas y sus riquezas (Cepal, 2013). El departamento Amazónico en Colombia tiene cerca de 110.000 km² y se sitúa al sur del país, haciendo frontera con Brasil y Perú. Cuenta con 2 municipios, Leticia (la capital) y Puerto Nariño, además de 9 corregimientos o territorios de jurisdicción (Echeverri, 2000). La situación actual de las poblaciones amazónicas (más de 34 millones, de los cuales 3,5 millones son indígenas) supone todo un reto global que hemos de afrontar para la adecuada conservación de este valioso territorio (Cepal, 2013; DNP, 2010). La lejanía en las conexiones terrestres por carretera, la propia cultura anclada en las costumbres ancestrales y la carencia de formación apropiada, dificulta el desarrollo de una

deseada autonomía económica, a pesar de que el Amazonas alberga numerosos recursos naturales de gran valor. Es importante resaltar que las actividades económicas en la Amazonia han sido, fundamentalmente, de tipo extractivo como, por ejemplo, la explotación de caucho, quinina, pieles, coca, madera, bagres. Todas estas actividades nunca se basaron en una estrategia de planificación, ni tuvieron en cuenta medidas específicas de manejo.

El clima en este territorio es tropical lluvioso de selva, con temperaturas entre 24°C y 28°C, y una humedad que oscila entre el 84% y el 91%. Tres grandes ríos surcan el departamento: el Amazonas, el Putumayo y el Caquetá (éstos dos últimos afluentes del propio Amazonas), marcando profundamente la cultura y modo de vida locales.

La biodiversidad es verdaderamente espectacular, con más de 5.400 especies de plantas superiores, 870 de aves, 210 de mamíferos, 95 de anfibios, 147 de reptiles, 1.000 de peces o 125 de mariposas (Trujillo & Duque, 2014). Anualmente se descubren nuevas especies, circunstancia que no resulta extraña habida cuenta de lo poco que conocemos sobre la biodiversidad (Wilson, 2017).

La importancia de la región amazónica en el contexto mundial no es en modo alguno cuestionable. De hecho, el impacto positivo que genera para la estabilidad del planeta está fuera de toda duda, de acuerdo a las numerosas funciones que, en este contexto, lleva a cabo: la capacidad para regular el clima regional, el mantenimiento de grandes extensiones de selva tropical húmeda virgen, la estabilización de las condiciones climáticas ante el cambio climático o la propia conservación de la biodiversidad (Killeen *et al.*, 2007).

El número exacto de población residente en el departamento Amazónico es incierto, pero se estima en una horquilla que va de entre 45.000 y 50.000 habitantes, según las diferentes instituciones censales (DANE, 2005). Más de treinta comunidades indígenas conviven en la zona y, debido a su rasgo transfronterizo, existen intercambios con sociedades peruanas y brasileras que incrementan dicha diversidad cultural. Algunos de los pueblos indígenas que tienen una mayor incidencia en el territorio del departamento son los Ticuna, Uitoto, Cocama, Kamejeya, Jurumi, etc., y se encuentran distribuidos en el área urbana, en la zona rural, en los resguardos indígenas, en los resguardos Ticuna, Cocama y Yagua, en el Parque Nacional Natural Amacayacu y en algunos terrenos baldíos.

Finalmente, es preciso indicar que el departamento de Amazonas es uno de los más pobres de la República de Colombia ya que ocupa el puesto 31 en la contribución al PIB nacional con el 0,08%, y su participación se ha mantenido en este nivel desde el año 2000. El Índice de Desarrollo Humano (IDH) de Colombia es de 0,79.

El departamento tiene un bajo nivel de desarrollo económico debido varios aspectos, de entre los que cabe destacar la propia ubicación geográfica, al alto coste

el desarrollo de actividades, como la acuicultura, que reportan beneficios directos e indirectos. Por un lado, se garantiza la seguridad alimentaria mediante la autoproducción y autoconsumo de proteína de alto valor nutricional. Con ello se minimiza la presión de la pesca sobre las especies más vulnerables (que están siendo sometidas a cierta sobre-pesca) y se logra su repoblación (reforzando las poblaciones silvestres). Esta actividad posibilita el aprendizaje para comercializar en la zona y, a nivel nacional, exportar pescado altamente demandado y certificado (abriendo con ello un nicho de mercado atractivo para los mercados europeos, norteamericanos o asiáticos).

Indicador	Población		
	Indígena %	Población Otros %	Total Nacional %
Anemia 6-59 meses	32,6	26,3	27,5
Anemia 5-12 años	11	7,5	8,1
Anemia 13-17años	16,7	9,5	10,6
Anemia Mujeres 13-49 años	9,9	6,8	7,6
Deficiencia de hierro 1-4 años	18,8	9,7	10,6
Deficiencia de hierro mujeres con anemia 13-49 años	59,7	54,5	52,5
Deficiencia de hierro mujeres 13-49 años	21,9	16,7	17,1
Déficit vitamina A, 1-4 años	34,1	22,9	24,3
Déficit Zin 1-4 años	56,3	42,1	43,3

Figura 3. Valoración nutricional en Colombia por poblaciones en 2010. Encuesta Nacional de Situación Nutricional (2010)

Al mismo tiempo, esta iniciativa permite desarrollar modelos económicos paralelos mediante la evisceración y tratamiento del pescado, (y su consiguiente comercialización, promoción, certificación, promoción, transporte, gestión económica, emprendimiento, formación, capacitación) (Bermudez *et al.*, 2010). No es posible obviar aquí la oportunidad de un desarrollo turístico concreto asociado a actividades de restauración gastronómica, alojamiento, guías y excursiones turísticas, control de calidad, desarrollo de la artesanía, etc. Y todo ello bajo un modelo piloto que puede ser extrapolado de modo orgánico a otras poblaciones del país y ser la avanzadilla para sustituir al cultivo de la coca, posibilitar el realojamiento de poblaciones desplazadas por la guerrilla, ofrecer un escenario de futuro para las mujeres y jóvenes en un país que avanza hacia un nuevo modelo de paz definitiva.

Finalmente, muchos son los atractivos turísticos de la zona, como los lagos de Yahuaraca (Leticia) y Tarapoto en Puerto Nariño (recientemente declarado zona Ramsar), el Parque Nacional Natural de Amacayacu (mas de 290.000 Ha) con el centro de visitantes Yawae, el propio Puerto Nariño (pesebre del Amazonas), la

Isla de los Micos, el Cerro Yupatí, el Chorro de Córdoba, el Cerro de los Enanos, múltiples enclaves cercanos a los ríos Caquetá y Aparoris, así como numerosos senderos potenciales (Bassotti *et al.*, 2012) (Municipio de Puerto Nariño, 2008). El delfín rosado, manatíes, jaguares, primates, mamíferos, aves, plantas e insectos permiten una reconexión con la naturaleza al visitante ávido de experiencias (Trujillo *et al.*, 2008). Sin lugar a dudas, el turismo relacionado con la naturaleza y con las culturas étnicas va a representar un importante estímulo en la zona para aquellos que sepan gestionar y proporcionar un valor particular a la actividad principal tradicional (la pesca, la chagra, etc.) del territorio amazónico a partir de este servicio cada día más demandado.

Pero, a pesar de que se tienen detectadas las oportunidades, el sector del ecoturismo-étnico y científico no ha sido planificado, no presenta infraestructuras adecuadas, no se dispone de personal formado que preste servicio adecuado al turista, ni tampoco se han diseñado estrategias de promoción a nivel nacional o internacional. Actualmente, dentro del departamento de Amazonas, Leticia se lleva todo el potencial de rendimiento, pues ofrece más posibilidades al visitante que el resto del territorio. Estas carencias, por otra parte, hacen que los habitantes de Puerto Nariño no posean oportunidades para desarrollar modelos económicos basados en la gestión responsable de sus recursos, pese a que se encuentra en una zona de elevado valor natural (combinado con las culturas indígenas y los valores étnicos). En este sentido, la organización indígena ATICOYA (Asociación de Autoridades Indígenas del Resguardo Ticuna, Cocama y Yagua) cuenta con un programa de turismo sostenible que busca la participación activa y dinámica de las diferentes etnias en el proceso de prestación de servicios turísticos que mejoren la calidad de vida de las comunidades receptoras. Esta puede ser una excelente base desde la que cooperar y trabajar conjuntamente. La siguiente Tabla muestra las posibilidades del sector según fuentes del gobierno colombiano.

Posibilidades de desarrollo de productos turísticos	Muchas posibilidades	Alguna posibilidad	Ninguna Posibilidad	No contesta
Ecoturismo	83,60%	13,00%	0,00%	3,30%
Turismo de aventura	70,50%	23,00%	1,60%	4,90%
Turismo cultural	65,60%	27,90%	3,30%	3,30%
Turismo de negocios	41,00%	34,40%	19,70%	4,90%
Turismo gastronómico	52,50%	39,30%	4,90%	3,30%

Figura 4. Plan Desarrollo Departamento Amazonas 2008-2011

Los beneficios del ecoturismo son numerosos:

- Ayuda a conocer, proteger y conservar zonas naturales a largo plazo.

- Generan modelos de negocio fácilmente implementados por las propias comunidades establecidas.
- Se alinea con las políticas de desarrollo sostenible en una zona RAMSAR, así como con los 17 objetivos de Naciones Unidas para el desarrollo sostenible.
- Ayudan a generar alternativas de empleo, concienciando a los propios habitantes sobre la importancia de su territorio y potenciando su orgullo de pertenencia.
- Afianza un sector multisectorial para las comunidades indígenas.

El modelo de turismo planteado en el presente manuscrito posee 3 pilares principales:

- Equilibrar los factores ambientales, económicos y socioculturales en el campo del desarrollo turístico, de tal modo que garantice la gestión responsable, sostenible y regenerativa.
- Potenciar el respeto a la autenticidad sociocultural de las comunidades, mediante la conservación de su patrimonio (entendiendo éste como una totalidad que contribuye a fomentar la tolerancia intercultural).
- Generar actividades económicas viables a largo plazo que aseguren empleo, la mejora de los servicios sociales, incremento de ingresos y reducción la pobreza.

El proyecto, además de lo anterior, se enmarca con los objetivos estratégicos recogidos en determinados documentos estratégicos de la zona desarrollados por el gobierno colombiano, a saber: *Visión Colombia II Centenario* (2019); *Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad*; *Programa JUNTOS*; *Fondo Colombia en Paz*; *Planes de Desarrollo Territorial*; *Planes de Etnodesarrollo* y *Planes de Vida*; *Objetivos del Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas*, etc.

Acciones a desarrollar dentro del proyecto

Se plantean 8 acciones autosuficientes, pero interconectadas entre sí, para el desarrollo del proyecto que se propone y que se describen a continuación:

Acuerdos y reuniones con las comunidades

Se llevarán a cabo reuniones previas para la exposición del proyecto directamente a los propios beneficiarios. Se celebrará un evento en Puerto Nariño en el que se explique el proyecto a los beneficiarios. Mediante la participación activa de las co-

comunidades y agentes sociales implicados (gobierno local, gobierno departamental y ongs), se decidirán con exactitud las acciones propuestas. A este respecto, se diseñarán cuestionarios específicos para la recopilación de información de valor con el objeto de analizar los pros y contras que pueden servir para la materialización con éxito de la propuesta. Se elaborará un documento maestro de cara a la formulación y desarrollo de la propuesta. Y, finalmente, se firmará un documento legal que comprometa la participación activa de los beneficiarios y de los agentes implicados.

Acuicultura de consumo y repoblación

El eje principal del proyecto pivota en torno a los peces. Es por ello que se plantean varias acciones: cultivo de peces para consumo y cultivo de peces ornamentales y para acuario. En tal sentido, se propone llevar a cabo una repoblación controlada de algunas de las poblaciones cultivadas para un reforzamiento de las especies más vulnerables, como por ejemplo el pirarucú. En esta primera fase se requiere, entre otros elementos, de una adecuación correcta de terrenos para construir pozas de engorde y reproductores, sistemas de filtración de agua (fitorremediación), una nave para peces reproductores, una nave *hatchery* para incubación de huevos y alevinaje, un pequeño laboratorio, una oficina, etc. El aprovisionamiento de harinas procedentes de las especies arbóreas (*pepeaderos*) locales y de repoblaciones, junto con el estudio y producción de insectos, proporcionará viabilidad al proyecto a medio y largo plazo. La repoblación sistemática y controlada de las especies ícticas más sensibles, causado por el declive de los *stocks* naturales, devolverá el equilibrio y la sostenibilidad, no solo a las especies en sí, sino también al futuro de la pesca artesanal tradicional.

Procesado y comercialización de pescado

Una vez satisfechas las demandas de autoconsumo de las comunidades implicadas, se procederá, con el sobrante de la producción, a llevar a cabo un proceso de comercialización en la zona de Puerto Nariño (hoteles, restaurantes...). Con el tiempo, se podrá establecer intercambios comerciales en otras áreas más alejadas, incluyendo la propia capital (Leticia). Finalmente y en el marco de un objetivo todavía más ambicioso, se direccionaría la producción a otros mercados a escala nacional, como Bogotá, o a nivel internacional, como algún país de la Unión Europea (especialmente Suiza, Francia o Gran Bretaña, puesto que han mostrado interés, por ejemplo, en el pirarucú congelado).

Obtención de certificación sostenible en tres ámbitos (ecológico -orgánico-, social

-comercio justo o ético- y amazónico -originario y local-).

Esta gestión es imprescindible en la zona por ser territorio Ramsar de cara a poder penetrar en mercados mas exigentes y de mayor potencial de ingresos. Este tipo de mercado crece año a año en EEUU, Japón y Europa.

Acuicultura de cría de peces ornamentales

El mercado de los peces ornamentales mueve millones de años en ventas cada año. La enorme biodiversidad íctica amazónica es bien conocida y constituye un enorme potencial para desarrollar modelos de negocio, a la vez que se preservan las propias poblaciones locales de peces frente al modelo de extracción de alevines de poblaciones naturales. Una vez más, insistimos en la idea de que la repoblación controlada de las especies más vulnerables mantendría las poblaciones en un estado saludable.

Acuario Amazónico

La actividad turística en Leticia crece con la creación del futuro aeropuerto y otros servicios asociados. Puerto Nariño no resulta atractivo desde el punto de vista turístico, a excepción de algunas excursiones de corta duración que apenas reportan beneficios a los habitantes locales. Una instalación modesta pero digna como un acuario amazónico que contenga y exhiba peces autóctonos (como el emblemático y amenazado pirarucú *Arapaima gigas*, la especie más grande de aguas continentales), pirañas, arawanas, bagres, y otras especies de gran belleza y singularidad, puede ser un atractivo turístico significativo, además de constituir una fuente importante para la conservación y la educación ambiental. De este modo, el viajero puede considerar atractiva la visita a Puerto Nariño y dedicar varios días para visitar la zona.

Turismo étnico-ecológico-científico

Se tiene previsto desarrollar planes, excursiones y actividades que generen un modelo de negocio para un tipo turismo que, no sólo reconozca el valor natural del entorno, sino que también considere la cultura de las comunidades y dé impulso a ciertas experiencias científicas llevadas a cabo en la zona por la fundación Omacha. En tal sentido, una visita guiada puede proporcionar mas ingresos al indígena que la propia pesca (Trujillo, 2016, comunicación personal).

Formación continua y capacitación

El éxito del proyecto radica también en un adecuado y específico diseño de un plan de formación para los participantes de las comunidades. Un modelo de formación basado en el enfoque “aprendiendo haciendo” (*learning by doing*) parece, a priori, el sistema a seguir. Esta estrategia responde, no tanto a la necesidad de lograr un título académico, sino más bien a la posibilidad de realizar una capacitación que permita a las comunidades tener la certeza de saber llevar adelante las diferentes actividades que se requieren para el modelo propuesto. En este sentido, el apoyo técnico de docentes, la cooperación y un acompañamiento durante los primeros años del proyecto serán a todas luces claves para lograr el éxito que se persigue.

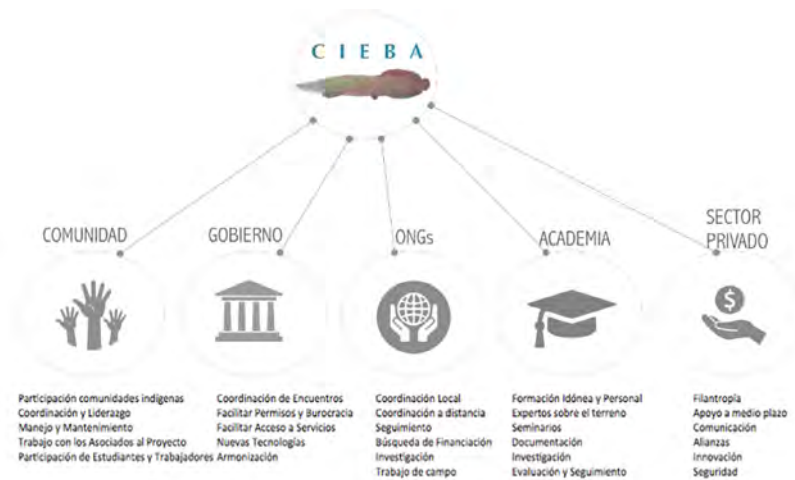


Figura 4. Esquema de colaboración entre instituciones para la presente propuesta

Conclusiones

La cuenca del Amazonas es una de las últimas fronteras del mundo en la que quedan paisajes de conservación relativamente intactos y a gran escala. Se están poniendo en marcha iniciativas y movilizanddo esfuerzos para planificar e implementar proyectos de conservación a gran escala en varias partes de la región, con el apoyo técnico y financiero de las principales organizaciones internacionales de conservación. La gestión de estos proyectos es a menudo complicada, especialmente cuando abarcan múltiples propietarios de tierras y dos o más países con legislación ambiental y líneas de autoridad distintas. En el caso de un programa regional, estos proyectos proporcionan un nicho para contribuir y una oportunidad distinta de ayudar a implementar una amplia variedad de actividades, desde la

gobernanza hasta las mejores prácticas de gestión y producción sostenible.

La identificación y difusión de mejores prácticas de gestión para el manejo de los recursos naturales en los ecosistemas fluviales (acuicultura y turismo), brindan apoyo crítico para el desarrollo de mejores prácticas en el caso concreto de los recursos naturales en la cuenca Amazónica. Las mejores prácticas incluyen monitorear y hacer cumplir los derechos de tierras y recursos, reducir los impactos de las industrias extractivas, emplear métodos para reducir el impacto de la tala y apoyar la agrosilvicultura y acuicultura sostenibles (abriendo con ello líneas de comercialización de sus productos con una alta potencialidad). En este sentido, la capacitación a los pueblos indígenas y la implementación de mejores prácticas a largo plazo entre las comunidades resulta, sin duda, fundamental.

La creación de mercados para productos sostenibles es complejo pero esencial. Los mercados representan un obstáculo importante para mejorar la gestión de los recursos por parte de los pequeños productores, que a menudo operan a través de múltiples intermediarios y acuerdos de peonaje en aras de saldar deudas contraídas que instauran un régimen de explotación. Existen varias oportunidades para fortalecer los mercados existentes con productos sostenibles y desarrollar nuevos mecanismos financieros basados en servicios ambientales que resulta obligado explorar. Algunos podrían ser: el fortalecimiento de la industria artesanal de bajo impacto, el fomento de las asociaciones entre las comunidades y los empresarios, el fortalecimiento del biocomercio o bioeconomías y la difusión de la información del mercado entre otros.

Finalmente, el desarrollo de mercados alternativos y mecanismos de financiación para la conservación resultan esenciales. Aunque el valor de la diversidad biológica y los servicios ambientales a menudo no son reconocidos o, por el contrario, son subvalorados por los mercados, se han logrado éxitos recientes, como el establecimiento de pagos por servicios de cuencas provistos por áreas protegidas en Ecuador o Bolivia, con inversiones internacionales en bosques tropicales para el secuestro de carbono. También se han logrado avances considerables en la región para establecer fondos que proporcionen financiación a largo plazo para las áreas protegidas. A pesar de constituir una mayor área de masa boscosa, ninguna iniciativa similar ha sido dirigida hacia los territorios indígenas y sus poblaciones. Estos éxitos recientes nos sugieren que existe una oportunidad para expandir el desarrollo de financiación alternativo para el manejo de los recursos naturales con los pueblos indígenas. Algunas actividades que podríamos destacar al respecto serían: incrementar la valoración del agua a través del manejo integrado de cuencas hidrográficas, sondear posibilidades de ecoturismo con enfoque diferencial étnico, científico y centrado en la biodiversidad, así como lograr la compensación por los servicios ambientales ecosistémicos de la agricultura sostenible y de la acuicultura.

Estos modelos, en suma, pueden llegar a ser implementados y ajustados en otros entornos similares a lo largo y ancho del Amazonas, pues a menudo se repiten de modo recurrente las carencias y las oportunidades potenciales.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDÍA MUNICIPAL DE PUERTO NARIÑO AMAZONAS (2008). *Plan de Desarrollo 2008-2011. Un Gobierno con identidad y autonomía*. Puerto Nariño: Coordinación General del Plan de Desarrollo.
- ATICOYA. Asociación de Autoridades Indígenas del Tesguardo Ticuna, Cocama, Yagua de Puerto Nariño. (2008). *Plan de vida de los pueblos Ticuna, Cocama y Yagua de Aticoya*. Bogotá: Opciones Gráficas Editores.
- BASSOTTI, G. (2012). *Plan de Desarrollo Turístico del departamento del Amazonas*. Fondo de promoción turística Colombia & Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.
- BENYUS, J. M. (1997). *Innovation inspired by nature*. New York: Harper Perennial.
- BERMÚDEZ-ROMERO, A. L., TRUJILLO, F., SOLANO, C., ALONSO, J. C., CEBALLOS-RUIZ, B. L. (2010). *Retos locales y regionales para la conservación de la fauna acuática del sur de la Amazonia colombiana*. Bogotá: Corpoamazonia, Instituto SINCHI, Fundación OMACHA, Fundación NATURA.
- BONSER, R. H. C. (2006). Patented biologically-inspired technological innovations: a twenty year view. *Journal of Bionic Engineering*, 3(1), 39-41.
- CEPAL Y PATRIMONIO NATURAL (2013). *Amazonia posible y sostenible*. Bogotá: Cepal y Patrimonio Natural.
- DNP (Departamento Nacional de Planeación). (2010). *Aspectos básicos por grupo étnico indígena*. Bogotá: Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible.
- ECHEVERRI, J. A. (2000). *Reflexiones sobre el concepto de territorio y ordenamiento territorial indígena*. Memorias del Simposio titulado “Territorialidad indígena y ordenamiento en la Amazonia”, Leticia.
- EHRlich, M., & NUÑEZ-AVELLANEDA, M. (2016, Junio). *Contaminación por mercurio en ecosistemas acuáticos de la Amazonía colombiana*. Conferencia internacional de Aguas Amazónicas, Lima.
- DANE (2005). *Resultados Censo general de población en Colombia*. Archivo Nacional de Datos. Obtenido de https://formularios.dane.gov.co/Anda_4_1/index.php/catalog/421.
- FERMANIAN BUSINESS & ECONOMIC INSTITUTE (2010). *The Global Biomimicry efforts: an economic game changer*. San Diego: The Fermanian Business and Economic Institute.
- GLEICH A. von., PADE, C., PETSCHOW, U., & PISSARSKOI, E. (2014). *Potentials and Trends in Biomimetics*. Berlin: Springer.
- HAWKEN, P., LOVINS, A. B., & LOVINS, L. H. (1999). *Natural Capitalism: the Next Industrial Revolution*. London: Routledge.
- IANSITI, M. & LEVIEN, R. (2004). Strategy as Ecology. *Harvard Business Review*, 82 (3), 68-81.
- KILLEEN, T. J., DOUGLAS, M., CONSIGLIO, T., JØRGENSEN, P. M., & MEJÍA, J. (2007). Dry spots and wet spots in the Andean hotspot. *Journal of Biogeography*, 34(8), 1357-1373.
- KORTEN, D. C. (2105). *Change the Story, Change the Future: a Living Economy for a Living Earth*. Oakland: Berrett-Koehler.
- MUÑOZ-RAMIREZ, A. P., CORONADO, J. E., & WILLS FRANCO, G. A. (2013). Caracterización nutricional y sensorial de filetes de pirarucú *Arapaima gigas* en Colombia. *Tilapia & camarones: el vocero de América acuícola*, 5 (18).
- QUIRÓS, M. (2016). *Biomimesis. La inspiración consciente y sostenible de la naturaleza*. Ob-

- tenido de <https://websostenibilidad.files.wordpress.com/2013/02/biomimesis.pdf>.
- QUIRÓS, M. (2017). Biomímesis en el diseño. Más allá de la sostenibilidad en el siglo XXI. En Sierra C. H., Sierra, S., & Bernal, H. *Biomímesis: inspiración creativa en la naturaleza y escenarios potenciales de sostenibilidad*. Memorias del simposio internacional de estudios biomiméticos, Leticia.
- REEVES, M., LEVIN, S., & UEDA, D. (2016). The Biology of Corporate Survival. *Harvard Business Review*, January–February, 47-55.
- TRUJILLO, F., ALONSO, J. C., DIAZGRANADOS, M. C., & GÓMEZ, C. (2008). *Fauna acuática amenazada en la Amazonía colombiana. Análisis y propuestas para su conservación*. Bogotá: Fundación Omacha, Fundación Natura, Instituto Sinchi, Corpoamazonía.
- TRUJILLO, F. & DUQUE, S. R. (2014). *Los humedales de Tarapoto: aportes al conocimiento sobre su biodiversidad y uso*. Leticia: Universidad Nacional.
- WILSON, E. O. (2016). *Half-Earth: our planet's fight for life*. New York: Liveright Publishing Corporation & W.W. Norton.
- WORLDWATCH INSTITUTE (2012). *State of the World 2008: Ideas and Opportunities for Sustainable Economies*. London: Routledge.