



DOCINADE

Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo
Énfasis en Gestión y Cultura Ambiental

Tesis de Doctorado

Plan de educación ambiental que apoye la gestión sostenible de los principales servicios ecosistémicos de provisionamiento y culturales en el manglar de Chacarita, Puntarenas.

María del Milagro Carvajal Oses

Dr. Ángel Herrera Ulloa

Director de Tesis

Dr. Christian Moreira Segura

Asesor de Tesis

Dr. Junior Pérez Molina

Asesor de Tesis

Puntarenas, Costa Rica

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Dr. Jorge Herrera Murillo
Representante del Consejo Central de Posgrado

Dr. David Valverde Barquero
Coordinador del posgrado o su representante

Dr. Ángel Herrera Ulloa
Tutor de tesis

Dr. Christian Moreira Segura
Miembro del Comité Asesor

Dra. Junior Pérez Molina
Miembro del Comité Asesor

María del Milagro Carvajal Oses
Sustentante

Tabla de contenidos

ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	8
AGRADECIMIENTOS.....	10
DEDICATORIA.....	11
RESUMEN.....	12
PALABRAS CLAVES.....	14
KEYWORDS.....	15
1. INTRODUCCIÓN.....	18
2. OBJETIVOS.....	21
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	21
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3. SÍNTESIS.....	22
4. ARTÍCULO 1. MANGLARES Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS: HACIA UN DESARROLLO SOSTENIBLE.....	25
5. ARTÍCULO 2. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE UN MANGLAR DEL PACÍFICO CENTRAL DE COSTA RICA: POBLACIÓN DE MOLUSCOS DE INTERÉS COMERCIAL.....	53
6. ARTÍCULO 3. HACIA UN PROCESO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL NO FORMAL Y CONTEXTUALIZADO EN LA COMUNIDAD DE CHACARITA, PUNTARENAS, COSTA RICA	83
7. ARTÍCULO 4. VALIDACIÓN DE UN PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL NO FORMAL PARA EL USO SOSTENIBLE DEL MANGLAR EN LA COMUNIDAD DE CHACARITA, PUNTARENAS.....	114
8. DISCUSIÓN.....	147

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....151

10. REFERENCIAS.....154

11. ANEXOS.....155

Índice de Figuras

Figura 1. Síntesis y relación entre los objetivos establecidos en la investigación y los artículos.	24
Figura 2. Clasificación según Marlianingrum <i>et al.</i> (2019) de los servicios ecosistémicos en manglares y algunos ejemplos.....	31
Figura 3. Distribución de los principales manglares del pacífico oriental a lo largo de América Latina.....	33
Figura 4. Investigaciones por servicio ecosistémico y continente.	35
Figura 5. Medidas exitosas del manejo comunitario en manglares.....	39
Figura 6. Componentes sobre educación ambiental por la Asociación Norteamericana de Educadores Ambientales.	40
Figura 7. Modelo sostenible de los se en manglares, de acuerdo con la información mostrada en el presente trabajo.	42
Figura 8. Mapa del área de estudio de Chacarita, Costa Rica.....	58
Figura 9. Relación entre el diámetro altura de pecho (DAP) y altura del árbol (A) de las cinco especies de mangles en el área de estudio.	64
Figura 10. Ausencia (puntos rojos) y presencia (puntos blancos) de moluscos bivalvos de interés comercial para consumo humano en el área de estudio.....	65
Figura 11. Relación entre longitud y la masa total (A) y la masa de tejidos suaves (B) para las tres especies de moluscos bivalvos de mayor IVI en el área de estudio.	67
Figura 12. Secciones del plan de educación ambiental.....	94
Figura 13. Esquema de preguntas a profundidad.....	96
Figura 14. Problemáticas presentes en el manglar.....	100
Figura 15. Competencias (recuadro central) para implementar en la comunidad de Chacarita, Puntarenas.	103

Figura 16. Collage de imágenes sobre algunos de los materiales educativos realizados en ésta investigación.	106
Figura 17. Esquema del proceso de elaboración del Plan de Educación Ambiental con sus competencias.....	123
Figura 18. Modelo de la naaee con la inclusión de los datos de la presente investigación. ...	134
fuelle propia del autor.	134
Figura 19. Ilustraciones realizadas por los niños durante el taller en Chacarita, Puntarenas.	135
fuelle propia de la autora.	135
Figura 20. Experiencia durante el taller en la comunidad de Chacarita, Puntarenas.	138
Figura 21. Estructuración del manual realizado a partir del plan de educación ambiental.	139
Figura 22. Comparación en cambio de uso de suelo en las áreas aledañas al manglar de Chacarita, entre los años 1960 y 2005.	160
Figura 23. Cambio en la cobertura del manglar en Chacarita de acuerdo con el NDVI, entre el periodo 1988 al 2022.	161

Índice de Tablas

Tabla 1. Ejemplos de indicadores de servicios ecosistémicos y su tipo de valoración económica.	32
Tabla 2. Regiones del mundo con su respectiva área, porcentaje a nivel global y número de especies de mangle según el panel intergubernamental de cambio climático.....	34
Tabla 3. Regiones del mundo y posibles consecuencias del cambio climático al 2100 según el panel intergubernamental de cambio climático.....	36
Tabla 4. Índice de valor de importancia (ivi, %) de los árboles de manglar en chacarita, puntarenas, costa rica.....	63
Tabla 5. Índice de valor de importancia (ivi, %) de moluscos en el manglar de chacarita, puntarenas, costa rica.....	66
Tabla 6. Pre y post-test aplicado durante la validación del plan de educación ambiental en chacarita.	124
Tabla 7. Rúbrica utilizada para evaluar a los participantes durante el taller.	125
Tabla 8. Análisis estadístico de las respuestas obtenidas en el cuestionario aplicado a la comunidad.	128
Tabla 9. Competencias generales y sus respectivas competencias específicas identificadas en la comunidad de chacarita.	130
Tabla 10. Ejemplo de competencia que forma parte del plan de educación ambiental para chacarita.	132
Tabla 11. Caracterización de los participantes en el proceso de validación.....	135

Índice de Anexos

Anexo 1. Preguntas a profundidad realizadas a la comunidad de Chacarita.	155
Anexo 2. Preguntas a profundidad realizadas a instituciones públicas en Puntarenas.	158
Anexo 3. Aclaración sobre áreas deforestadas, presión debido a la población, frontera agrícola y mal manejo de los residuos sólidos en el manglar de Chacarita.....	160
Anexo 4. Encuesta aplicada a la comunidad de Chacarita.	163
Anexo 5. Resultados de la encuesta aplicada a la comunidad.	174
Anexo 6. Instrumento para evaluar por parte de los participantes el taller.	179
Anexo 7. Competencias que conforman el plan de educación ambiental en Chacarita.	180
Anexo 8. Estrategias, técnicas y actividades utilizadas en el plan de educación ambiental en Chacarita.	191
Anexo 9. Criterios de evaluación utilizados en el Plan de Educación Ambiental en Chacarita.	202
Anexo 10. Análisis estadístico realizado al pre y post test.	208
Anexo 11. Rúbrica de evaluación del taller por parte de la persona facilitadora.	209
Anexo 12. Lista de asistencia al taller de validación.	210
Anexo 13. Autorización de conformación de asociación en Chacarita.	211
Anexo 14. Link de videos utilizados en Plan de Educación Ambiental.....	212
Anexo 15. Permiso de SINAC para realizar investigación Doctoral.	212

DECLARACIÓN DE AUNTENTICIDAD

Yo María del Milagro Carvajal Oses, estudiante del Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo, declaro que la Tesis Doctoral que presento para su exposición y defensa titulada *“Plan de educación ambiental que permita la gestión sostenible de los servicios ecosistémicos de provisionamiento y culturales en el manglar de Chacarita, Puntarenas”* y cuyo comité asesor de tesis son el Dr. Ángel Herrera Ulloa, Dr. Christian Moreira Segura y el Dr. Junior Pérez Molina, es original y que todas las fuentes utilizadas para su realización han sido debidamente citadas en el mismo. Este material no lo he presentado, en forma parcial o total, como una tesis en esta u otra institución.

Puntarenas, Costa Rica al 1 de junio de 2023.

María del Milagro Carvajal Oses

Agradecimientos

Primeramente, agradezco a Dios por darme la fortaleza espiritual para afrontar este gran reto. A mi mamá que ha sido mi pilar en este arduo proceso, a mi papá que con su recuerdo siempre alimentó mi alma y a mis hermanos Joselyn y Alonso que los amo. A mi tutor Dr. Ángel Herrera Ulloa y a mis excelentes asesores Dr. Christian Moreira Segura y Dr. Junior Pérez Molina, fue un honor para mí decir que fui estudiante de cada uno de estos excelentes profesores y personas. Quiero dar un agradecimiento extra al Dr. Christian Moreira Segura, porque a pesar de que en muchos momentos quise retroceder siempre me impulsó y motivó, definitivamente, soy muy privilegiada por las oportunidades que Dios me ha dado, además de colocarme en el camino a las personas correctas.

Agradezco al Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo, por colaborar en mi formación académica y personal; a la Universidad Nacional y su Vicerrectoría de Investigación por brindarme todo el apoyo económico que necesité, a la Asociación de Pescadores de San Luis de Fray Casiano, a Ignacio Barrantes por su apoyo en elaboración de videos y materiales educativos, a Keylor Pérez Barquero por su aporte en la elaboración de materiales educativos, a Enyell Valerio Carranza por su valioso apoyo, al Sistema Nacional de Áreas de Conservación por facilitarme los permisos correspondientes para la elaboración del trabajo de investigación, al Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura y a la MSc. Natalia Corrales Gómez Directora Ejecutiva del Parque Marino del Pacífico por todo el apoyo que me brindó, pues sin él no hubiera sido posible avanzar en este quehacer.

A Oscar Fajardo, José Luis Sánchez, Elman Calvo, María Fernanda Valverde Chacón y Emmanuel Esquivel Murillo; que sin su apoyo, cariño y amistad nada hubiera sido lo mismo.

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico a todas aquellas personas, especialmente a las mujeres, que se esfuerzan día a día por ser mejores y no se rinden a pesar de las dificultades.

Resumen

Introducción. A nivel mundial los bosques de manglar han sido afectados negativamente por agentes antropogénicos, y Costa Rica no es la excepción. Ante este panorama, se hace necesario el desarrollo de procesos educativos que faciliten el empoderamiento de las comunidades a sus recursos naturales aledaños. **Objetivo.** El principal objetivo de la presente investigación fue construir un Plan de Educación Ambiental contextualizado y constructivista que permita facilitar la gestión de servicios ecosistémicos de provisión y culturales en Chacarita, Puntarenas, Costa Rica. **Metodología.** El Plan de Educación Ambiental estuvo basado en el modelo de La Asociación Norteamericana de Educadores Ambientales (NAAEE). Como primer paso se aplicó una entrevista a profundidad a siete personas representantes de instituciones públicas con influencia en la comunidad y a 10 personas habitantes de la comunidad para obtener información sobre los principales servicios ecosistémicos que identificaban en el área de estudio. Seguidamente, se construyó un contexto a nivel ambiental y económico, para lo cual, mensualmente y durante un año, se realizaron visitas al área de estudio con el fin de establecer una base florística de árboles de mangle y se recolectaron moluscos bivalvos para analizar el estado de las poblaciones con base a las cantidades de organismos hallados y otras características como las longitudes de éstos. Para la base florística, se obtuvo el diámetro de la altura de pecho (DAP en cm), la altura (m), el índice de valor de importancia (IVI) y se obtuvo las reservas de carbono ($Mg. ha^{-1}$) mediante una serie de fórmulas alométricas (este punto se determinó por la importancia del manglar para el equilibrio climático y que podría ser útil a futuro para búsqueda de fondos para la comunidad). En cuanto a los moluscos se analizaron cuatro especies de interés comercial, se evaluó la longitud (cm), peso (g), la madurez sexual, el índice gonadosomático, el índice de rendimiento de carne (IR) y el IVI. Se realizaron valoraciones económicas de los datos obtenidos, también se solicitó información de capturas de peces que realizan sus primeros estadios de vida en el manglar y de moluscos bivalvos al Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura. Paralelo al trabajo ambiental se fueron creando materiales didácticos de acuerdo con esta información base. Como siguiente paso se construyó un contexto social, para lo cual se aplicó una encuesta a 263 habitantes de la comunidad en estudio; referida al manglar y sus servicios ecosistémicos mayormente de provisión como pesca y extracción de moluscos y culturales como el turismo; la cual fue revisada por expertos y validada en la comunidad de Isla Venado en Puntarenas. Esto no solo permitió caracterizar aspectos sociales, sino que también identificar competencias generales y específicas las cuales fueron la base del

Plan de Educación Ambiental. Se identificaron estrategias, técnicas, actividades e indicadores para cada competencia. Una vez finalizada la construcción del plan educativo se validó en un taller con 15 personas, se aplicó un pre y post-test, se midió el tamaño del efecto de Cohen (d) causado por el taller impartido a la comunidad en la adquisición de competencias ambientales y se construyó un manual de educación ambiental para la sostenibilidad del manglar. **Resultados.** La entrevista a profundidad reflejó un distanciamiento entre el sistema gubernamental costarricense y la población, los principales servicios ecosistémicos identificados correspondieron a la extracción de moluscos, pesca y aunque el turismo no se realiza en la actualidad hay un gran interés por implementarlo por ello en esta tesis se dio énfasis en aspectos que no solo contribuyan educativamente, sino que son herramientas para estos cometidos como especies de mangles y aves del manglar. A nivel ambiental, se hallaron cinco especies de mangles, siendo *Pelliciera rhizophorae* la de mayor índice de valor de importancia. Se obtuvo por hectárea un equivalente de carbono almacenado de $78,49 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Con respecto a los bivalvos, se muestrearon 357 organismos, de los cuales 18% correspondieron a *Anadara similis*; 37,5% *Anadara tuberculosa*; 41,46% a *Leukoma* spp. y 3,08% *Mytella guyanensis*. Al tomar en cuenta la valoración económica de las reservas de carbono y de los moluscos bivalvos presentes en el área de estudio se obtuvieron valoraciones económicas de $9\ 812,63 \text{ USD} \cdot \text{ha}^{-1}$ y $28 \text{ USD} \cdot \text{ha}^{-1}$ respectivamente. De acuerdo con la encuesta aplicada, la comunidad tiene debilidades a nivel de conocimientos ($p < 0,05$; $p = 0,04$) relacionados al manglar y los servicios ecosistémicos analizados, pero presenta una alta disposición para colaborar en la protección del recurso manglar ($p < 0,05$; $p = 0,001$). Con base en esta información se lograron identificar seis competencias generales, además construir sus respectivas estrategias tales como método de indagación, ilustraciones y recursos audiovisuales; técnicas como discusiones y análisis de casos; actividades como lluvias de ideas, láminas ilustrativas y hojas de trabajo e indicadores que evaluaron todo el proceso. Esto último apoyado por una serie de materiales educativos contextualizados, así como recursos audio visuales. Una vez finalizada la redacción del Plan de Educación Ambiental se validó con habitantes del área de estudio. Estadísticamente, los participantes, tuvieron un incremento en el dominio de las competencias ($p < 0,05$; $p = 0,002$; $d = 0,45$). Como producto del proceso de investigación, se creó un manual de actividades de fácil aplicación que permite que las personas comprendan la relevancia de los servicios ecosistémicos del manglar. **Conclusiones.** Esta investigación demostró que la comunidad en estudio requiere implementar medidas de gestión, en conjunto con instituciones gubernamentales y no gubernamentales, que permitan recuperar las poblaciones de moluscos de interés comercial para

consumo humano. Además, se proponen actividades de aprovechamiento sustentables como turismo comunitario con fines educativos y culturales. Finalmente, la comunidad demostró tener interés de participar en actividades de educación ambiental y en contribuir en la protección de su manglar aledaño pues se logró avanzar durante este proceso en la creación de una Asociación Específica dirigida a la protección del manglar en Chacarita.

Palabras claves

Comunidad; competencias ambientales; constructivismo; estrategias educativas; servicios ecosistémicos

Abstract

Introduction. Worldwide, mangrove forests have been negatively affected by anthropogenic agents, and Costa Rica is no exception. Given this panorama, it is necessary to develop contextualized educational processes that facilitate the empowerment of communities to their surrounding natural resources. **Goal.** The main objective of this research was to build a contextualized and constructivist Environmental Education Plan that facilitates the management of provision and cultural ecosystem services in Chacarita, Puntarenas, Costa Rica. **Methodology.** The Environmental Education Plan was based on the model of the North American Association of Environmental Educators (NAAEE). As a first step, an in-depth interview was applied to seven people representing public institutions with influence in the community and 10 people living in the community to obtain information on the main ecosystem services that they identified in the study area. Next, an environmental and economic context was built, for which, monthly sampling of mangrove trees was carried out for one year in order to establish an inventory and of molluscs of commercial interest to analyse the status of their populations. For the floristic base, the diameter of the breast height (DBH in cm), the height (m), the importance value index (IVI) and the carbon stock (Mg. ha^{-1}) using a series of allometric formulas were obtained (this point was determined due to the importance of the mangrove for the climate balance and that it could be useful in the future to search for funds for the community). Regarding molluscs, four species of commercial interest were analyzed, length (cm), weight (g), sexual maturity, gonadosomatic index, meat yield index (IR) and IVI were evaluated. Economic evaluations of the data obtained were made, information was also requested on fish catches that carried out their first stages of life in the mangrove swamp and on bivalve molluscs at the National Institute of Fisheries and Aquaculture. Parallel to the environmental work, didactic materials were created according to this base information. As a next step, a social context was built, for which a survey was applied to 263 inhabitants of the community under study; referring to the mangrove and its ecosystem services, mainly provision such as fishing and mollusk extraction, and cultural services such as tourism; which was reviewed by experts and validated in the community of Isla Venado in Puntarenas. This not only allowed characterizing social aspects, but also identifying general and specific competencies which were the basis of the Environmental Education Plan. Strategies, techniques, activities and indicators were identified for each competence. Once the construction of the educational plan was completed, it was validated in a workshop with 15 people, a pre and post-test was applied, the size of the Cohen effect (d) caused by the workshop given to the

community in the acquisition of skills was measured. environmental issues and an environmental education manual for the sustainability of the mangrove was created. **Results.** The in-depth interview reflected a distance between the Costa Rican government system and the population, the main ecosystem services identified corresponded to the extraction of mollusks, fishing and although tourism is not currently carried out, there is great interest in implementing it in this thesis. Emphasis was placed on aspects that not only contribute educationally but also tools for these tasks, such as mangrove species and mangrove birds. At the environmental level, five species of mangroves were found, *Pelliciera rhizophorae* being the one with the highest importance value index. An equivalent of stored carbon was obtained per hectare of 78,49 Mg·ha⁻¹. Regarding the bivalves, 357 organisms were sampled, of which 18% corresponded to *Anadara similis*; 37,5% *Anadara tuberculosa*; 41,46% to *Leukoma* spp. and 3,08% *Mytella guyanensis*. By taking into account the economic valuation of carbon stocks, carbon sequestration and bivalve molluscs present in the study area, economic valuations of 9 812,63 USD·ha⁻¹; 1915, 74 USD·ha⁻¹ y 28 USD·ha⁻¹ respectively. According to the applied survey, the community has weaknesses at the level of knowledge ($p < 0,05$; $p = 0,04$) related to the mangrove and its ecosystem services, but it presents a high willingness to collaborate in the protection of the mangrove resource ($p < 0,05$; $p = 0,001$). Based on this information, it was possible to identify six general competencies, in addition to building their respective strategies such as method of inquiry, illustrations and audiovisual resources; techniques such as case discussions and analysis, activities such as brainstorming, illustrative pictures and worksheets and indicators. The latter supported by a series of contextualized educational materials, as well as audiovisual resources. Once the drafting of the Environmental Education Plan was completed, it was validated with inhabitants of the study area. Statistically, the participants had an increase in the mastery of the competencies ($p < 0,05$; $p = 0,002$; $d = 0,45$). As a product of the research process, an easy-to-apply activities manual was created that allows people to understand the relevance of mangrove ecosystem services. **Conclusions.** This research showed that the community under study needs to implement management measures, in conjunction with governmental and non-governmental institutions, that allow the recovery of mollusk populations of commercial interest for human consumption. In addition, sustainable use activities such as community tourism for educational and cultural purposes are proposed. Finally, the community showed an interest in participating in environmental education activities and in contributing to the protection of its surrounding

mangrove swamp, since progress was made during this process in the creation of a Specific Association aimed at the protection of the mangrove swamp in Chacarita.

Keywords

Community; environmental competencies; constructivism; educational strategies; ecosystem services

1. Introducción

La presente tesis doctoral se orientó hacia la elaboración de un Plan de Educación Ambiental para el distrito de Chacarita y su manglar aledaño. Este plan, es contextualizado a nivel local y basado en el modelo educativo de la Asociación Norteamericana de Educadores Ambientales (NAAEE) (Hollweg *et al.*, 2011), con el cual se pretende implementar comportamientos positivos ambientales en la comunidad.

El manglar ubicado en Chacarita, de acuerdo con el Plan de Manejo del Estero de Puntarenas y Manglares Asociados (Sistemas Nacional de Áreas de Conservación, 2018), está catalogado como área de mínima intervención humana, sin embargo, a pesar de la vulnerabilidad de este ecosistema, la comunidad aledaña a él carece de competencias a nivel educativo, que le impide empoderarse para utilizar de manera sostenible este valioso recurso. Por lo tanto, esta investigación surge a partir de tres preguntas generadoras ¿Qué tan involucrada está la comunidad de Chacarita en la conservación y aprovechamiento sostenible del manglar? ¿De qué manera se puede generar reflexión en las personas sobre el valor del manglar? y ¿Cuál podría ser una propuesta de un plan de educación ambiental que apoye la gestión y aprovechamiento racionalizado de los servicios ecosistémicos de provisionamiento y culturales en el manglar aledaño a la comunidad de Chacarita?

A nivel teórico, los manglares ofrecen una serie de servicios ecosistémicos indispensables para las personas (Godoy y Larceda, 2015; Atwood *et al.*, 2017 ; Menéndez *et al.*, 2018; Krauss y Osland, 2020; Menéndez *et al.*, 2020; Sundaramanickam *et al.*, 2021), no obstante, el uso poco sostenible (de los manglares) ha provocado no solo la disminución de su riqueza natural, sino también que las comunidades cercanas a estos bosques se vean sumidas en la pobreza, incluso llegan a tener connotaciones negativas a nivel social (Queiroz *et al.*, 2017).

En los últimos veinte años, los manglares han sufrido a nivel mundial una degradación y pérdida anual de entre 0,16 y 0,39% debido a la acción antropogénica (Queiroz *et al.*, 2017; Goldberg *et al.*, 2020). Esta pérdida extensa ha dejado manglares dañados y altamente fragmentados en muchas partes de su distribución global, provocando en estos bosques una disminución del potencial para prestar servicios ecosistémicos en el futuro (Lee *et al.*, 2014). En general, los sistemas naturales se ven afectados por el uso, decisiones, gestiones e involucramiento de las comunidades vecinas respecto a estos recursos (Raymond *et al.*, 2009; Datta, *et al.*, 2012). Costa

Rica, no se escapa a esta dinámica mundial, pues según Hernández-Blanco *et al.* (2018) la tasa de disminución de los manglares ha sido 1,3% anual desde 1980 y hasta el 2013.

Por lo tanto, se necesita una gestión de estos bosques desde varias perspectivas como la temporal (a corto y largo plazo), multidimensional (ambiental, social y económica) (Morizumi, *et al.*, 2010; Glaser *et al.*, 2012; Atwood *et al.*, 2017) y multidisciplinaria (Nicholson *et al.*, 2009); donde partamos de la comunidad como el primer eslabón en la protección de este ecosistema. Según Datta *et al.* (2012) no es nueva la idea de comunidades que interactúan con la conservación de la naturaleza, pues los pueblos indígenas lo practican desde inicios del siglo XX, con acciones como la reforestación para asegurar el suministro de recursos como madera.

Ante el panorama anterior, se requiere tomar acciones más claras, por ejemplo el diseño y la ejecución de programas de educación ambiental, que de acuerdo con Díaz *et al.* (2019), consisten en una forma de sensibilizar a las personas por medio de conocimientos. Además, estos programas incentivan valores y motivan actitudes para conseguir un manejo racional de los recursos. La educación ambiental se ha ido consolidando en las últimas décadas, como una herramienta valiosa, en tanto hace posible la formación de personas responsables y conocedoras de los efectos que generan sus acciones sobre el ambiente. Así funciona como una educación para la vida, pues influye en la formación de personas ciudadanas amantes de la biodiversidad y comprometidas con su protección, todo, abordado desde la construcción de identidades, formas de vida, cultura, costumbres y prácticas que ven en la naturaleza la fuente de un futuro sano (Carvajal *et al.*, 2023).

Los procesos de educación ambiental deben contribuir tanto con aspectos educativos como brindar datos científicos actualizados para facilitar la toma de decisiones a nivel gubernamental y no gubernamental, con el fin de construir un contexto base para establecer los planes educativos. En virtud de lo anterior, los objetivos que conforman este trabajo presumieron construir un contexto local (así se estipula en el modelo utilizado) iniciando con una línea base a nivel biológico (manglares y moluscos para consumo humano) que permitió conocer el estado actual de dichos recursos, así como conocer datos sociales por medio de la aplicación de encuestas a la comunidad de Chacarita y valoraciones económicas que permitieron sustentar el objetivo principal que correspondió a la construcción del plan educativo y con él brindar opciones de proyectos productivos sostenibles como el turismo. El plan educativo se conformó a partir de la definición de competencias que Unigarro (2017) definió como la relación armoniosa entre el conocimiento, las actitudes y las habilidades. Los participantes adquirieron estas competencias

en los procesos educativos por medio de estrategias, técnicas y actividades, hasta constituir finalmente un manual de fácil comprensión, que estará a disposición de quien desee aprender sobre los manglares.

Este estudio, incentiva a las comunidades a formar grupos comunales donde exista una permanente concientización ambiental reflejada en acciones, abre las puertas para que instituciones universitarias investiguen acerca de la producción de moluscos del género *Anadara* con fines de repoblación, y además que los facilitadores ambientales contextualicen la información de acuerdo con las características de cada población y que, por ende, los procesos educativos los enfoquen desde el constructivismo.

Finalmente, se hace un llamado a que otros investigadores, aborden temáticas de suma importancia como el impacto de la industria agrícola sobre este manglar, manejo de residuos sólidos, contaminaciones de diversas índoles, proyectos productivos, seguimiento a los planes educativos, entre muchos más que no estaban dentro de los alcances de esta investigación.

El desarrollo del presente trabajo estuvo orientado por un objetivo general y tres específicos. A continuación, se detallan:

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Evaluar los servicios ecosistémicos de provisionamiento y culturales en el manglar de Chacarita mediante parámetros biológicos, económicos y sociales que permitan la generación de una propuesta de plan de educación ambiental que apoye su gestión sostenible.

2.2. Objetivos específicos

1. Analizar el estado ambiental del manglar de Chacarita, a través del establecimiento de una línea base florística de la zona y evaluación de la salud de las poblaciones de los principales moluscos de interés comercial.
2. Determinar el valor económico de los principales servicios ecosistémicos de provisionamiento y culturales brindados por el manglar de Chacarita.
3. Proponer un plan de educación ambiental en torno al manglar de Chacarita, con base a competencias, que facilite la gestión sostenible del mismo.

3. Síntesis

La presente tesis está conformada por artículos científicos, ordenados de forma secuencial de acuerdo con los objetivos específicos establecidos. Como se indicó en la introducción, esta investigación presenta un objetivo general centrado en la construcción de un Plan de Educación Ambiental contextualizado en la comunidad de Chacarita, Puntarenas. Dentro de esta contextualización se requirió una búsqueda bibliográfica del estado del arte relacionada con los manglares y sus servicios ecosistémicos a nivel general (artículo primero: *Manglares y sus servicios ecosistémicos: hacia un desarrollo sostenible*, publicado en revista colombiana *Gestión y Ambiente*), además, dentro de esta contextualización se analizaron aspectos ambientales, económicos y sociales propios de la comunidad y que serían la base del plan educativo. Ambientalmente, por medio de visitas mensuales al manglar, se verificaron las especies de árboles de mangle presentes en el área de estudio y se midió el almacenamiento de carbono, así mismo, se realizaron colectas de moluscos bivalvos de interés comercial con el fin de analizar el estado de las poblaciones y se solicitó información sobre pesca al Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura para enriquecer el contexto (artículo segundo: *Estructura y composición de un manglar del Pacífico Central de Costa Rica: población de moluscos de interés comercial* el cual está siendo sometido a la Revista UNICIENCIA). Así mismo, se muestran las valoraciones económicas que se realizaron con base en los resultados obtenidos (carbono almacenado, moluscos bivalvos e información sobre pesca) y que corresponden al objetivo dos. Estas valoraciones económicas tienen como fin único sensibilizar hacia la protección del manglar.

A nivel social, se aplicaron encuestas a la comunidad en estudio para conocer el nivel de conocimiento y disposición hacia la protección de los servicios ecosistémicos del manglar, la información obtenida forma parte del tercer artículo *Hacia un proceso de educación ambiental no formal y contextualizado en la comunidad de Chacarita, Puntarenas, Costa Rica*, el cual fue publicado en el primer semestre del 2023 en la Revista Educación de la Universidad de Costa Rica. En este artículo se incluyen las temáticas concernientes al tercer objetivo, que está relacionado con la construcción de las competencias base del Plan de Educación Ambiental, así como el proceso de construcción de materiales educativos. El cuarto artículo, está siendo sometido a la revista Educación de la Universidad de Costa Rica, contiene información ligada al tercer objetivo, el cual se refiere al proceso de validación del Plan de Educación en Chacarita.

Estos dos últimos artículos (concernientes al objetivo tres), encierran la fundamentación educativa que sustenta el plan de educación ambiental, el cual estuvo dado por el modelo de la NAAEE, entidad de renombre mundial y líder en la creación del corpus teórico de esta disciplina y de los postulados que sustentan el paradigma educativo constructivista. Para la construcción del plan educativo, fue necesario seguir un orden jerárquico, el cual inició con la identificación de las competencias generales, paralelamente se establecieron las competencias específicas (conocimiento, habilidad, actitud), seguidamente para cada competencia general se incorporaron objetivos actitudinales que ayudaron a guiar el proceso, seguidamente se eligieron los temas a cubrir para cada competencia específica, además de los conocimientos y habilidades que respondieran a estos temas, se definió el tipo de estrategia didáctica y posteriormente la técnica didáctica a utilizar con los medios de evaluación dentro del enfoque constructivista. Como se indicó anteriormente, el plan al ser contextualizado toma en cuenta que aunque la comunidad de Chacarita presenta niveles educativos bajos el 97% sí ha recibido algún tipo de educación.

A esta tesis se adjunta un producto relevante de la investigación por su novedad, aplicabilidad y facilidad de uso. Es el primer material didáctico con estas características desarrollado en el país, se trata del Manual de Educación Ambiental *Conservemos el Manglar* enfocado en su uso sostenible, si bien es cierto, que se origina desde la experiencia de la comunidad en estudio, puede ser aplicado a otras comunidades con manglares cercanos, dado su enfoque constructivista. En este manual se incluyen las competencias generales, así como cada una de las competencias específicas, además de actividades, materiales y videos educativos. La siguiente figura muestra la secuencia metodológica descrita.

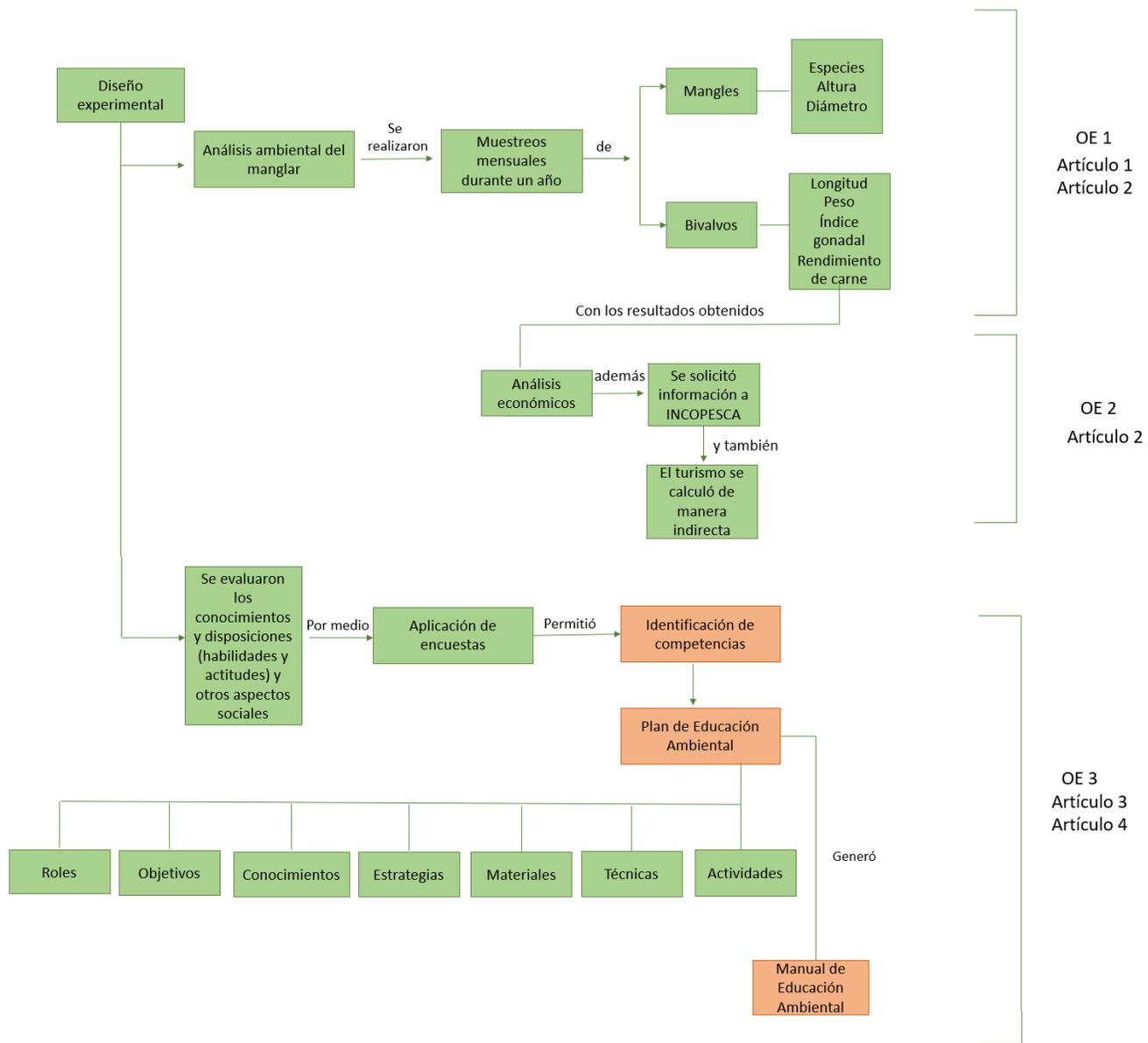


Figura 1. Síntesis y relación entre los objetivos establecidos en la investigación y los artículos.

Fuente propia de la autora.

4. Artículo 1. Manglares y sus servicios ecosistémicos: hacia un desarrollo sostenible

Mangroves and their ecosystem services: towards sustainable development

Revista Gestión y Ambiente

DOI: <https://doi.org/10.15446/ga.v22n2.80639>

Milagro Carvajal-Oses^{a, b, c}, Ángel Herrera-Ulloa^{b, c}, Benedicto Valdés-Rodríguez^{z, d}, Roel Campos-Rodríguez^e

^a Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (DOCINADE). Costa Rica. ORCID Carvajal-Oses, M.: <https://orcid.org/0000-0002-8294-9863>; ORCID Valdés-Rodríguez, B.: <https://orcid.org/0000-0002-2264-5139>

^b Parque Marino del Pacífico, Puntarenas, Costa Rica ² ORCID Herrera-Ulloa, Á.: <https://orcid.org/0000-0003-2375-2945>

^c Universidad Nacional de Costa Rica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Heredia, Costa Rica

^d Universidad Autónoma de Chiriquí, Laboratorio de aguas y servicios fisicoquímicos, David, Panamá

^e Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronegocios, Cartago, Costa Rica. ORCID Campos-Rodríguez, R.: <https://orcid.org/0000-0003-4460-2313>

Resumen

Los manglares se extienden a través de las zonas tropicales y subtropicales del planeta, se han adaptado a sobrevivir a condiciones ambientales adversas, por lo tanto, han desarrollado características de supervivencia únicas frente a suelos de alta salinidad, anaerobios, y a un entorno desafiante para la dispersión y propagación de semillas. Estos bosques ofrecen servicios ecosistémicos que han ido disminuyendo en los últimos años por factores principalmente antropogénicos y se prevé que el cambio climático también influirá negativamente; por lo tanto, se hace necesario gestionar de manera sostenible el recurso manglar con el que aún se cuenta. En el presente trabajo se realizó una búsqueda bibliográfica que recopiló información entre el período temporal 2009-2020. Se recuperaron 89 artículos científicos de buscadores académicos como Springer Link, Scielo y Dialnet. Los principales tópicos de la búsqueda contemplaron: descripción general de manglares, servicios ecosistémicos, cambio climático, áreas prioritarias de investigación, papel de educación ambiental, gestión comunitaria y perspectivas futuras. Esta revisión no tiene el propósito de contemplar todo el estado del arte del tema en discusión, sin embargo, realiza un acercamiento a la actualidad de los manglares.

Palabras clave: comunidad; carbono; restauración; gestión; servicio ecosistémico.

Abstract

Mangroves extend through the tropical and subtropical areas of the planet, they have adapted to survive adverse environmental conditions, therefore, they have developed survival characteristics against high salinity, anaerobic soils, and a challenging environment for seed dispersal and propagation. These forests offer ecosystem services that have been declining in recent years due to mainly anthropogenic factors, and climate change is also expected to influence negatively; therefore, it is necessary to sustainably manage the mangrove resource that still exists. In the present work, a bibliographic search was conducted that compiled information between the time period 2009-2020. 89 scientific articles were retrieved from academic search engines such as Springer Link, Scielo and Dialnet. The main topics of the search included: general description of mangroves, ecosystem services, climate change, priority research areas, role of environmental education, community management and future perspectives. This review is not intended to contemplate the entire state of the art of the subject under discussion, however, it does approach the actuality of mangroves.

Key words: community; carbon; restoration; management; ecosystem service

INTRODUCCIÓN

El término “manglar” viene de la palabra guaraní (del Paraguay) “mangrow” en 1610, y ha ido modificándose de acuerdo con el idioma, en inglés es “mangrove”, en francés “manglier” en Surinam “mangro” entre otros que están reportados en Nabeelah-Bibi *et al.* (2019). Los bosques de manglar son los únicos halófitos leñosos que viven en agua salada a lo largo de las zonas tropicales y subtropicales del planeta (Alongi, 2014). Se encuentra entre los ecosistemas más productivos en la Tierra y soporta a más de 80 especies de flora y 1300 especies de fauna (Datta, *et al.*, 2010; Díaz-Gaxiola, 2011; Salem y Mercer, 2012). El 79% se concentra en 19 países; dentro de los cuales Indonesia, Australia y Brasil representan casi el 40% (Beys-da-Silva, *et al.*, 2014); y el restante 21% se encuentran en 119 países (Onyena y Sam, 2020).

Su ocurrencia está influenciada por los regímenes de mareas y ciertos parámetros del agua como la salinidad (Njisuh, 2015), nutrientes e hidropериodo (Castañeda-Moya *et al.*, 2013). Estos ecosistemas costeros cubren 4% de la superficie terrestre, pero en ellos está asentada un tercio de la población mundial (Zhao *et al.*, 2016). A pesar de la riqueza de estos bosques, casualmente están asociados a poblaciones de escasos recursos económicos, donde la explotación natural ha sido alta, existen políticas débiles, escasea la seguridad social y alimentaria (Glaser *et al.*, 2012; Alongi, 2014).

Los manglares han sido frágiles ante los impactos negativos relacionados con el clima, y se cree que su resiliencia será superada para el año 2100 (Munang *et al.*, 2013) por lo que podrían desaparecer en su totalidad (Beys-da-Silva *et al.*, 2014; Spalding *et al.*, 2014). Además, reciben una gran presión antropogénica, están siendo deforestados y con ello han contribuido con el 10% del total de emisiones globales producidas por la deforestación tropical (Murdiyarso *et al.*, 2015). Se ha calculado que entre un 10 y 16% de las especies de manglares se encuentran en condición de vulnerabilidad debido a la sobreexplotación y tala selectiva (Polidoro *et al.*, 2010). Se han reportado pérdidas anuales de estos bosques en un 2% de 1980 a 1990, de un 1% desde 1990 al 2000 y actualmente se estima de 0,66% (Lewis *et al.*, 2019; Bryan-Brown *et al.*, 2020). Sumado a lo anterior, según Samper–Villarreal *et al.* (2018) a los manglares se les hace descargas de aguas servidas, ha existido cambios de uso de suelo, contaminación por industrias y uso irregular de sus servicios ecosistémicos.

Los manglares se pueden catalogar como sistemas diversos, complejos y dinámicos; por lo que la gestión de estos bosques se debe analizar desde la perspectiva multidimensional (ambiental,

social y económico), temporal (a corto y largo plazo) (Morizumi *et al.*, 2010; Glaser *et al.*, 2012; Atwood *et al.*, 2017), multidisciplinaria (Nicholson *et al.*, 2009); y se recomienda además contar con apoyo de modelos de sostenibilidad como las evaluaciones de los servicios de los ecosistemas (SE), los cuales comprenden todos los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas naturales que benefician, sostienen, apoyan el bienestar humano y evalúa la manera de utilizarlos medidamente (Tuan Vo *et al.*, 2012), por lo que la protección hacia este recurso no solo tiene repercusiones locales sino regionales y globales (Thur, 2010). El objetivo de la presente revisión es brindar información que permita incentivar la gestión y conciencia ambiental en los manglares.

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA MANGLARES

Weilhoefer (2011) definió los indicadores en humedales como una medida de los componentes del ecosistema que proporciona formas prácticas y económicas para rastrear alguna condición; existen numerosos criterios para definir un indicador ideal entre los cuales se pueden citar a) contar con una base científica, b) que respondan al estrés del ecosistema de manera predecible, c) fáciles de medir e interpretar, d) bajo costo económico y e) relevante tanto para los gestores ambientales como los responsables políticos. Los indicadores no provocan cambios de comportamiento individual por ello se puede decir que su función principal es hacer visible una problemática y priorizarla (Hák, *et al.*, 2018). En manglares se requiere el desarrollo de indicadores holísticos que involucren funciones y servicios específicos (Richards y Fries, 2015). Faridah-Hanum *et al.* (2019) reportaron en su investigación la problemática de la elección de indicadores adecuados para el manglar debido a la compleja interacción en estos ambientes; lo que ha dificultado la elección de modelos estadísticos para la correcta toma de decisiones, por ejemplo Mahoney y Bishop (2017) detectaron que el modelaje entre los indicadores utilizados por la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) no reflejaba la realidad de los manglares analizados.

También, se han encontrado limitaciones en los indicadores destinados a la restauración de los manglares, ya que la mayoría de las investigaciones se han basado principalmente en algunos métodos de evaluación de la salud ecológica del ecosistema en general y la evaluación de la calidad del agua; estos indicadores son importantes pero no los únicos para este tipo de análisis, por lo que se recomiendan también utilizar los sociales y los basados en las percepciones de los habitantes de las comunidades (Marchetti *et al.*, 2010). Apoyando lo anterior Borja *et al.* (2009) sugieren que se debería reconocer no solo la importancia de las interacciones entre las especies

del manglar, sino también los roles de los factores abióticos (parámetros ambientales) y las perspectivas sociales, económicas e institucionales.

Uno de los mayores logros de los indicadores, además de la recuperación paulatina de los ecosistemas, ha sido crear herramientas tecnológicas (programas informáticos) para agregar ciertos indicadores del manglar (microfauna, suelo, variables fisicoquímicas) que ya han sido elegidas estadísticamente. Estas herramientas han disminuido las horas hombre, el tiempo y el costo del monitoreo, en comparación con la práctica actual de verificar manualmente los datos como es el caso del volumen de stock de madera como un indicador de salud del manglar (Faridah-Hanum *et al.*, 2019). Ahora bien, a pesar de que en un manglar no exista información suficiente o es complejo obtener datos, con los modelos informáticos aún en las condiciones adversas se puede obtener resultados confiables (Marshall *et al.*, 2018).

INDICADORES AMBIENTALES

Permiten evaluar la condición de salud ecológica de los ecosistemas, entre estos indicadores se pueden mencionar la biomasa arbórea (Basuki *et al.*, 2009), invertebrados (Bartolini *et al.*, 2009; Wildsmith *et al.*, 2009), ciclos biogeoquímicos (Brito *et al.*, 2012), fitoplancton (Lugoli *et al.*, 2012), nutrientes del suelo (Mukherjee y Lal, 2014), secuestro de carbono (Zhao *et al.*, 2014), integridad abiótica (Gara y Stapanian, 2015), aves (Kosicki y Chylarecki, 2014), vegetación (Lee y Yeh, 2009; Ilbrahim *et al.*, 2015), cambios temporales en uso de suelo (Coto *et al.*, 2018) y bacterianos (Wu *et al.*, 2019).

INDICADORES SOCIALES

La sostenibilidad es una condición que mejora la vida dentro de las comunidades, se ha manifestado por un sentido de cohesión donde las personas viven, trabajan y prosperan en un entorno equitativo (Datta *et al.*, 2012). El enfoque principal de este marco es el ser humano situado dentro de su contexto social y psicológico, sus necesidades no materiales, su comprensión del bienestar y lo racional, así como los componentes emocionales de sus actitudes (James *et al.*, 2013). Este mismo autor señala algunos indicadores sociales como el valor terapéutico, valor de amenidad, valor del patrimonio, valor espiritual y valor de la existencia. Datta *et al.* (2010) identificaron otros indicadores como el espíritu cooperativo entre la comunidad, tiempo dedicado a la familia y percepciones acerca del valor al manglar, mientras que Glaser *et al.* (2010) añade la alimentación, salud y educación.

INDICADORES ECONÓMICOS

Glaser *et al.* (2010) define los indicadores económicos como los diversos usos que se aprovechan del ecosistema de manglar, que se les puede asignar un costo monetario y mencionan indicadores como el empleo, turismo y extracción (pesca, miel y moluscos). Este tema será evaluado en el siguiente subtema de los SE.

INDICADORES DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS-SE

Los servicios de los ecosistemas se proporcionan en sistemas socio-ecológicos complejos e interconectados, se caracterizan por tener factores determinantes que interactúan entre sí a nivel biofísico y social (Tanner *et al.*, 2019). Los SE han permitido no solo evaluar económicamente los recursos, sino que también ser fuentes de información para los tomadores de decisiones y no deben confundirse con otros tipos de indicadores pues estos específicamente hacen referencia a beneficios para la comunidad, y no a procesos biológicos como la distribución, abundancia y sobrevivencia de especies (Olander *et al.*, 2018).

Otros de los indicadores, dentro de este apartado de los SE, que se pueden mencionar están los de protección (contra desastres naturales, inundaciones y marejadas ciclónicas, así como aumento del nivel del mar, intrusión salina y erosión) (Barbier, 2016), fijación de dióxido de carbono (Mcleod *et al.*, 2011), criaderos de organismos marinos, capturadores de sedimentos, recicladores de nutrientes, además de brindar bienes comerciales como madera, alimentos, medicamentos (Datta *et al.*, 2012; Salem y Mercer, 2012) y otros intangibles a nivel cultural como religiosos, educativos, diseños artísticos, apreciación e inspiración (Balvanera *et al.*, 2012; Marlianingrum *et al.*, 2019). Según Marlianingrum *et al.* (2019), los SE pueden dividirse en cuatro grupos: de aprovisionamiento, de apoyo, de regulación y culturales (Figura 2).



Figura 2. Clasificación según Marlianingrum *et al.* (2019) de los servicios ecosistémicos en manglares y algunos ejemplos.

Fuente: elaboración propia de la autora.

Los valores económicos de los SE, pueden medirse ya sea por precio directo (USD) en el mercado PM (madera o productos pesqueros) o por valoración indirecta como el valor de contingencia en el mercado VCM (por medio de encuestas de percepción que permiten determinar cuánto están dispuestos a pagar las personas de la comunidad por esos servicios), valor de reemplazo RCM (cuánto costaría reemplazar ese bien natural por alguna opción que exista en el mercado) o valor por costo de viaje CTM (gastos económicos generados a la población cuando realiza actividades turísticas) (Salem y Mercer, 2012) (Tabla 1).

Tabla 1. Ejemplos de indicadores de servicios ecosistémicos y su tipo de valoración económica.

Indicadores	Servicios económicos que representa	Tipo de valoración	Método utilizado
Control de inundación.	Protección del suelo.	Uso indirecto	RCM
Protección de tormentas.	Protección de tormentas.	Uso indirecto	RCM
Mantenimiento calidad de agua.	Mejora de calidad de agua.	Uso indirecto	VCM
	Depósito de sedimentos.	Uso indirecto	RCM
Criadero de peces.	Pesca comercial.	Uso directo	PM
	Pesca recreacional.	Uso directo	CTM
	Obtención de materia prima.	Uso directo	PM
Biodiversidad.	Apreciación de la biodiversidad.	No uso	VCM
Secuestro de carbono.	Reduce calentamiento global.	Uso indirecto	RCM
Medio natural.	Turismo.	Uso directo	VCM

Fuente: adaptado de Salem y Mercer (2012)

Servicios Ecosistémicos a nivel mundial

Los manglares en el mundo se estiman en 19,9 millones de hectáreas, de los cuales el mayor porcentaje se ubica en Asia (42%) y de esta cifra entre el 18 a 23% está localizado en el Archipiélago de Indonesia (Marlianingrum *et al.*, 2019; Sarker *et al.*, 2016) (Tabla 2), en el cual el valor de sus SE por hectárea de manglar oscila entre 239 USD y 4 185 USD, y se espera que para el 2 050 sus beneficios alcancen 2,2 billones anuales USD (Brander *et al.*, 2012).

En cuanto a los manglares africanos (20%) estos se extienden en ambas costas del continente (algunos se localizan en Papúa Nueva Guinea con 6 236 km², Gabón con 3 864 Km², Mozambique con 2 658 km² y Camerún con 1 323 km²) y su principal servicio ecosistémico reportado en la literatura corresponde a la leña (Vegt *et al.*, 2014; Nabeelah-Bibi *et al.*, 2019). En Oceanía (7,3%) existe una barrera de manglares (Australia) que se ha caracterizado por su

constante cambio de suelo para fines agrícolas y ha generado preocupación (Butler *et al.*, 2013). América cuenta con un 26% de los manglares del mundo que se han caracterizado por ser biogeográficamente aptos para el desarrollo de recursos marinos de muy alta productividad, donde estos ecosistemas han apoyado a la pesquería de la región y son Patrimonios Mundiales (Balnavera *et al.*, 2012; López-Angarita *et al.*, 2016) (Figura 3 y Tabla 2). A pesar de que, en América Latina los manglares son protegidos con políticas internacionales como las Convenciones Ramsar de humedales y a nivel regional se han establecido estrategias de manejo y planes de gestión (López-Angarita *et al.*, 2016; Richards y Friess, 2016) las pérdidas de parches registradas hasta el 2005 han sido inminentes en países como Brasil (-50%), México (-36%), Cuba (-24%), Venezuela (-18 %), Colombia (-11%), Panamá (-8%) y Ecuador (-8%) (Basha, 2018).



Figura 3. Distribución de los principales manglares del Pacífico oriental a lo largo de América Latina.

Fuente: modificado de López-Angarita *et al.* (2016).

Tabla 2. Regiones del mundo con su respectiva área, porcentaje a nivel global y número de especies de mangle según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático.

Región	Área (km ²)	Porcentaje global	Especies
África	2 770 609,1	20,1	14
Asia	5 776 173,4	41,9	55
Australia y Nueva Zelanda	1 009 713,4	7,3	36 (1 Nueva Zelanda)
América Central y Caribe	1 787 705,1	13,0	11
Medio Oriente	33 770, 9	0,3	2
América del Norte	252 284,7	1,8	4
Pacífico	623 755,1	4,5	35
América del Sur	1 522 620	11,1	11

Fuente: IPCC (2013, 2014).

El principal SE evaluado y estudiado a nivel mundial es el relacionado con las pesquerías y seguido por el aprovechamiento forestal (Figura 4), numéricamente esto representa en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$: 539 de mariscos, 146 de camarones, 5 140 de madera y un secuestro de carbono de 5,27 Mg de carbono $\text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ (Salem y Mercer, 2012). No obstante, los datos tienden a ser sesgados, pues a pesar de que África representa 20% de los manglares del mundo al 2014 solo el 7% de la investigación en SE correspondía a esta región (Vegh *et al.*, 2014).

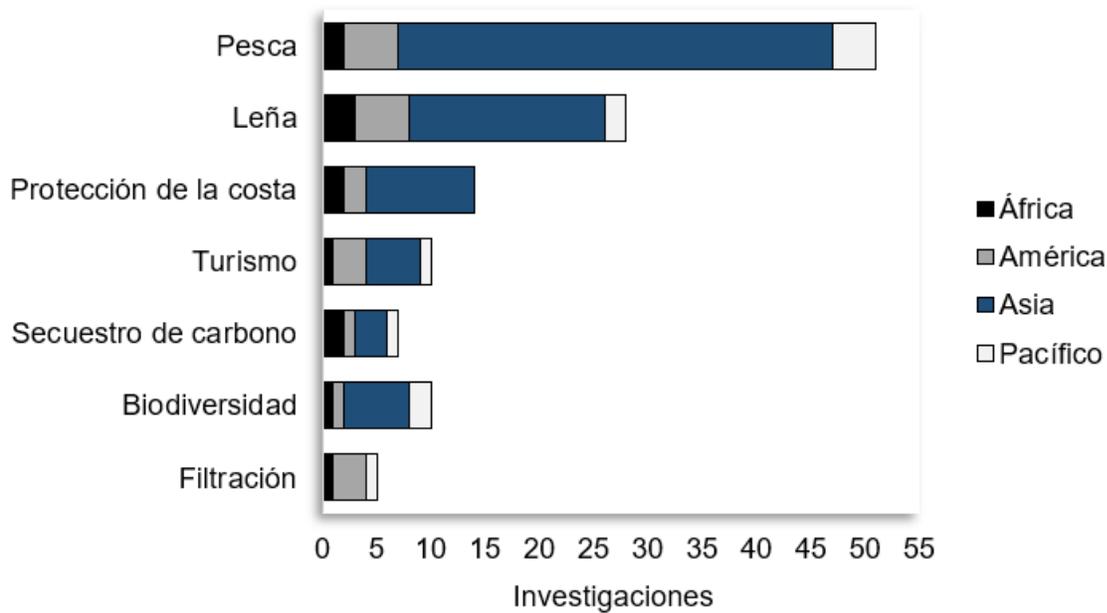


Figura 4. Investigaciones por servicio ecosistémico y continente.

Fuente: Vejt *et al.* (2014).

EFFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO HACIA EL MANGLAR

Los efectos del Cambio Climático sobre la biota y los ecosistemas han sido a nivel global, en el caso de los manglares son especialmente afectados por su fragilidad y ubicación lo que los hace susceptibles a estos cambios (Takahashi y Martínez, 2015). Este fenómeno intensifica los peligros costeros e impone desafíos importantes en las regiones costeras, que al estar ubicadas en zonas de baja elevación son vulnerables al aumento del nivel del mar e inundaciones extremas, perdiendo así la capacidad de recuperación (Beys-da-Silva *et al.*, 2014; Spalding *et al.*, 2014). En las últimas décadas, el nivel del mar ha incrementado $3,2 \text{ mm} \cdot \text{año}^{-1}$; pero se prevé que antes del año 2100 (Tabla 3) haya aumentado entre 0,28 y 0,98 m (Ward *et al.*, 2016). Además, podrían verse afectados por la acidificación del océano, aumento de las temperaturas, alteración en los patrones de precipitación, cambios en la frecuencia e intensidad de las tormentas costeras y variaciones de salinidad (Mehvar *et al.*, 2019). El deterioro del manglar significaría cerca de 200 000 USD a 900 000 USD millones en pérdidas por todos los servicios ecosistémicos que se dejarían de aprovechar (Powell *et al.*, 2019). Algunas de las opciones de adaptación ante este Cambio Climático son la diversificación de las especies objetivo en la pesca,

la acuicultura, el ecoturismo, la deforestación y búsqueda de nuevas opciones de productos para extraer (Huxham *et al.*, 2017). Los estudios sobre resiliencia climática han aumentado en los últimos años y se están considerando cada vez más en prácticas relacionadas con la protección, restauración y gestión costera (Fisichelli *et al.*, 2016). La Tabla 3 describe las variaciones esperadas por área geográfica debido al Cambio Climático para el año 2100.

Tabla 3. Regiones del mundo y posibles consecuencias del Cambio Climático al 2100 según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático.

Región	Tasa de crecimiento del nivel del mar (m)	Incremento de temperatura	Cambio en la precipitación	Incremento de ciclones
África	1,1-3,8	Muy probable	Muy probable (+ Este y Sur) (-Oeste)	Sin señales de cambio
Asia	2,0-5,4	Muy probable	Muy probable (+)	Probable
Australia y Nueva Zelanda	2,0-3,8	Muy probable	Muy probable (+)	Probable
América Central y Caribe	1-2,5	Muy probable	Muy probable disminución en la época lluviosa	Probable
Medio Oriente	2,2-3,3	Muy probable	Probable	Sin señales de cambio
América del Norte	3,0-5,1	Muy probable	Muy probable (-)	Probable
Pacífico	1,4-2,0	Muy probable	Muy probable (+)	Probable
América del Sur	2-3,5	Muy probable	Muy probable (+ Oeste y Sur Este)	Probable

Fuente: IPCC (2013, 2014)

ÁREAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACIÓN EN MANGLARES

Las investigaciones en manglares se han enfocado en indicadores como los son la biomasa, la productividad, los propágulos, la estructura forestal y en menor medida aspectos sociales (Cortés *et al.*, 2010). En la actualidad, se han utilizado técnicas más especializadas como la utilización de isótopos para evaluar si las fuentes de carbono presentes en las hojas de los manglares provienen de fuentes naturales o son producto de la contaminación, logrando así dar un diagnóstico del estado de salud del ecosistema (Samper-Villarreal *et al.*, 2018). En este mismo campo Ward *et al.* (2016) analizaron el Cambio Climático por medio de los radionúclidos horizontales (^{137}Cs) de las hojas. O'Mullan *et al.* (2019) recomendaron utilizar indicadores genéticos basados en las bacterias fecales de los sedimentos para aquellos manglares asentados cerca de áreas urbanas.

Otra manera de evaluar el estado ambiental pero basado en la fauna se recomiendan estudios en invertebrados como cangrejos (Faridah-Hanum *et al.*, 2019) o moluscos (Syahrial *et al.*, 2019) pues son indicadores antropogénicos. También se han utilizado los Sistemas de Información Geográfica y sensores remotos para trabajar con indicadores de cambio de paisaje (Coto *et al.*, 2018). Marshall *et al.* (2018) determinaron que la teledetección satelital combinada con la derivación de modelos en ecosistemas proporciona una manera de estructurar los esfuerzos para la elección de mejores y más adecuados indicadores, que brinden más información certera, así como oportunidades para superar desafíos en ecosistemas relativamente pobres en datos. Faridah-Hanum *et al.* (2019) implementaron un programa informático basado en estadísticas para la elección de indicadores de mayor relevancia en los estudios de manglares; lo que ha permitido reducir la mano de obra, el tiempo y el costo en el monitoreo.

Finalmente, se requiere a nivel investigativo a) análisis económicos del valor de los SE en ecosistemas estuarinos y costeros en general, sobre todo en África y las islas del Caribe americano (Vegh *et al.*, 2014); b) propuestas de mejoras a nivel jurídico que faciliten la gestión en estos ecosistemas; c) mejor control y regulación de las actividades económicas destructivas; d) opciones para la restauración ecológica (Barbier *et al.*, 2011) y e) en nichos tecnológicos como los son nuevas moléculas para medicamentos, así como en el campo de la biotecnología, agricultura, alimentación y productos alternativos a partir de nuevas enzimas como en la producción de biocombustibles (Beys-da-Silva *et al.*, 2014).

REALIDAD DE LA GESTIÓN COMUNITARIA EN LOS MANGLARES

La estrategia sostenible en el manejo de manglares ha empoderado a las personas de comunidades costeras de escasos recursos, permitiendo así mejorar el nivel de educación, incentivando un mayor involucramiento de la población en la preparación; planificación y ejecución de su manejo; y además con apoyo del gobierno local muchas comunidades han logrado establecer sus propios proyectos económicos (moluscos, miel, pesca) pero sin dejar de lado la protección del recurso (Glaser *et al.*, 2010; Kibria *et al.*, 2018).

Cuando se considera la protección de los servicios ecosistémicos para las personas, sin importar los servicios relevantes para el Cambio Climático y el ambiente en general; los procesos de la gestión pueden resultar caros, sobre todo cuando se limitan las cuotas de extracción en comparación a otros años (de moluscos, peces o madera), particularmente esto se da en los países en desarrollo donde los salarios son bajos (Chow, 2017), lo que impide muchas veces que los pobladores prefieran conservar y utilizar racionalmente.

Desafortunadamente, en muchos países donde los manglares están amenazados, sus servicios ecosistémicos no se toman en cuenta para las decisiones individuales a nivel país con respecto a su mejor uso, más bien han sido devaluados (Tuan Vo *et al.*, 2013). Tal es el caso de Centroamérica y el Caribe donde se ha estimado ocurrirá la mayor pérdida de especies de mangle a nivel mundial (Record *et al.*, 2013). Sin embargo, en otros casos con el afán de generar trabajo y protección ambiental se han desarrollado proyectos de rehabilitación y restauración donde se ha seleccionado de manera equívoca tanto el sitio, la especie a sembrar y las técnicas de siembra (Thivakaran, 2017). Ha faltado una adecuada capacitación de profesionales en estrategias adaptativas de plantación, intercambio de información, capacidad de carga y por lo tanto son necesarias investigaciones adicionales para que los proyectos de manglares faciliten el desarrollo local de la zona costera (Chow, 2017). Como el bienestar socioeconómico de las comunidades es dependiente de los servicios que brindan los recursos naturales (Mehvar *et al.*, 2018), es requerido tener una buena comprensión del potencial de los impactos del Cambio Climático y de los antropogénicos sobre los SE (Mehvar *et al.*, 2019) facilitando la implementación de políticas protectoras, equitativas y que permitan una mejor calidad de vida a las poblaciones. En la siguiente figura se resumen algunas medidas exitosas que se han desarrollado en países como Tailandia para fortalecer el manejo comunitario de los manglares.

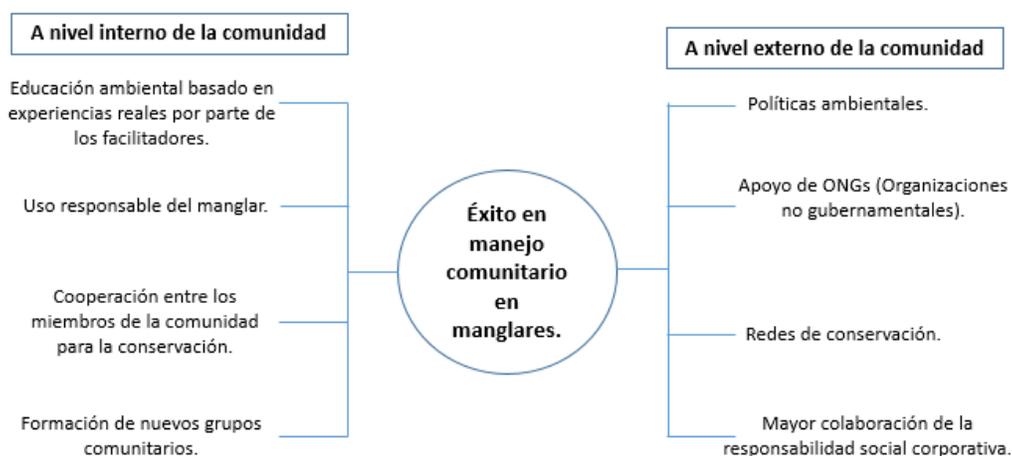


Figura 5. Medidas exitosas del manejo comunitario en manglares.

Fuente: elaboración propia de la autora basado en Kongkeaw *et al.* (2019).

PAPEL DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA CONSERVACIÓN DEL MANGLAR

Implementar la educación ambiental (EA) en las comunidades aledañas a los manglares permite generar actitudes positivas hacia el medio ambiente, incluso pueden ser medidas de manera tangible. Moreira (2016) en su investigación en comunidades rurales de Costa Rica utilizó el modelo de EA de la NAAEE (Asociación Norteamericana de Educadores Ambientales) (Hollweg *et al.*, 2011), para demostrar que las comunidades cuando presentan disposición a generar cambios positivos en su comportamiento ambiental, aunque su conocimiento sobre el recurso sea mínimo, pueden generar mejores actitudes hacia la conservación. De acuerdo a Sugandini *et al.* (2017), para desarrollar la EA en poblados con manglares aledaños se debe considerar el conocimiento ambiental pues entre mayor conocimiento mayor posibilidad de desarrollar actitudes más responsables; por ello el modelo de la NAAEE (Figura 6) basado en: el contexto de cada comunidad, el conocimiento, disposición hacia el medio ambiente y el desarrollo de las competencias; permite que los ciudadanos se “apropien” del manglar y de todos sus SE con el fin de conservarlos y utilizarlos pero de manera responsable. Otros modelos utilizados que toman en cuenta solo el conocimiento se encuentran explicados en Kigpiboon (2013) y Sigit *et al.* (2019).

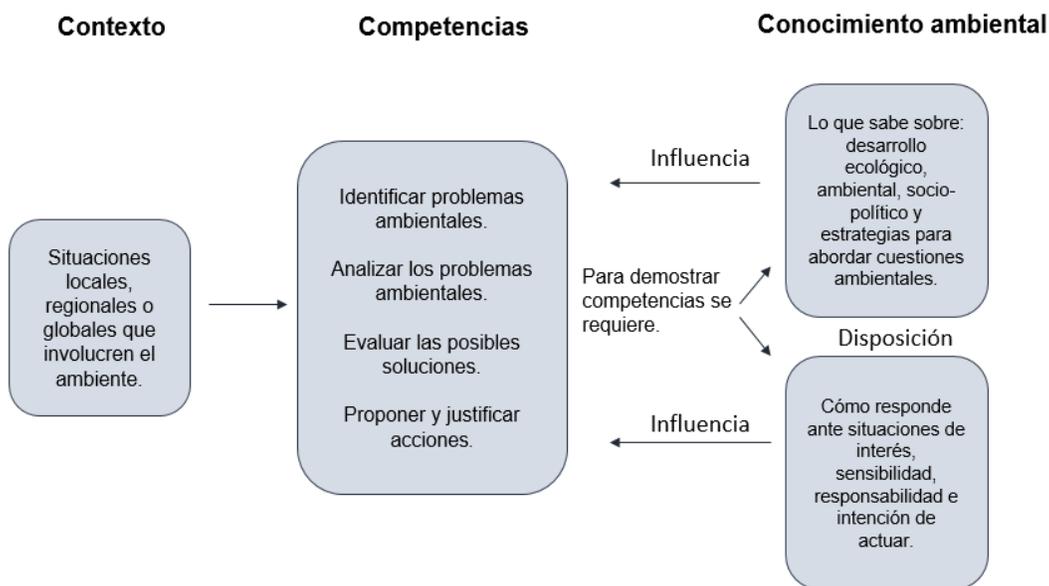


Figura 6. Componentes sobre educación ambiental por la Asociación Norteamericana de Educadores Ambientales.

Fuente Hollweg *et al.* (2011).

PERSPECTIVAS FUTURAS

En controversia con autores como Marlianingrum *et al.* (2019) que consideran que la conservación de manglares en los próximos años será motivada por las ganancias económicas que se obtengan de ellos; no se puede dejar de lado el manejo holístico basado en las dimensiones ecológicas, sociales y económicas (Yáñez-Arancibia *et al.*, 2010). Autores como Kusmana (2015) y Vande-Velde *et al.* (2019) recomiendan tener en cuenta en su gestión aspectos como a) la existencia de consideraciones técnicas a la hora de establecer planes regulatorios basados en su aprovechamiento sostenible; b) la colaboración equitativa y armoniosa entre las partes interesadas (gobierno, sector privado, comunidad); c) los científicos no pueden centrarse en la única idea de conservar sin tomar en cuenta los poblados que requieren de los SE de los manglares pues estudios han demostrado fracasos en proyectos de este tipo donde la dicotomía naturaleza y pobreza estuvo presente (Soulé, 2013; Miller *et al.*, 2014; Marvier, 2014); d) las prácticas de manejo forestal del mangle deben construirse a partir de las necesidades de las comunidades y tomando en cuenta todo el ecosistema marino del que

forma parte (arrecifes coralinos, pastos o estuarios) y e) finalmente, como los manglares están significativamente influenciados por el proceso natural y actividades humanas procedentes de tierras altas es necesario contar con prácticas de manejo desde las cuencas hidrográficas.

Los aspectos señalados son apoyados por Eppinga *et al.* (2019) quienes señalan la importancia del involucramiento comunitario por medio de la educación ambiental, y el desarrollo de políticas de conservación más amplias que motiven a las personas a cuidar de la naturaleza y movilizarlos para actuar sobre esa creencia. Según Glaser *et al.* (2012), aún la educación y concientización no han sido suficientes para que las personas comprendan que proteger el manglar va más allá de los límites de un país, es una acción por el Cambio Climático y su propia sobrevivencia.

CONCLUSIONES

La gestión sostenible de los manglares podría convertirse en un tema prioritario dentro de la agenda mundial en los próximos años, sobre todo, si tomamos en cuenta que siguen diezmándose por actividades antropogénicas y a futuro cercano serán afectados por el Cambio Climático. Con la presente revisión se evidencia la necesidad de incorporar los servicios ecosistémicos, así como de otros indicadores de sostenibilidad en la toma de decisiones y en la forma en que se percibe los problemas actuales, futuros y en la formulación de soluciones. Si bien es cierto, se requiere profundizar en la investigación en estos bosques (genética, ecología, Cambio Climático, entre otros) para generar concientización ambiental, serán los esfuerzos en educación ambiental la principal herramienta para lograr interiorizar en la población la dependencia hacia los recursos naturales, pues de ellos se obtienen servicios necesarios para la vida. La principal gestión en estos ecosistemas inicia dentro de las comunidades, por lo tanto, se debe adoptar una visión integral que contengan las tres funciones socioeconómicas principales a) la generación de ingresos; b) el alivio de la pobreza y c) la provisión de seguridad alimentaria rural. Sumado a lo anterior, la formación de redes tanto nacionales como internacionales facilitan unir esfuerzos y compartir información en temas comunes, lo que apoya el trabajo realizado de una manera holística. La siguiente figura resume, de acuerdo con la información recolectada en el presente trabajo, la sostenibilidad en el manglar.

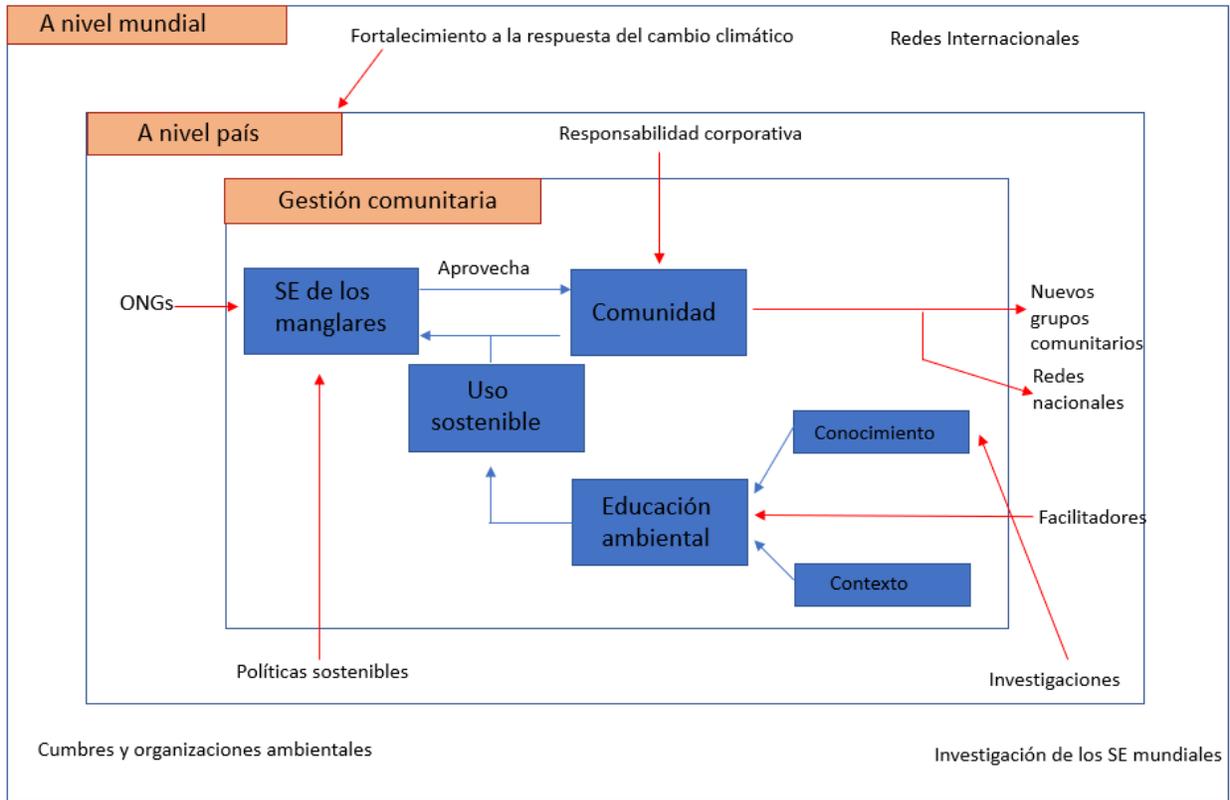


Figura 7. Modelo sostenible de los SE en manglares, de acuerdo con la información mostrada en el presente trabajo.

Fuente: elaboración propia de la autora.

REFERENCIAS

- Alongi, D. (2014). Carbon sequestration in mangrove forests. *Carbon Manag.*, 3(3), 313-322. <https://doi.org/10.4155/cmt.12.20>
- Atwood, T., Connolly, R., Almahasheer, H., Carnell, P., Duarte, C., Ewers Lewis, C., ... y Lovelock, C. (2017). Global patterns in mangrove soil carbon stocks and losses. *Nat. Clim. Change*, 7(7), 523-528. <https://doi.org/10.1038/nclimate3326>
- Balvanera, P., Uriarte, M., Almeida-Leñero, L., Altesor, A., DeClerck, F., Gardner, T., ... y Peñá-Claros, M. (2012). Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. *Ecosyst. Serv.*, 2, 56-70. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.09.006>
- Barbier, E. (2016). The protective service of mangrove ecosystems: A review of valuation methods Marine Pollution Bulletin special issue: "Turning the tide on mangrove loss". *Mar. Pollut. Bull.*, 109(2), 676-681. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.01.033>
- Barbier, E., Hacker, S., Kennedy, C., Koch, E., Stier, A. y Silliman, B. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecol. Monogr.*, 81(2), 169-193. <https://doi.org/10.1890/10-1510.1>
- Bartolini, F., Penha-Lopes, G., Limbu, S., Paula, J. y Cannicci, S. (2009). Behavioural responses of the mangrove fiddler crabs (*Uca annulipes* and *U. inversa*) to urban sewage loadings: results of a mesocosm approach. *Mar. Pollut. Bull.* 58(12), 1860-1867. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.07.019>
- Basha, S. (2018). An overview on global mangroves distribution. *Indian J. Mar. Geo-Mar. Sci.*, 47(4), 766-772.
- Basuki, T., van Laake, P., Skidmore, A. y Hussin, A. (2009). Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forests. *Forrest Ecol. Manag.*, 257(8), 1684-1694. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.027>
- Beys-da-Silva, W., Santi, L. y Guimaraes, J. (2014). Mangroves: A threatened ecosystem under-utilized as a resource for scientific research. *J. Sustain. Dev.*, 7(5), 40-51. <https://doi.org/10.5539/jsd.v7n5p40>
- Borja, A., Bricker, S., Dauer, D., Demetriades, N., Ferreira, J., Forbes, A., Hutching, P., Jia, X., Marques, J. y Zhu, C. (2009). Ecological integrity assessment, ecosystem-based

- approach, and integrative methodologies: Are these concepts equivalent? *Mar. Pollut. Bull.*, 58, 457-458. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.12.003>
- Brander, L., Wagtendonk, A., Hussain, S., McVittie, A., Verburg, P., de Groot, R. y van der Ploeg, S. (2012). Ecosystem service values for mangroves in Southeast Asia: A meta-analysis and value transfer application. *Ecosyst. Serv.*, 1(1), 62-69. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.06.003>
- Brito, A., Newton, A., Tett, P. y Fernández, T. (2012). Changes in the yield of microphytobenthic chlorophyll from nutrients: considering denitrification. *Ecol. Indic.*, 19, 226-230. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.07.026>
- Bryan-Brown, D., Connolly, R., Richards, D., Adame, F., Friess, D. y Brown, C. (2020). Global trends in mangrove forest fragmentation. *Sci. Rep.*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63880-1>
- Butler, J., Wong, G., Metcalfe, D., Honzák, M., Pert, P., Rao, N., ... y Brodiee, J. (2013). An analysis of trade-offs between multiple ecosystem services and stakeholders linked to land use and water quality management in the Great Barrier Reef, Australia. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 180, 176-191. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.08.017>
- Castañeda-Moya, E., Twilley, R. y Rivera-Monroy, V. (2013). Allocation of biomass and net primary productivity of mangrove forests along environmental Gradients in the Florida Coastal Everglades, USA. *Forest Ecol. Manag.*, 307, 226-241. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.07.011>
- Chow, J. (2017). Mangrove management for climate change adaptation and sustainable development in coastal zones. *J. Sustain. Forest.*, 37(2), 1-41. <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1339615>
- Cortés, J., Fonseca, A., Nivia-Ruíz, J., Nielsen-Muñoz, V., Samper-Villarreal, J., Salas, E., Martínez, S. y Zamora-Trejos, P. (2010). Monitoring coral reefs, seagrasses and mangroves in Costa Rica (CARICOMP). *Rev. Biol. Trop.*, 58(3), 1-22.
- Coto, I., Carvajal, M., Campos, R. y Steller, P. (2018). Propuesta para una Delimitación Geográfica Integral del Manglar de Nosara, Guanacaste, Costa Rica. *Rev. Geogr. Am. Cent.*, 2(61), 28-313. <https://doi.org/10.15359/rgac.61-2.11>

- Datta, D., Chattopadyay, R. y Guha, P. (2012). Community based mangrove management: A review on status and sustainability. *J. Environ. Manag.*, 107(30), 84-95. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.04.013>
- Datta, D., Guha, P. y Chattopadhyay, R. (2010). Application of criteria and indicators in community based sustainable mangrove management in the Sunderbans. *India. Ocean Coast. Manag.*, 53, 468-477. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2010.06.007>
- Díaz-Gaxiola, J. (2011). Una revisión sobre los manglares: Características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: caso sistema lagunar de Topolobampo. *Ra Ximhai*, 355-370. <https://doi.org/10.35197/rx.07.03.2011.05.jd>
- Eppinga, M., Scisciolo, T. y Mijts, E. (2019). Environmental science education in a small island state: integrating theory and local experience. *Environ. Educ. Res.*, 25, 1004-1018. <https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1552248>
- Faridah-Hanuma, I., Yusoffb, M., Fitriantoc, A., Ainuddina, N., Gandasecaa, S., Zaitone, S., ... y Harun, N. (2019). Development of a comprehensive mangrove quality index (MQI) in Matang Mangrove: Assessing mangrove ecosystem health. *Ecol. Indic.*, 112, 113-117. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.02.030>
- Fisichelli, M., Schuurman, G. y Hawking, C. (2016). Is resilience maladaptive towards an accurate lexicon for climate change adaptation. *Environ. Manag.*, 57(4), 753-758. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0650-6>
- Gara, B. y Stapanian, M. (2015). A candidate vegetation index of biological integrity based on species dominance and habitat fidelity. *Ecol. Indic.*, 50, 225-232. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.10.029>
- Glaser, P., Christie, P., Diele, K., Dsikowitzky, L., Ferse, S., Nordhaus, I., Schlüter, A., Schwerdtner, K. y Wild, C. (2012). Measuring and understanding sustainability-enhancing processes in tropical coastal and marine social–ecological systems. *Curr. Opin. Env. Sust.* 4(3),300-308. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.05.004>
- Glaser, M., Krause, G., Oliveira, R. y Fontalvo-Herazo, M. (2010). Mangroves and people: A social-ecological system. En: Saint-Paul, U., Schneider, H. (Eds), *Mangrove dynamics*

- and management in North Brazil, Ecological Studies (Analysis and Synthesis)*. Springer, Berlin, Alemania. pp. 307-351. https://doi.org/10.1007/978-3-642-13457-9_21
- Hák, T., Janoušková, S., Moldan, B. y Dahl, B. (2018). Closing the sustainability gap: 30 years after “Our Common Future”, society lacks meaningful stories and relevant indicators to make the right decisions and build public support. *Ecol. Indic.*, 87, 193-195. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.12.017>
- Hollweg, K., Taylor, J., Bybee, R., Marcinkowski, T., McBeth, W. y Zoido, P. (2011). *Developing a framework for assessing environmental literacy*. North American Association for Environmental Education, Washington, DC.
- Huxham, M., Dencer-Brown, A., Diele, K., Kathiresan, K., Nagelkerken, I. y Wanjiru, C. (2017). Mangroves and people: local ecosystem services in a changing climate. En: Rivera-Monroy, V., Lee, S., Kristensen, E., Twilley, R. (Eds.), *Mangrove ecosystem: A global biogeographic perspective*. Springer, Cham, Alemania. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62206-4_8
- Ibrahim, N., Mustapha, M., Lihan, T. y Mazlan, A. (2015). Mapping mangrove changes in the Matang Mangrove Forest using multi temporal satellite imageries. *Ocean Coast. Manag.*, 114, 64-76. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.06.005>
- IPCC. (2013). *Climate change 2013: the physical science basis*. Cambridge University Press, New York, NY.
- IPCC. (2014). *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability*. Cambridge University Press, New York, NY.
- James, G., Adegoke, J., Osagie, S., Ekechukwu, S., Nwilo, P. y Akiyede, Y. (2013). Social valuation of mangrove in the Niger Delta region of Nigeria. *Int. J. Sci. Ecosyst. Serv. Manag.*, 9(4), 311-323. <https://doi.org/10.1080/21513732.2013.842611>
- Kibria, A., Constanza, R., Groves, C. y Behie, A. (2018). The interaction between livelihood capitals and access to local communities to the forest provisioning services of the sundabas mangroves forest, Bangladesh. *Ecosist. Serv.*, 38, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.05.003>

- Kigpiboon, C. (2013). The development of participated environmental education model for sustainable mangrove forest management on Eastern part of Thailand. *Int. J. Sust. Dev. World Policy*, 2(3), 33-49.
- Kongkeaw, C., Kittitornkool, J., Vandergeest, P. y Kittiwatanawong, K. (2019). Explaining success in community based mangrove management: Four coastal communities along the Andaman Sea Thailand. *Ocean & Coastal Management*, 178, 104822. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104822>
- Kosicki, J. y Chylarecki, P. (2014). The Hooded Crow *Corvus cornix* density as a predictor of wetland bird species richness on a large geographical scale in Poland. *Ecol. Indic.*, 38, 50-60. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.10.032>
- Kusmana, C. (2015). Integrated sustainable mangrove forest management. *J. Pengelolaan sumberd alam lingkung*, 5(1), 1-6. <https://doi.org/10.19081/jpsl.2015.5.1.1>
- Lee, T. y Yeh, H. (2009). Applying remote sensing technique to monitor shifting wetland vegetation: a case study of Danshui river estuary mangrove communities Taiwan. *Ecol. Eng.*, 35, 487-496. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.01.007>
- Lewis, R., Brown, B. y Flynn, L. (2019). Methods and criteria for successful mangrove forest rehabilitation. En: Gerardo, M., Perillo, E., Wolanski, D., Cahoon, C., Hopkinson, C. (Eds.), *Coastal wetlands*. Elsevier, Amsterdam, Países Bajos. pp. 863-887. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63893-9.00024-1>
- López-Angarita, J., Roberts, C., Tilley, A., Hawkins, J. y Cooke, R. (2016). Mangroves and people: Lessons from a history of use and abuse in four Latin American countries. *Forest Ecol. Manag.*, 368, 151-162. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.020>
- Lugoli, F., Garmendia, M., Lehtinen, S., Kauppila, P., Moncheva, S., Revilla, M. y Basset, A. (2012). Application of a new multi-metric phytoplankton index to the assessment of ecological status in marine and transitional waters. *Ecol. Indic.*, 23, 338-355. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.030>
- Mahoney, P. y Bishop, M. (2017). Assessing risk of estuarine ecosystem collapse. *Ocean Coast. Manag.*, 140, 46-58. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.02.021>

- Marchetti, M., Garr, M. y Smith, A. (2010). Evaluating wetland restoration success using aquatic macroinvertebrate assemblages in the Sacramento Valley, California. *Restor. Ecol.*, 18, 457-466. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2008.00468.x>
- Marlianingrum, P., Kusumastanto, T., Adrianto, L. y Faturudin, A. (2019). Economic analysis of management option for sustainable mangrove ecosystem in Tangerang District, Banten Province, Indonesia. *J. Sust. Dev.*, 241, 1-9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/241/1/012026>
- Marshall, A., Böhne, S., Bland, L. y Petteorelli, N. (2018). Assessing ecosystem collapse risk in ecosystems dominated by foundation species: the case of fringe mangroves. *Ecol. Indic.*, 91, 128-137. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.076>
- Marvier, M. (2014). New conservation is true conservation. *Conserv. Biol.*, 28(1), 1-3. <https://doi.org/10.1111/cobi.12206>
- Mcleod, E., Chmura, L., Bouillon, S., Salm, R., Bjork, M., Duarte, C. y Siliman, B. (2011). A blueprint for blue carbon: Toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Front. Ecol. Environ.*, 9(10), 552-560. <https://doi.org/10.1890/110004>
- Mehvar, S., Filatova, T., Syukri, I., Dastgheib, A. y Ranasinghe, R. (2018). Developing a framework to quantify potential Sea level rise-driven environmental losses: a case study in Semarang coastal area, Indonesia. *Environ. Sci. Pollut.*, 89, 216-230. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.06.019>
- Mehvar, S., Filatova, T., Syukri, I., Dastgheib, A. y Ranasinghe, R. (2019). Climate change-driven losses in ecosystem services of coastal wetlands: A case study in the West coast of Bangladesh. *Ocean Coast. Manag.*, 169, 273-283. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.12.009>
- Miller, B., Soulé, M. y Terborgh, J. (2014). “New conservation” or surrender to development? *Anim. Conserv.*, 17(6), 509-515. <https://doi.org/10.1111/acv.12127>
- Moreira, C. (2016). Plan de educación por competencias para la conservación del recurso hídrico en comunidades de la Cuenca del Río San Carlos, Costa Rica. Tesis de Doctorado. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

- Morizumi, Y., Matsuri, N. y Hondo, H. (2010). Simplified life cycle sustainability assessment of mangrove management: a case of plantation on wastelands in Thailand. *J. Clean. Product.*, 18 (16-17), 1629-1638. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.07.017>
- Mukherjee, A. y Lal, R. (2014). Comparison of Soil Quality Index using three methods. *PLoS ONE*, 9(8), 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105981>
- Munang, R., Thiaw, I., Alverson, K., Liu, J. y Han, Z. (2013). The role of ecosystem services in climate change adaptation and disaster risk reduction. *Curr. Opin. Env. Sust.*, 4,47-52. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.02.002>
- Murdiyarso, D., Purbopuspito, J., Boone, J., Warren, M., Sasmito, S., Donato, D., ... y Kurnianto, S. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nat. Clim. Change*, 5, 1089-1092. <https://doi.org/10.1038/nclimate2734>
- Nabeelah-Bibi, S., Fawzi, M., Gokhan, Z., Rajesh, J., Nadeem, N., Kannan-R.R., R., Albuquerque R., Karutha y Pandian, S. (2019). Ethnopharmacology, phytochemistry, and global distribution of mangroves—a comprehensive review. *Mar. Drugs*, 17(4), 231. <https://doi.org/10.3390/md17040231>
- Nicholson, E., Mace, G., Armsworth, P., Atkinson, G., Buckle, S., Clements, T., ... y Milner-Gulland, E. (2009). Priority research areas for ecosystem services in a changing world. *J. Appl. Ecol.*, 46, 1139-1144. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01716.x>
- Njisuh, F. (2015). Sustainable management of mangrove forests in West Africa: A new policy perspective? Zebedee. *Ocean Coast. Manag.*, 116, 341-352. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.08.006>
- Olander, L., Johnston, R., Tallis, H., Kagan, J., Maguire, L., Polaski, S., Urban, D., Boyd, J., Wainger, L. y Palmer, M. (2018). Benefit relevant indicators: Ecosystem services measures that link ecological and social outcomes. *Ecol. Indic.*, 85, 1262-1272. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.12.001>
- O'Mullan, G., Juhl, A., Reichert, R., Schneidern, E. y Martínez, N. (2019). Patterns of sediment-associated fecal indicator bacteria in an urban estuary: Benthic-pelagic coupling and implications for shoreline water quality. *Sci. Total Environ.*, 656, 1168-1177. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.405>

- Onyena, A. y Sam, K. (2020). A review of the threat of oil exploitation to mangrove ecosystem: Insights from Niger Delta, Nigeria. *Glob. Ecol. Conserv.*, 22, e00961. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00961>
- Polidoro, B., Carpenter, K., Collins, L., Duke, N., Ellison, A., Ellison, J., ...y Yong, J. (2010). The loss of species: Mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoS One*, 5(4), e10095. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010095>
- Powell, E., Tyrrell, M., Milliken, A., Tirpak, J. y Staundinger, M. (2019). A review of coastal management approaches to support the integration of ecological and human community planning for climate change. *J. Coast. Conserv.*, 23(1), 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11852-018-0632-y>
- Record, S., Charney, N., Zakaria, R. y Ellison, A. (2013). Projecting global mangrove species and community distributions under climate change. *Ecosphere*, 4(3), 34. <https://doi.org/10.1890/ES12-00296.1>
- Richards, D. y Friess, D. (2016). Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000-2012. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 113(2), 344-349. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510272113>
- Richards, D. y Friess, D. (2015). A rapid indicator of cultural ecosystem service usage at a fine spatial scale: Content analysis of social media photographs. *Ecol. Indic.*, 52, 187-195. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.01.034>
- Salem, M. y Mercer, D. (2012). The economic value of mangroves: A meta-analysis. *Sustainability*, 4(3), 359-383. <https://doi.org/10.3390/su4030359>
- Samper-Villarreal, J., Cortés, J. y Polunin, N. (2018). Isotopic evidence of subtle nutrient enrichment in mangrove habitats of Golfo Dulce, Costa Rica. *Hydrol. Process.*, 32, 1956-1964. <https://doi.org/10.1002/hyp.13133>
- Sarker, S., Reeve, R., Thompson, J., Paul, N. y Matthiopoulos, J. (2016). Are we failing to protect threatened mangroves in the Sundarbans world heritage ecosystem? *Sci. Rep.*, 6(1), 21234. <https://doi.org/10.1038/srep21234>
- Sigit, D., Miarsyah, M., Komala, R., Suryanda, A., Fadrikal, R. e Ichsan, I. (2019). Improvement of knowledge and attitude in conservation of mangrove and coral reefs through

- environmental education community network model. *J. Phys. Conf. Ser.*, 1317, 012201. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012201>
- Soulé, M. (2013). The “new conservation. *Conserv. Biol.*, 27 (5), 895-897. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-559-5_7
- Spalding, M., Ruffo, S., Lacambra, C., Meliane, I., Hale, L., Shepard, C. y Beck, M. (2014). The role of ecosystems in coastal protection: adapting to climate change and coastal hazards. *Ocean Coast. Manag.*, 90, 50-57. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.09.007>
- Sugandini, D., Rahatmawati, I. y Arundati, R. (2017). Environmental attitude on the adoption decision mangrove conservation: An empirical study on communities in special region of Yogyakarta, Indonesia. *Rev. Integr. Bus. Econ. Res.*, 7(1), 1-10.
- Syahrial, S., Prenata, E. y Susilo, H. (2019). Correlation of environmental factors and spatial distribution of molluscs communities in mangrove reboisation areas of Seribu Islands, Indonesia Torani. *J. Fish. Mar. Sci.*, 2(2), 44-57. <https://doi.org/10.35911/torani.v2i2.7051>
- Takahashi, K. y Martínez, A. (2015). Impacto de la variabilidad y Cambio Climático en el ecosistema de Manglares de Tumbes, Perú. Informe Técnico. Instituto Geofísico del Perú; Ministerio del Ambiente. Lima, Perú.
- Tanner, M., Moity, N., Costa, M., Marín, J., Aburto-Oropeza, O. y Salinas-de-León, P. (2019). Mangroves in the Galapagos: Ecosystem services and their valuation. *Ecol. Econ.*, 160, 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.01.024>
- Thivakaran, A. (2017). Mangrove restoration: an overview of coastal afforestation in India. En: Prusty, B., Chandra, R., Azeez, P. (Eds.), *Wetland Science*. Springer, New Delhi. https://doi.org/10.1007/978-81-322-3715-0_26
- Thur, S. (2010). User fees as sustainable financing mechanisms for marine protected areas: An application to the Bonaire National Marine Park. *Mar. Policy*, 34, 63-69. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2009.04.008>
- Tuan Vo, Q., Kuenzer, C., Minh Vo, Q., Moder, F. y Oppelt, N. (2012). Review of valuation methods for mangrove ecosystem services. *Ecol. Indic.*, 23, 431-446. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.04.022>

- Tuan Vo, Q., Oppelt, N., Leinenkugel, P. y Kuenzer, C. (2013). Remote sensing in mapping mangrove ecosystems an object-based approach. *Remote Sens.*, 5, 183-201. <https://doi.org/10.3390/rs5010183>
- Vande-Velde, K., Hugé, J., Friess, D., Koedam, N. y Dahdouh-Guebas, F. (2019). Stakeholder discourses on urban mangrove conservation and management. *Ocean Coast. Manag.*, 178, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.05.012>
- Vegh, T., Jungwiwattanaporn, M., Pendleton, L. y Murray, B. (2014). Mangrove ecosystem services valuation: State of the Literature. NI WP 14-06. Duke University, Durham, NC.
- Ward, R., Friess, D., Day, R. y MacKenzie, R. (2016). Impacts of climate change on mangrove ecosystems: a region by region overview. *Ecosyst. Health Sust.*, 2(4), 1-25. <https://doi.org/10.1002/ehs2.1211>
- Weilhoefer, C. (2011). A review of indicators of estuarine tidal wetland condition. *Ecol. Indic.*, 11, 514-525. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.07.007>
- Wildsmith, M., Rose, T., Potter, I., Warwick, R., Clarke, K. y Valesini, F. (2009). Changes in the benthic macroinvertebrate fauna of a large microtidal estuary following extreme modifications aimed at reducing eutrophication. *Mar. Pollut. Bull.*, 58(9), 1250-1262. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.06.008>
- Wu, S., Li, R., Xie, S. y Shie, C. (2019). Depth-related change of sulfate-reducing bacteria community in mangrove sediments: The influence of heavy metal contamination. *Mar. Pollut. Bull.*, 140, 443-450. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.042>
- Yáñez-Arancibia, A., Day, J., Willey, R. y Day, R. (2010). Los manglares frente al Cambio Climático ¿Tropicalización global del Golfo de México? En: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.), *Impactos del Cambio Climático sobre la zona costera*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Ecología, México DF.
- Zhao, F., Yang, G., Han, X., Feng, Y. y Ren, G. (2014). Stratification of carbon fractions and carbon management index in deep soil affected by the grain-to-green program in China. *PLoS One*, 9(6), e99657. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099657>
- Zhao, Q., Bai, J., Huang, L., Gub, B., Lua, Q. y Gao, Z. (2016). A review of methodologies and success indicators for coastal wetland restoration. *Ecol. Indic.*, 60, 442-452. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.07.003>

5. Artículo 2. Estructura y composición de un manglar del Pacífico Central de Costa Rica: población de moluscos de interés comercial
Structure and composition of a mangrove swamp in the Central Pacific of Costa Rica: mollusk population of commercial interest

En sometimiento en Revista Uniciencia

Milagro Carvajal-Oses ^{1,3*}, milagro.carvajal.oses@una.ac.cr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-8294-9863>

Junior Pérez-Molina ², junior.perez.molina@una.cr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3396-0599>

Ángel Herrera-Ulloa ¹, angel.herrera.ulloa@una.ac.cr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-2375-2945>

Christian Moreira-Segura ³, cmoreira@itcr.ac.cr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-3047-2415>

¹Parque Marino del Pacífico, Escuela Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

²Laboratorio de Ecología Funcional y Ecosistemas Tropicales (LEFET), Escuela Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

³Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Nacional a Distancia, San Carlos, Costa Rica.

Resumen

Objetivo. Se evaluó el manglar de Chacarita en el Pacífico Central de Costa Rica, a través de la composición florística y las poblaciones de moluscos asociados de interés comercial, con el fin de proponer actividades de aprovechamiento sustentables en el manglar. **Metodología.** Mensualmente y durante un año, se realizaron visitas al área de estudio con el fin de establecer una base florística de árboles de mangle y medir el almacenamiento de carbono en el lugar, además, recolectar moluscos bivalvos para analizar el estado de las poblaciones con base a las abundancias de organismos hallados y otras características como las longitudes de estos. Para los mangles, se obtuvo el diámetro de la altura de pecho (DAP en cm), la altura (m), el índice de valor de importancia (IVI) y las reservas de carbono ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$). En cuanto a los moluscos se analizaron cuatro especies de interés comercial, evaluando la longitud (cm), peso (g) e índice gonadosomático. Finalmente, se realizaron valoraciones económicas de los datos obtenidos en el manglar, del turismo y datos históricos de pesca para el acopio de Chacarita. **Resultados.** Se hallaron cinco especies de mangles, *Rhizophora mangle*, *Rizophora racemosa*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Pelliciera rhizophorae* siendo *P. rhizophorae* el de mayor índice de valor de importancia. Se obtuvo un almacenamiento de carbono equivalente a $78,49 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Se contabilizaron 357 organismos, de los cuales 18% correspondieron a *Anadara similis*; 37,5% *Anadara tuberculosa*; 41,46% a *Leukoma* spp. y 3,08% *Mytella guyanensis*. Tomando en cuenta el valor económico de las reservas de carbono y los moluscos bivalvos presentes en los muestreos se obtuvieron valoraciones económicas de $9\,812,63 \text{ USD}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $28 \text{ USD}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente. **Conclusiones.** Las bajas densidades poblacionales de moluscos, especialmente del género *Anadara*, hacen necesario establecer medidas de gestión que permita recuperar las poblaciones de estos moluscos. Esta investigación propone, actividades de aprovechamiento sustentables como turismo comunitario con fines educativos y culturales.

Palabras clave: Servicios ecosistémicos; turismo sustentable; área costera; comunidad; manejo de recursos naturales; conservación de recursos marinos

Abstract

Goal. The Chacarita mangrove swamp in the Central Pacific of Costa Rica was evaluated through the floristic composition and populations of associated molluscs of commercial interest, in order to propose sustainable exploitation activities in the mangrove swamp. **Methodology.** Monthly and for one year, visits to the study area were made in order to establish a floristic base of mangrove trees and measure carbon storage in the place, in addition, collect bivalve molluscs to analyze the state of the populations based on the abundances of organisms found and other characteristics such as the lengths of these. For the mangroves, the diameter of the breast height (DBH in cm), the height (m), the importance value index (IVI) and the carbon reserves ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) were obtained. Regarding the molluscs, four species of commercial interest were analyzed, evaluating the length (cm), weight (g) and gonadosomatic index. Finally, economic evaluations were made of the data obtained in the mangrove, tourism and historical fishing data for the collection of Chacarita. **Results.** Five species of mangroves were found: *Rhizophora mangle*, *Rizophora racemosa*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* and *Pelliciera rhizophorae*; *P. rhizophorae* being the one with the highest importance value index. A carbon storage equivalent to $78,49 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ was obtained. 357 organisms were counted, of which 18% corresponded to *Anadara similis*; 37,5% *Anadara tuberculosa*; 41,46% to *Leukoma* spp. and 3,08% *Mytella guyanensis*. Considering the economic value of carbon stocks and the bivalve molluscs present in the samplings obtained economic valuations of $9\,812,63 \text{ USD}\cdot\text{ha}^{-1}$ and $28 \text{ USD}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectively. conclusions. The low population densities of mollusks, especially of the *Anadara* genus, make it necessary to establish management measures that allow the recovery of the populations of these mollusks. This research proposes sustainable use activities such as community tourism for educational and cultural purposes.

Keywords: Ecosystem services; tourism sustainable; coastal area, education; community; natural resource management; conservation; marine resources.

INTRODUCCIÓN

Los manglares cubren un 0,1% de la superficie continental de la Tierra (~81 485 km²) (Atwood *et al.*, 2017), comprenden árboles y arbustos de al menos 70 especies (Krauss y Osland, 2020) que se ubican en las costas intermareales a lo largo de zonas tropicales y subtropicales del planeta (Godoy y Larceda, 2015; Woodroffe *et al.*, 2016). Estos halófitos tienen adaptaciones morfológicas, fisiológicas y reproductivas que les permiten el crecimiento en condiciones salinas y anóxicas (Giri *et al.*, 2011). Los bosques de manglar proporcionan cerca de 50 000 USD en servicios ecosistémicos por hectárea (Menéndez *et al.*, 2020), pueden contener hasta 1 023 Mg·ha⁻¹ de carbono total (71-98% se encuentra en el suelo) estos datos los colocan muy por encima del carbono total encontrado en los principales dominios forestales del mundo (entre 200 a 400 Mg·ha⁻¹) (Donato *et al.*, 2011), se les considera fitorremediadores de metales pesados, especies como *Rhizophora* sp. son capaces de absorber hasta 95% más metales que otras plantas (Sundaramanickam *et al.*, 2021), disminuyen las inundaciones hasta en un 70 % (Romañach *et al.*, 2018), reducen el impacto de las olas en un 66 % en los primeros 100 metros del área de manglar (Menéndez *et al.*, 2020), contribuyen al ahorro de 453 millones USD en daños evitados como la pobreza y 1 000 millones/año USD en desastres naturales (Menéndez *et al.*, 2018).

Dentro de los organismos que viven asociados a los manglares, los moluscos constituyen un componente importante de la dieta en humanos, en algunos casos representa incluso la única fuente de ingresos por su alto valor comercial (Dias *et al.*, 2007). Según Yahya *et al.* (2020) estos bivalvos, también contribuyen como fuentes de minerales, glucógeno y fármacos como antivirales.

A pesar de la importancia de los manglares, entre el periodo 1996 al 2010, se estimó que prácticamente todos los manglares del mundo habían sufrido algún tipo de deterioro sobre todo antropogénico (Thomas *et al.*, 2017), según Polidoro *et al.* (2010) se han perdido cerca del 25% al 35% de los manglares del Planeta en un periodo de 50 años, actualmente se estima que la tasa de disminución anual de estos bosques es del 0,16% (Moschetto *et al.*, 2021).

En Costa Rica, los manglares comenzaron a ser impactados desde 1940 por el crecimiento poblacional y por actividades agrícolas/acuícolas (López-Angarita *et al.*, 2016). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (por sus siglas en inglés FAO) (2007), la cobertura de manglar disminuyó de 63 400 hectáreas en 1980, a 41 000 hectáreas en 2005, y Hernández-Blanco *et al.* (2018) señalan una pérdida anual del 1,3% entre

1980 y el 2013. El 99% de los manglares de Costa Rica se ubican en el Pacífico, dentro de los cuales se pueden mencionar el Estero Puntarenas y sus manglares asociados que se encuentran bajo el manejo del Área de Conservación del Pacífico Central. Estos manglares han tenido una pérdida desde 1945 al 2018 de 865,7 ha; aún hoy se encuentran amenazados por el crecimiento poblacional, la sedimentación y actividades agrícolas (Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC], 2018), de acuerdo con el SINAC (2019), solo para los manglares del Golfo de Nicoya se han identificado 27 presiones que afectan de manera negativa estos ecosistemas.

Entre los poblados relacionados con estos manglares de Puntarenas, se encuentra Chacarita que, desde inicios de 1970, han sufrido cambios de uso de suelo, y donde están establecidos pueblos como el 20 de Noviembre y Fray Casiano y, además, se le deben añadir otras presiones como el establecimiento de cañeras, tala de árboles y extracción de recursos como pianguas (*Anadara tuberculosa*) (Jiménez, 1999). En este sentido, Acuña *et al.* (1998) reportaron otras problemáticas como el vertido de efluentes por parte de los habitantes colindantes al manglar. Según el SINAC (2018) con la aprobación del Plan de Manejo del Estero de Puntarenas, manglares como los de Chacarita, se encuentran bajo una categoría de mínima intervención con la meta de implementar acciones a futuro que colaboren en la disminución del impacto sobre todo proveniente del agro.

En el contexto de esta investigación se busca evaluar las condiciones del manglar de Chacarita en la zona costera del Pacífico Central de Costa Rica, a través de la estructura y composición forestal y cuantificar las poblaciones de moluscos de interés comercial asociados, con el fin de proponer actividades de aprovechamiento sustentables en el manglar como turismo comunitario con fines educativos.

METODOLOGÍA

El manglar de Chacarita, ubicado en la ciudad de Puntarenas, Pacífico Central de Costa Rica, se localiza a una Latitud Norte de 9°58'48" y 84°46'12" de Longitud Este y presenta una superficie total de 210 hectáreas (Figura 8). El inventario de manglares y la extracción de moluscos bivalvos se realizaron en las zonas cercanas a los canales, donde hay mayor influencia antropogénica y que representa un equivalente a 140 hectáreas susceptibles de muestreo.

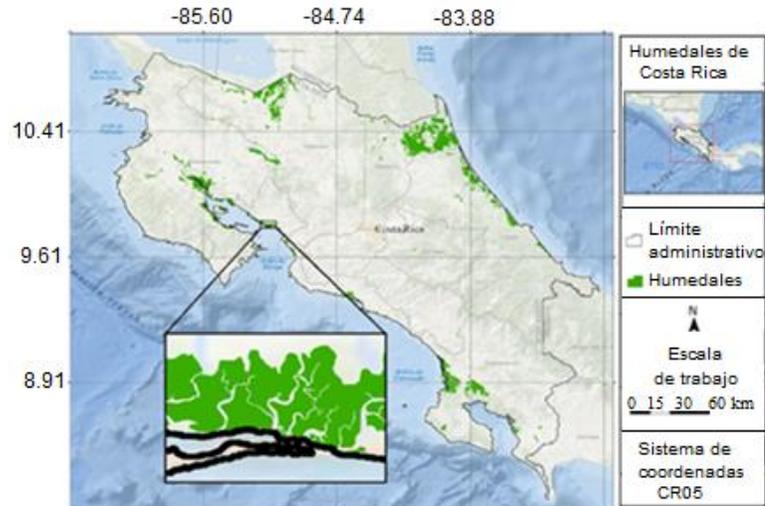


Figura 8. Mapa del área de estudio de Chacarita, Costa Rica.

Nota: Fuente propia de la autora de la investigación.

Esta zona se caracteriza por poseer suelos de tipo hidromórficos comunes de manglar; conformado por las especies *Rhizophora mangle*, *Rizophora racemosa*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Avicennia bicolor*, *Pelliciera rhizophorae* y *Conocarpus erectus* (SINAC, 2018), el principal río corresponde al Río Naranjo; el cual desemboca directamente en el manglar; en esta zona los rangos de altitud intermareal se encuentran entre 0 y 3 m.s.n.m, las temperaturas medias anuales pueden oscilar entre 22°C a 33°C (pueden presentar variaciones), la precipitación promedio anual es de 1 817 mm y están limitados tierra adentro por fincas dedicadas a la agricultura, ganadería, producción de sal y camarones (SINAC-Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura [INCOPECA], 2019). La ciudad de Puntarenas, donde está localizada el área de estudio, posee una formación geológica reciente (Denyer *et al.*, 2004), según el Atlas del Instituto Tecnológico de Costa Rica (Ortíz y Soto, 2014) se sitúa en el Cuaternario, el cual corresponde a la última subdivisión del tiempo geológico y cubre aproximadamente 2,6 millones de años.

Estructura y composición del manglar

Se utilizó la guía rápida del SINAC (2016) la cual constó de tres transectos perpendiculares al espejo de agua, cada uno conformado por tres cuadrantes de 25 m² y a una distancia de 10 metros cada cuadrante. Para este proceso, se utilizó solo un cuadrante por transecto al azar,

analizando un total de 36 cuadrantes durante el año de estudio. Las visitas al manglar se realizaron una vez al mes durante un año (2020-2021) con el fin de establecer un inventario de manglares y estimar el carbono almacenado. En cada punto de muestreo se tomó del agua superficial la temperatura (°C) con un multiparámetro de marca comercial YSI y la salinidad (ppm) con un refractómetro de la casa comercial Zigma Aldrich.

En cuanto a la base florística de especies núcleo, solo fue tomada en cuenta la biomasa viva. Los árboles fueron identificados según Pizarro *et al.* (2004). Se midió la altura (m) con un hipsómetro Nikon. Se obtuvo el diámetro de la altura de pecho (DAP en cm) de cada individuo mayor o igual a 5 cm de diámetro. Se calculó el índice de valor de importancia (IVI) por especie de árbol, la cual se calculó sumando la frecuencia relativa (parcelas que contienen cada especie/total de parcelas), la abundancia relativa (cantidad por especie/total de todas las especies), más la dominancia relativa (área basal de cada árbol de acuerdo con la especie/total de área basal de todas las especies) (Parray *et al.*, 2021).

Aunque no es un servicio ecosistémico como tal, pero como esta investigación tiene fines reflexivos hacia la protección del manglar, se calculó la cantidad de carbono almacenado (Mg) a través del cálculo de las biomásas (Mg) aérea, en raíces y en raíces fúlcreas.

Se utilizó la fórmula de Chavé *et al.* (2005) para el cálculo del carbono de la biomasa aérea (CBA, Ec. 1):

$$CBA = 0,0509 \cdot \rho \cdot (DAP^2) \cdot H \quad \text{Eq. 1}$$

Dónde ρ corresponde a la densidad gravitacional de la madera, DAP diámetro altura de pecho y H la altura. Las densidades de la madera se obtuvieron de Zanne *et al.* (2009) y para *Pelliciera rizophorae* de Southwell y Bultman (1971).

En el caso del cálculo de biomasa en raíces (CBR)(Mg) (Eq. 2) se utilizó la siguiente fórmula de Komiyama *et al.* (2005).

$$CBR = 0,199 \cdot \rho \cdot 0,899 \cdot (DAP^{2,22}) \quad \text{Eq. 2}$$

En el caso de los mangles *Rhizophora mangle* que poseen amplias raíces aéreas, se utilizó la fórmula (Eq. 3) que permite calcular la biomasa (Mg) almacenada en las raíces fúlcreas (CBF) (Smith y Whelan, 2006).

$$\log_{10}(\text{CBF}) = 0,160 * \log_{10} * \text{DAP} - 1,041 \quad \text{Eq. 3}$$

Una vez que se realizaron las estimaciones de biomasa, se obtuvo la transformación a carbono (Mg), para la cual se utilizó el factor de conversión de 0,464 g C por cada gramo de biomasa (Kauffman *et al.*, 2011). La cantidad de carbono se multiplicó por el factor 3,67 para determinar el equivalente a CO₂ (Mg).

Moluscos bivalvos de interés comercial para consumo humano

La captura se centró en las siguientes especies: *Leukoma* spp., *Mytella guyanensis*, *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*. Se utilizaron los mismos transectos mensuales (durante un año 2020-2021) que se establecieron para la base florística, solo que para este caso se muestrearon los tres cuadrantes de los tres transectos (se utilizaron en total 108 unidades de muestreo). En este proceso de extracción fue necesario contar con la colaboración de dos personas de la comunidad de Chacarita con experiencia en la extracción de moluscos quienes estuvieron presentes durante todos los muestreos.

A los moluscos extraídos se les determinó si se encontraban dentro de la talla de primera madurez, para el caso de *Leukoma* spp. y *Mytella guyanensis* se tomó en cuenta la recomendación de Wehrman (2017); y para el caso de *Anadara* sp. de acuerdo con la Ley de tallas mínimas de la República de Costa Rica 13371-A (1982). A los especímenes se les midió la longitud (l) con un calibrador de precisión de 0,1 mm y se obtuvo el peso (g) total húmedo, el peso (g) de todas las secciones blandas y el peso (g) de masa visceral con gónada (estómago y hepatopáncreas) utilizando una balanza digital con precisión 0,01g. Para todos los organismos se determinó el sexo (Macho= M; Hembra=H), índice gonadosomático (IG) (masa gonadal/masa visceral *100) (Marshal, 1960), índice de rendimiento de carne (IR) (masa visceral/masa total *100) (Cruz y Palacios, 1983) y la madurez sexual de acuerdo con Cruz (1984). Se calculó la relación peso total (g) y longitud (cm) para cada especie. Finalmente se obtuvo el IVI, que se calculó sumando la frecuencia relativa (parcelas que contienen cada especie/total de parcelas), más la abundancia relativa (cantidad por especie/total de todas las especies), más la dominancia relativa (peso de los individuos por especie /total de los pesos de todas las especies).

Evaluación económica de servicios ecosistémicos.

Para esta investigación, se tomó el valor económico del carbono almacenado por hectárea en el área de estudio utilizando el Costo Marginal de Reducción del Carbono (MAC) el cual según Hernández-Blanco *et al.* (2018) está definido como el costo económico de eliminar una unidad adicional de emisiones de carbono, para lo cual se utilizó el valor asignado por Fisher *et al.* (2007) de 125 USD por tonelada de carbono.

En el caso de los moluscos bivalvos de interés comercial, la cantidad obtenida de individuos, en la presente investigación, se extrapoló al área de estudio de acuerdo a su frecuencia de aparición, no se tomó en cuenta *Mytella guyanensis*, pues la muestra no se consideró representativa, y se le asignó un valor económico directo, de acuerdo al precio de mercado estipulado en las bases de datos del Departamento de Estadística del INCOPECA los cuales correspondieron a 15,85 USD el kilogramo de *Anadara* sp. y 1,2 USD para *Leukoma* spp., ambos precios sin concha. A este mismo departamento, y para apoyar el punto anterior se le solicitó también la base de datos que se reporta para los acopios en Chacarita referida a peces que realizan sus primeros estadios en el manglar: “Agria cola”, “Clase”, “Primera pequeña”, “Primera grande”, “Pargo”, “Pargo mancha” y moluscos bivalvos específicamente para *Anadara* spp., *Leukoma* spp. y *Mytella guyanensis* (1,8 USD el kilogramo sin concha). Las variables de la base de datos que se analizaron fueron: especies que se extraen, kilos reportados y precio económico (USD) entre el periodo 2008-2017 (datos disponibles al momento de la escritura de este artículo).

Finalmente, como en el área en estudio el turismo no es una actividad que se implementa en la actualidad, se realizó una valoración indirecta hipotetizando un escenario en el cual se utilizaron los datos de visitación (2011-2019, únicos datos disponibles) de un parque temático marino especializado en educación ambiental que se encuentra localizado en la ciudad de Puntarenas, Costa Rica (Parque Marino del Pacífico, PMP) cercano al área de estudio, y se tomaron como “posibles clientes” dispuestos a pagar (USD) por tours educativos a lo largo del manglar si se les brinda una adecuada publicidad del sitio. Para obtener el precio aproximado de estos viajes a través del manglar y un porcentaje posible de personas interesadas en adquirirlos, se realizó una encuesta a 100 visitantes mayores de 18 años del PMP en el que se le realizaron tres preguntas: 1) ¿Conoce el manglar de Chacarita? 2) ¿Está dispuesto (a) a visitarlo en un tour? y 3) ¿Cuánto está dispuesto a pagar por un tour que incluya tres horas de viaje, un refrigerio y charla ambiental?

Análisis de datos

La altura y el diámetro de los árboles de manglar y la longitud, masa total y masa tejidos suaves de los moluscos fueron evaluadas mediante prueba de Kruskal-Wallis y prueba *post hoc* de mínima diferencia significativa (*Least Significant Difference – LSD*, $P < 0,05$) para determinar las diferencias significativas entre las especies (árboles de manglar o moluscos). Fueron probados todos los supuestos estadísticos para el análisis de varianza como la normalidad y homogeneidad de los residuos. Se realizaron modelos de regresión lineal para la relación entre la altura (A) y el diámetro de los árboles de manglar (DAP) por especie ($A = \beta_0 + \beta_1 \cdot DAP$; β_0 y β_1 son coeficiente del modelo). Asimismo, se realizó regresiones polinomiales de segundo grado para la relación entre longitud (L) y la masa total (MT) y masa tejidos suaves (MTS) de las especies de moluscos ($MT \text{ o } MTS = \beta_0 - \beta_1 \cdot L + \beta_2 \cdot L^2$; β_0 , β_1 y β_2 , son coeficiente del modelo). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el lenguaje de programación R, versión 3.6.1 (RCoreTeam, 2020) con un nivel de significación de $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

Estructura y composición del manglar

La temperatura se mantuvo constante en $27,5 \pm 0,3$ °C (media \pm SD). En los meses de estación seca la salinidad fue de $21,59 \pm 3,54$ ppm y en los meses de estación lluviosa correspondió a $6,13 \pm 2,78$ ppm. Se hallaron cinco especies de mangles. Siendo *Pelliciera rhizophorae* el de mayor índice de valor de importancia; seguido por *Rhizophora racemosa*. Por otro lado, la especie de menor índice de valor de importancia resultó ser *R. mangle* (Tabla 4).

Tabla 4. Índice de valor de importancia (IVI, %) de los árboles de manglar en Chacarita, Puntarenas, Costa Rica.

Especie	Dominancia (%)	Abundancia (%)	Frecuencia (%)	IVI (%)
<i>Pelliciera rhizophorae</i>	41,4	53,6	36,1	43,7
<i>Rhizophora racemosa</i>	30,1	20,5	34,7	28,4
<i>Avicennia germinans</i>	15,3	8,4	6,9	10,2
<i>Laguncularia racemosa</i>	6,3	10,8	11,1	9,4
<i>Rhizophora mangle</i>	6,9	6,6	11,1	8,2
Total	100	100	100	100

Nota: Fuente propia de la autora de la investigación.

En cuanto a la altura y DAP (\pm SD) respectivamente, *L. racemosa* presentó $5,03 \pm 1,73$ m (media \pm SD, 2,52 — 6,88 m) y $13,99 \pm 9$ cm, *P. rhizophorae* $4,71 \pm 1,98$ m (1,68 — 9,88 m) y $15,27 \pm 7,32$ cm; *R. racemosa* $4,54 \pm 1,61$ m (2,34 — 9,74 m) y $20,63 \pm 8,92$ cm, *R. mangle* $4,19 \pm 1,44$ m (2,55 — 7,27 m) y $15,45 \pm 11,43$ cm y *A. germinans* $3,30 \pm 1,63$ m (1,80 — 5,50 m) y $22,04 \pm 20,50$ cm. El 99% de los individuos se encontraron entre las clases diamétricas entre 5 y 50 cm ($16,84 \pm 9,73$) y específicamente el 90% se halló en el intervalo de 5 — 31,25 cm. Solamente para *A. germinans* se muestrearon árboles de diámetros de hasta 50,93 cm.

La sumatoria de las reservas de carbono encontradas solamente en los cuadrantes muestreados correspondieron a *R. racemosa* con 4,29 Mg C, *Pelliciera rhizophorae* con 4,96 Mg C; *Avicennia germinans* con 1,51 Mg C; *Rhizophora mangle* con 1,02 Mg C y *Laguncularia racemosa* con 0,64 Mg C; obteniendo un promedio por cuadrante analizado de $0,2 \pm 0,19$ Mg. En total se obtuvo un equivalente a $78,49 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($33,27 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ en raíces y $45,21 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ carbono sobre el suelo) (Figura 9). Cuando se realizó la equivalencia a CO_2 significó $288,05 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

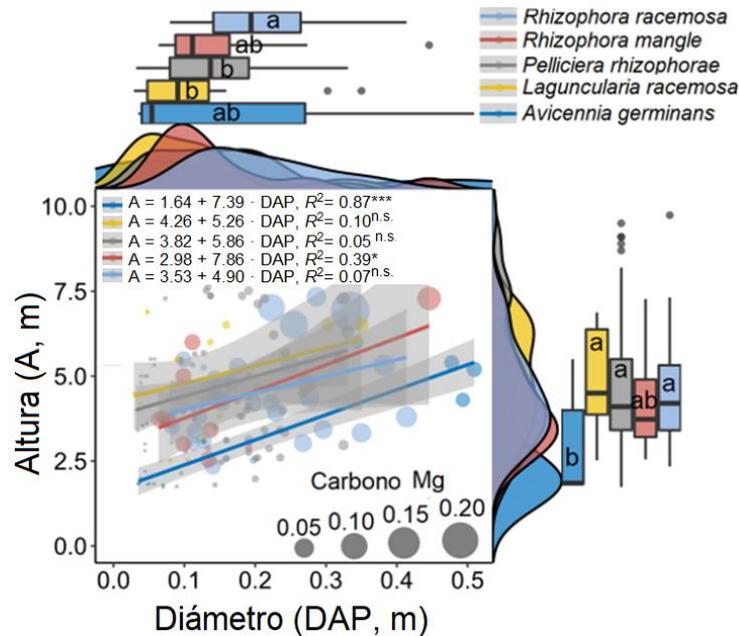


Figura 9. Relación entre el diámetro altura de pecho (DAP) y altura del árbol (A) de las cinco especies de mangles en el área de estudio. Tamaño de los círculos indican el contenido de carbono por árbol. Letras iguales indican no diferencias estadísticamente significativas entre las especies de manglar para el diámetro o altura de los árboles (LSD, $P > 0,05$).

Nota: Fuente propia de la investigación.

Poblaciones de moluscos de interés comercial

Se obtuvo un total de 357 organismos (Figura 10) de los cuales 18% correspondieron a *Anadara similis*; 37,5% *Anadara tuberculosa* (ambas conocidas como pianguas); 41,46% a *Leukoma* spp. y 3,08% *Mytella guyanensis*. La distribución de los organismos no fue homogénea en el área de estudio.

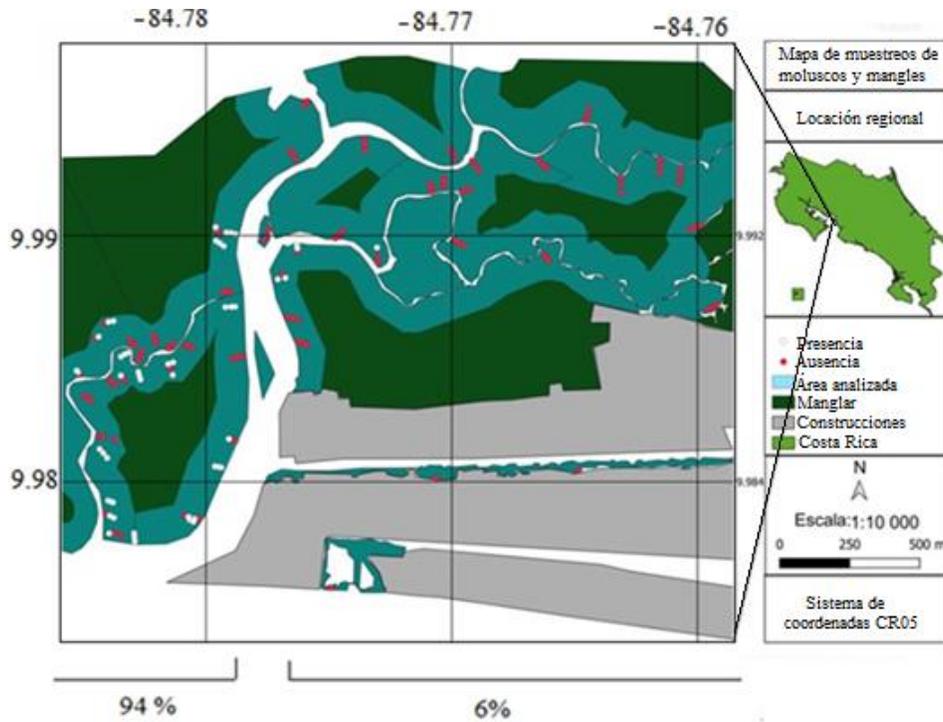


Figura 10. Ausencia (puntos rojos) y presencia (puntos blancos) de moluscos bivalvos de interés comercial para consumo humano en el área de estudio. Los porcentajes reflejan la cantidad de organismos muestreados en ambos lados del río Naranjo.

Nota: Fuente propia de la investigación.

Poblacionalmente, la especie de bivalvo con mayor índice de valor de importancia correspondió a *Anadara tuberculosa* seguido por *Leukoma* spp. (Tabla 5).

Tabla 5. Índice de Valor de Importancia (IVI, %) de moluscos en el manglar de Chacarita, Puntarenas, Costa Rica.

Especie	Dominancia (%)	Abundancia (%)	Frecuencia (%)	IVI (%)
<i>Anadara tuberculosa</i>	57,3	37,5	45,3	46,7
<i>Leukoma</i> sp	26,1	41,5	29,2	32,3
<i>Anadara similis</i>	16,2	17,9	19,8	18,0
<i>Mytella guyanensis</i>	0,4	3,1	5,7	3,0
Total	100	100	100	100

Nota: Fuente propia de la investigación.

Con respecto al índice gonadosomático (media \pm SD), solamente se analizaron las tres especies de mayor índice de valor de importancia. *Leukoma* spp. presentó un índice de $22,70 \pm 15,00$ %; *A. similis* con $18,88 \pm 7,58$ % y *A. tuberculosa* con $18,05 \pm 12,69$ %. En cuanto a la proporción de sexos, para *Leukoma* spp. fue de M 1: H 2,6 (H 56%, 21% Indefinidos, M 23% y el 34% con un estadio de madurez de 3 a 4), para *A. tuberculosa* la relación fue de M 1: H 1,2 (H 46%, 15% Indefinidos, M 39% y el 21% con un estadio de madurez de 3 a 4) y para *A. similis* de M 1: H 7 (H 77%, 13% Indefinidos, M 11% y el 50% con un estadio de madurez de 3 a 4). *A. similis* presentó una longitud de $4,01 \pm 1,13$ cm dentro de los cuales el 80 % de los organismos se encontraron en tallas menores a 4,7 cm; para *A. tuberculosa* correspondió a $4,50 \pm 1,16$ cm de los cuales el 60% fueron valores menores a 4,7 cm y para *Leukoma* spp. fue de $3,41 \pm 0,82$ cm, donde el 97% se encontró sobre los 1,2 cm (talla de primera madurez). Finalmente, para la masa de los individuos, se obtuvo para *A. similis* una masa total de $17,29 \pm 13,86$ g (con concha) y de partes blandas (sin concha) $5,29 \pm 2,69$ g ($26,92 \pm 17,00$ % IR- índice de rendimiento de carne); para *A. tuberculosa* $29,00 \pm 20,34$ g y $5,76 \pm 3,30$ g ($21,74 \pm 9,05$ % IR); y para *Leukoma* spp. $12,46 \pm 7,07$ g y $2,71 \pm 1,62$ g ($27,77 \pm 15,14$ % IR) respectivamente (Figura 11).

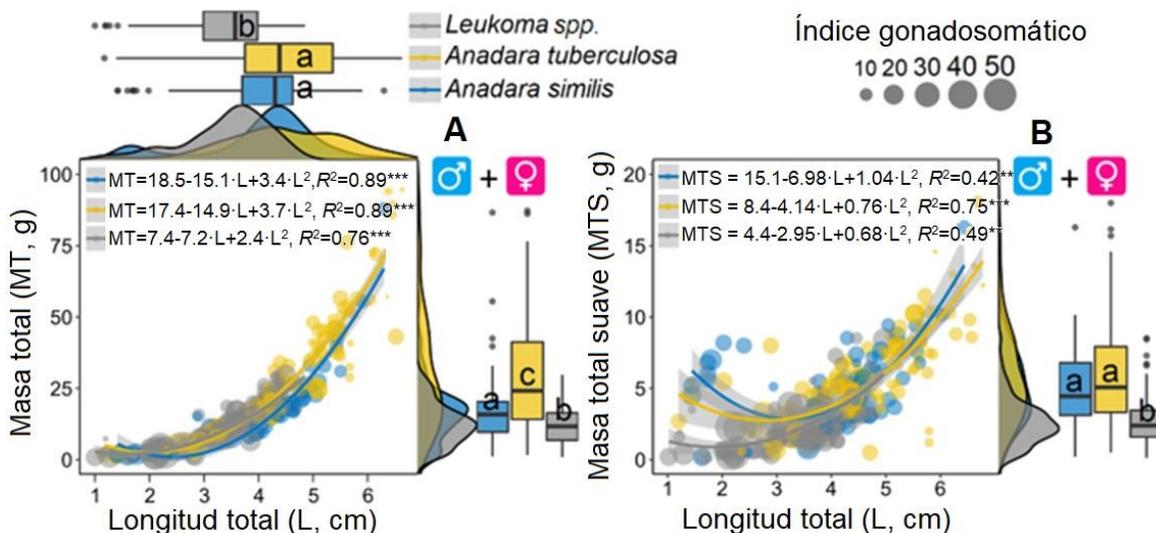


Figura 11. Relación entre longitud y la masa total (A) y la masa de tejidos suaves (B) para las tres especies de moluscos bivalvos de mayor IVI en el área de estudio. Tamaño de los círculos indican el índice gonadosomático por individuo. Letras iguales indican no diferencias estadísticamente significativas entre las especies de molusco para la longitud total, la masa total o la masa de tejidos suaves (LSD, $P > 0,05$).

Nota: Fuente propia de autora de la investigación.

Valoraciones de los servicios ecosistémicos

Se obtuvo un total de 346 organismos (solamente referido *Anadara* sp. y *Leukoma* spp.) que extrapolados al área de estudio correspondieron a 44 178 organismos de *Anadara* sp. (241,48 kg de carne) y 31 567 de *Leukoma* spp. (81,38 kg de carne), que equivalen a 27, 3 USD·ha⁻¹ para *Anadara* sp. y a 0,7 USD·ha⁻¹ para *Leukoma* spp. Por otra parte, las reservas de carbono representaron 9 812,63 USD·ha⁻¹.

Con respecto a los datos referidos al acopio de Chacarita, éste ha recibido del 2008 al 2017 por concepto de peces un total de 537 940,49 USD (219 674,99 kg) y de bivalvos 133 788,55 USD (18 629,34 kg); que si bien es cierto no son recursos capturados en el manglar de Chacarita si representa ingresos económicos para la comunidad de manera indirecta. En cuanto al turismo, al menos 1 331 personas por año dispuestas a pagar por educación ambiental visitan áreas cercanas al lugar de estudio. De acuerdo con la encuesta realizada a visitantes el 50% conocen dónde está localizado el manglar de Chacarita, 92% de las personas están dispuestas a visitar

el manglar y el 76,8 % están dispuestos a pagar entre 25 y 32 USD (promedio 28,5 USD) por un tour, lo que podría representar hasta 34 000 USD al año para la comunidad.

DISCUSIÓN

En el área de estudio se identificaron, cinco especies de manglar, de los cuales *P. rhizophorae* y *R. racemosa* presentaron los mayores IVI, coincidiendo con Jiménez (1994) al indicar que son las especies de mayor importancia en la costa Pacífica de América Central; lo que podría generar entre ellas una competencia por espacio (Acuña *et al.*, 2018) incentivada por gradientes de salinidad (Mainardi, 1995) en donde *P. rhizophorae* se beneficia más de las bajas salinidades (Garzón-Bautista *et al.*, 2018), lo anterior corroborado por Rincón *et al.* (2020) al afirmar que la salinidad es uno de los aspectos más determinantes en la distribución, establecimiento y crecimiento de las especies de manglar. Además, *P. rhizophorae* y *R. racemosa*, al presentar las mayores abundancias y frecuencias se le puede atribuir una distribución más horizontal y las otras especies con menor IVI se pueden definir como conglomerados más localizados, tal y como ha sido descrito por otros autores (Barrantes y Cerdas, 2014), posiblemente influenciados por la distribución de sus propágulos (Delgado *et al.*, 2001) o por otros factores como gradientes ambientales, procesos físicos o patrones morfológicos (Samper y Silva, 2014).

Las clases diamétricas obtenidas en este trabajo investigativo coinciden con lo reportado por Pineda (2021) para el Humedal Estero Puntarenas y sus Manglares Asociados. Cabe recalcar que al encontrarse el 90% de organismos entre las clases diamétricas entre 5 a 31,25 cm es indicativo de un proceso de regeneración del manglar, posiblemente incentivado, por los asentamientos humanos o actividad agrícola que ha generado reforestación natural a través del tiempo.

A nivel del carbono, el reportado en este trabajo resultó bajo en comparación con otros trabajos como el de Cifuentes *et al.* (2014) quienes reportaron valores de carbono en mangles de Puntarenas entre 92 — 99 Mg·ha⁻¹ y en raíces entre 47,93 — 53,34 Mg·ha⁻¹, sin embargo, estos autores utilizaron otras fórmulas alométricas para el cálculo del carbono superficial, como la de Imbert y Rollet (1989), la de Smith y Whelan (2006) y Fromard *et al.* (1998). Por lo tanto, para realizar una comparación más real, utilizamos las mismas fórmulas que Cifuentes *et al.* (2014) con los datos recolectados para este trabajo y se obtuvo un carbono total de 114,41 Mg·ha⁻¹ (81,14 Mg·ha⁻¹ a nivel superficial) lo que representó un 45% más de nuestro dato inicial reportado.

Por otro lado, los valores en esta investigación de carbono son mayores a los publicados por Agraz-Hernández *et al.* (2020) en México, los cuales utilizaron las mismas fórmulas alométricas y obtuvieron valores de carbono de $42,97 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, estos bajos valores los relacionaron a la alta sedimentación del manglar, a la presión por cambio de uso de suelo y lo asociaron a un bosque secundario. En general, el carbono almacenado sobre el suelo reportado en este trabajo es inferior al promedio mundial para manglares ($78\pm 64,5 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) posiblemente asociado a que es un bosque en regeneración y 70% de las variaciones en carbono están asociadas a la edad de los mangles (Estrada y Soares, 2017). Sin tomar en cuenta la fórmula alométrica que se utilice, el carbono arriba del suelo representa solamente entre 13% — 22% de todo el carbono del sistema (Kauffman *et al.*, 2011) por lo que el carbono en el área de estudio analizada es mayor a lo reportado en este trabajo.

Con respecto a los moluscos, la diferencia en la cantidad de organismos muestreados en ambos lados del Río Naranjo podría estar relacionados con la sedimentación acarreada por el mismo río que por su topografía tiende a acumularse en sectores específicos, endureciendo los terrenos, lo que dificulta la reproducción de los individuos (Silva-Benavides y Bonilla, 2015). También se puede asociar a las bajas salinidades ya que según Vega *et al.* (2021) especies como *A. tuberculosa* sobreviven mejor en ambientes con salinidades mayores a 12 ppm y para este trabajo se reportaron salinidades cercanas a 6 ppm en época lluviosa. Otro aspecto que influye en la cantidad de organismos es la presión antropogénica sobre los recursos (Diringer *et al.*, 2019; Panta-Vélez *et al.*, 2020) y la cercanía con la frontera agrícola; cabe resaltar que la presión podría ser incluso mayor a la reportada pues las colectas de individuos se realizaron en periodo pandémico por SARS-COV-2.

Leukoma spp. presentó mayor abundancia de organismos comparado con las otras especies y es que a pesar de que las almejas son parte de los bivalvos más extraídos en Costa Rica (Rojas-Jiménez *et al.* 2022), no poseen el mismo valor cultural, ni comercial que *Anadara* sp.; esto también reflejado en los precios económicos estipulados para almeja y piangua por kilo (detallados en la metodología de la investigación) por parte del INCOPECA, además autores como Ordinola *et al.* (2020) se han referido a que especies como *Leukoma asperrima* son competidoras con las pianguas y que tienden a incrementar su abundancia cuando éste parámetro disminuye en las pianguas.

De manera general la abundancia de organismos que se extrajeron en un año (357 organismos) son pocos, lo que sugiere generar un ordenamiento urgente de este recurso, pues de él

dependen muchas familias costarricenses lideradas especialmente por mujeres (SINAC-INCOPESCA, 2019), este panorama de poblaciones diezmadadas de bivalvos ya había sido reportado en Costa Rica por autores como Fournier y Fonseca (2007) en el que indicaron una disminución de 46,5 toneladas de estos moluscos entre 1997 al 2005 en los manglares del Pacífico. Además, a nivel ecológico Yahya *et al.* (2020) mencionan que entre los principales roles que realizan estos organismos se encuentra el reciclaje de nutrientes, facilita el movimiento de las corrientes de agua a través de las raíces de los manglares y reduce la turbidez del agua. Así mismo, muchos moluscos son dependientes de los mangles, las mayores diversidades dentro de los manglares se han encontrado cerca de *Rhizophora* sp. (Printrakoon *et al.*, 2008), los neumatóforos de los mangles facilitan la retención de sedimentos lo que permite aumentar la disposición de alimentos para estos organismos (Skilleter y Warren, 2000) y les brinda protección ante depredadores (Yahya *et al.*, 2020).

Así mismo, si se hace referencia solo a *A. tuberculosa*, se obtuvo una densidad poblacional de 0,02 organismos por m², lo que está muy por debajo de valores como los reportados por Campos *et al.* (1990) de 1,10 org/m² en el Humedal Térraba-Sierpe, por Silva-Benavides y Bonilla (2015) para Playa Blanca Costa Rica de 0,14 org/m² y de 2,77 org/m² para Golfito o el dato de Flores *et al.* (2011) en El Salvador con 0,13 org/m². De acuerdo con el SINAC (2018b) para *A. tuberculosa* cuando las densidades se encuentran entre 0 — 0,90 se puede catalogar como un recurso que está próximo a agotarse. Para el caso de *A. similis* correspondió a 0,01±0,01 por m² y para *Leukoma* spp. 0,03±0,04 por m².

El índice gonadosomático (IG) para *Anadara* sp. obtenido en el presente trabajo es bajo en comparación con otros estudios como el realizado por Tuñon (2013) quien obtuvo valores cercanos a 30% en Panamá, esto posiblemente asociado a la presión antropogénica que no les permita alcanzar mayores índices gonadales así como lo indica Clyde (2001) en su estudio sobre esta especie. Con respecto al índice de rendimiento de carne (IR), los valores obtenidos están dentro de los datos reportados por Silva-Benavides y Bonilla (2015) (12,7 — 25,9%) para Golfo Dulce en Costa Rica pero inferiores al valor máximo publicado (33,88%) por Jordan y Gómez (2006) para Panamá en pianguas.

A pesar de que los promedios de las longitudes de los organismos de *Anadara* sp. reportadas en este trabajo fueron mayores a otros estudios realizados en otras zonas de Puntarenas, como es el caso de la investigación realizada por el Proyecto Golfos (2015) en la zona de Manzanillo (4,28±0,6 cm para *A. tuberculosa* y 3,65±0,34 cm para *A. similis*); el 70% de las pianguas

muestreadas (ambas especies), se encontraron por debajo de la talla mínima de extracción establecida por la Ley de la República de Costa Rica 13371-A (1982); lo que coincide con estudios como el de Vega *et al.* (2021) que obtuvieron en *A. tuberculosa* tallas también menores a las aceptadas legalmente en Panamá o Manjarrés-Villamil *et al.* (2013) que observaron una disminución de las poblaciones de *A. similis* en Colombia, no obstante, para *Leukoma* spp. el 97% estaba dentro de los rangos de primera madurez (Wehrtman, 2017). La relación peso total (g) y longitud (cm) para *Anadara* sp. coincide con Silva-Benavides y Bonilla (2001) lo que indica que las especies están constantemente en reproducción, sin embargo, no logran alcanzar mayores tallas por la presión antropogénica que sufren (Diringer *et al.*, 2019). El comportamiento de la relación masa de tejidos suaves y longitud muestra mayores variaciones para el género *Anadara* sp., se muestran momentos donde hay disminución de masa por concepto de carne, pero no por concepto de concha la cual sigue en crecimiento, y luego a partir de 4 centímetros el aumento de carne se hace muy prominente posiblemente relacionado a la reproducción; estos datos son similares a lo observado con gran análisis por Lucero *et al.* (2011) para *A. tuberculosa* en Colombia.

La gran cantidad de hembras presentes en *A. similis*, puede relacionarse con procesos de reversión sexual de machos a hembras lo que podría provocar desequilibrios en la proporción sexual (Panta-Vélez *et al.*, 2020). Para *A. tuberculosa* la relación estuvo más cercano a 1:1, lo cual es semejante con lo reportado por otros investigadores en Costa Rica (Cruz, 1984; Silva-Benavides y Bonilla, 2015), en Ecuador (Flores y Lincadeo, 2010) y Panamá (Jordan y Gómez, 2006). Sin embargo, autores como Lucero *et al.* (2021) y Manjarrés-Villamil *et al.* (2013) afirman que el hermafroditismo puede estar presente en *A. similis* y *A. tuberculosa*; beneficiando la producción de hembras. En cuanto a *Leukoma*, autores como Hiebert (2015) reportaron hermafroditismo en *Leukoma staminea* donde las hembras eran mayoría.

En la presente investigación, las valoraciones económicas de los recursos naturales tienen el fin de crear conciencia sobre los beneficios de éstos al ser humano, así como lo menciona Constanza *et al.* (2014) y Benson *et al.* (2017), en el caso específico de los manglares, son las áreas que poseen el mayor valor económico por hectárea de todo el carbono azul del planeta. Las valoraciones económicas requieren análisis profundos del estado de los recursos naturales lo que permite enriquecer la toma de decisiones, sin dejar de lado a los usuarios inmediatos (comunidad) pues ellos deben ser parte fundamental de las políticas de conservación (Queiroz *et al.*, 2017). La valoración económica total calculada a través del muestreo en esta investigación,

tomando en cuenta las reservas de carbono fue cerca de 1,377 millones (USD), por otro lado, Hernández-Blanco *et al.* (2021) reportó un valor mediano para el Golfo de Nicoya Costa Rica de 86 millones (USD) aproximadamente por año en concepto de 11 servicios ecosistémicos. La aproximación del valor económico del servicio ecosistémico turismo, es cercano al valor reportado por Udin *et al.* (2013) para manglares en Bangladesh de 40 000 USD al año, pero muy inferior a ganancias económicas por el mismo concepto en otros manglares de Sri Lanka (entre 93 000 a 119 000 USD al año) o en el Humedal Terraba-Sierpe en Costa Rica en el que Sánchez *et al.* (2013) reportaron ganancias de cerca de 700 000 USD.

CONCLUSIONES

El presente estudio mostró una problemática en las abundancias de las poblaciones de moluscos bivalvos analizadas de interés comercial para consumo humano. Además, el 70% de los individuos del género *Anadara* hallados estuvieron por debajo de la talla mínima establecida por la legislación costarricense lo cual es un indicativo de presiones externas posiblemente asociadas a las extracciones sin medida, sin embargo, se recalca que los organismos están en constante reproducción. Además, se observa de acuerdo con los resultados, un bosque de mangle en regeneración, con cinco especies y un alto interés de la comunidad por visitar esta zona e incentivar un turismo que actualmente no está desarrollado.

Esta investigación mostró, que en el área de estudio existen áreas que benefician la crianza de los moluscos, por lo tanto, se recomienda con apoyo gubernamental incentivarse el cultivo del molusco *Anadara* sp. con fines de conservación y como generadora de fuente de trabajo. Así mismo, se recomienda mayor intervención del gobierno costarricense en cuanto a la sensibilización, empoderamiento y capacitaciones de la comunidad hacia los recursos naturales que tienen aledaños con el fin de que ellos sean los principales protectores del mismo y que a la vez puedan mejorar su calidad de vida con actividades sostenibles. La generación de este tipo de información permite establecer planes de educación ambiental contextualizados y basados en competencias atinentes a la realidad de cada comunidad.

REFERENCIAS

- Acuña, J., García, V. y Mondragón, J. (1998). Comparación de algunos aspectos físico-químicos y calidad sanitaria del Estero de Puntarenas, C.R. *Revista de Biología Tropical*, 6, 1-10.
- Acuña, J., Quesada, A. y Vargas, C. (2018). Cobertura y distribución de las especies de mangle en el Humedal Nacional Terraba Sierpe, C.R. *Anuario Igeo*, 14 (1), 120-129.
- Agraz-Hernández, C., Chan, C., Chávez-Barrera, J., Osti-Sáenz, J., Expósito-Díaz, G., Alonso-Campos, A., Muñoz-Salazar, R., ...y Rivera-Arriaga, E. (2020). Reserva de carbono en un ecosistema de manglar al norte de México: cambios ambientales durante 35 años. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91(2).
<https://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.2910>
- Atwood, T., Connolly, R., Almahasheer, H., Carnell, P., Duarte, C., Ewers Lewis, C. J., ...y Lovelock, C. E. (2017). Global patterns in mangrove soil carbon stocks and losses. *Nature Climate Change*, 7(7), 523–528. <https://doi.org/10.1038/nclimate3326>
- Barrantes, R. y Cerdas, A. (2014). Distribución espacial de las especies de mangle y su asociación con los tipos de sedimentos del sustrato, en el sector estuarino del Humedal Nacional Terraba Sierpe, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*, 63(1), 47-60.
<http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v63i1.23094>
- Benson, L., Glass, L., Jones, T., Ravaoarinorotsihoarana, L. y Rakotomahazo, C. (2017). Mangrove Carbon Stocks and Ecosystem Cover Dynamics in Southwest Madagascar and the Implications for Local Management. *Forests*, 8(6), 190.
<https://doi.org/10.3390/f8060190>
- Campos, J., Fournier, M. & Soto, R. (1990). Estimación de la población de *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) en Sierpe-Terraba, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 38(2B), 477-480.
- Chavé, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M., Chambers, JQ., Eamus, D., ... y Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87-99. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>
- Cifuentes, M., Brenes, C., Manrow, M. y Torres, D. (2014). *Dinámica de uso de la tierra y potencial de mitigación de los manglares del Golfo de Nicoya*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

- Clyde, M. (2001). The fisheries for mangrove cockles, *Anadara* spp., from Mexico to Peru, with descriptions of their habitats and biology, the fishermen's lives, and the effects of shrimp farming. *Aqua Docs*, 63(1),1-39.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., ... y Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152–158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>
- Cruz, R. y J. Palacios. (1983). Biometría del molusco *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda: Arcidae) en Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 31(2),175-179.
- Cruz, R. (1984). Algunos aspectos de la reproducción en *Anadara tuberculosa*; (Pelecypoda: Arcidae) de Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. *Revista De Biología Tropical*, 32(1), 45-50.
- Delgado, P., Hensel, P., Jiménez, J. y Day, J. (2001). The importance of propagule establishment and physical factors in mangrove distributional patterns in a Costa Rican estuary. *Aquatic Botany*, 71(3), 157–178. [https://doi.org/10.1016/s0304-3770\(01\)00188-7](https://doi.org/10.1016/s0304-3770(01)00188-7)
- Denyer, P., Cárdenas, G. y Kruse, S. (2004). Registro histórico y evolución de la barra arenosa de Puntarenas, Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 31, 45-59. <https://doi.org/10.15517/RGAC.V0I31.7245>
- Dias, T., Rosa, RS. & Damasceno, L. (2007). Aspectos socioeconômicos, percepção ambiental e perspectivas das mulheres marisqueiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte, Brasil). *Gaia Scientia*, 1,25–35.
- Diringer, B., Pretell, K., Avellan, R., Chanta, C., Cedeño, V. y Gentile, G. (2019). Genetic structure, phylogeography, and demography of *Anadara tuberculosa* (Bivalvia) from East Pacific as revealed by mtDNA: Implications to conservation. *Ecology and Evolution*, 9(8),4392-4402.<https://doi.org/10.1002/ece3.4937>
- Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M. y Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4(5), 293–297. <https://doi.org/10.1038/ngeo1123>

- Estrada, G. y Soares, M. (2017). Global patterns of aboveground carbon stock and sequestration in mangroves. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 89(2), 973–989. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160357>
- Fisher, B., Nakicenovic, N., Alfsen, K., Corfee-Morlot, J., Chesnaye, F., Hourcade, J... & Matysek, A. (2007). Issues related to mitigation in the long term context. Cambridge: University Press.
- Flores, C., Romero, A. y Córdoba, M. (2011). *Evaluación de la población de "curil" (Anadara tuberculosa) en los canales principales de puerto Ramírez y El Jobal, Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. (Tesis de Licenciatura)*. Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Flores, L. y Lincadeo, R. (2010). Size composition and sex ratio of *Anadara tuberculosa* and *Anadara similis* in a mangrove reserve from the northwest of Ecuador. *Revista de Biología Tropical*, 45, 541-546. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572010000300021>
- Fournier, M. y Fonseca, A. 2007. *Programa Estado de la Nación. XIII Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Informe Final- La Zona Marino-Costera*. San José, Costa Rica: Gobierno de Costa Rica.
- Fromard, F., Puig, H., Mougin, E., Marty, G., Betoulle, J.L. y Cadamuro, L. (1998). Structure above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana. *Oecologia*, 115, 39–53. <https://doi.org/10.1007/s004420050489>
- Garzón-Bautista, Y., Báez, M., Caetano, C. M., Toro-Perea, N., Guerra, M. y Castillo-Cárdenas, M. F. (2018). Karyotype of the Neotropical mangrove species *Pelliciera Rhizophorae Triana* and *Planchon* (Tetrameristaceae). *Caryologia*, 71(2), 182–189. <https://doi.org/10.1080/00087114.2018.1458528>
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, LL., Zhiu, Z., ... y Singh, A. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 20(1), 154–59. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>
- Godoy, M. y Lacerda, L. (2015). Mangroves Response to Climate Change: A Review of Recent Findings on Mangrove Extension and Distribution. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(2), 651-667. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201520150055>

- Fisher, B., Nakicenovic, N., Alfsen, K., Corfee-Morlot, J., Chesnaye, F., Hourcade, J., ... y Matysek, A. (2007). Issues related to mitigation in the long term context. Cambridge: University Press
- Hernández-Blanco, M., Costanza, R. y Cifuentes-Jara, M. (2018). *Valoración económica de los servicios ecosistémicos provistos por los manglares del Golfo de Nicoya*. San José, Costa Rica: Conservación Internacional.
- Hernández-Blanco, M., Costanza, R. y Cifuentes-Jara, M. (2021). Economic valuation of the ecosystem services provided by the mangroves of the Gulf of Nicoya using a hybrid methodology. *Ecosystem Services*, 49, 101258. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101258>
- Hiebert, T. (2015). *Leukoma staminea*. In: T. Hiebert, B. Butler & A. Shanks (Eds.), *Oregon Estuarine Invertebrates: Rudys Illustrated Guide to Common Species* (pp.1-10). University of Oregon, Charleston.
- Imbert, D. y Rollet, B. (1989). Phytomassae aérienne et production primaire dans la mangrove du Grand Cul-desac Marine (Guadeloupe, Antilles Françaises). *Bull. Ecol.*, 20, 27–39.
- Jiménez, J. (1999). El manejo de los manglares en el Pacífico de Centroamérica: Usos tradicionales y potenciales. In: A. Yáñez-Arancibia y A. L. Lara-Domínguez (Eds.), *Ecosistemas de Manglar en América Tropical* (pp.275-290). San José, Costa Rica: UICN/ORMA.
- Jiménez, J. A. (1994). Bosques de manglares en la costa Pacífica de América Central. *Revista Forestal Centroamericana*, 3, 13-17.
- Jordán, L.Y. y Gómez, J.A. (2006). Evaluación biológica de *Anadara tuberculosa*, Golfo de Montijo, República de Panamá. *Tecnociencia*, 8(2), 191-205
- Kauffman, J., Donato, D. y Adame, M. (2011). *Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbón de los manglares*. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Krauss, K. W. y Osland, M. J. (2019). Tropical cyclones and the organization of mangrove forests: a review. *Annals of Botany*, 125(2), 213-234. <https://doi.org/10.1093/aob/mcz161>

- Komiyama, A., Pongpurn, S. y Kato, S. (2005). Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. *Journal of Tropical Ecology*, 21,471–477. <https://doi.org/10.1017/S0266467405002476>
- Ley No 13371-A. *Establecimiento de talla mínima de captura y comercialización de la piangua*. Publicado en la Gaceta No 47 del 16 de febrero de 1982. San José, Costa Rica: La Gaceta.
- López-Angarita, J., Roberts, CM., Tilley, A., Hawkins, JP. y Cooke, RG. (2016). Mangroves and people: lessons from a history of use and abuse in four Latin American countries. *Forest Ecology and Management*, 368,151–62. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.020>
- Lucero-Rincón, C., Cantera-Kintz, J. y Gil-Agudelo, D. (2021). Hermaphroditism of bivalves *Anadara tuberculosa* and *Anadara similis* Sowerby 1883 (Arcidae) in Colombian Pacific mangroves. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50 (1), 163-170. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.1.1019>
- Lucero-Rincón, C., Cantera-Kintz, J. y Neira, R. (2011). Pesquería y crecimiento de la piangua (Arcoidea:Arcidae) *Anadara Tuberculosa* en la Bahía de Málaga del Pacífico colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 60(1), 2013-2017. <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i1.2754>
- Mainardi, V. (1995). *Estructura y composición florística de rodales con Pelliciera rhizophorae del manglar del estero Guarumal, Sierpe, Costa Rica*. (Tesis de Maestría). CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Manjarrés-Villamil, A., Lucero-Rincón, C., Gualteros, O., Cantera-Kintz, R. y Gil-Agudelo, L. (2013). Abundancia y madurez sexual de *Anadara similis* en el manglar de Luisico, Bahía Málaga, Pacífico Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 42(2), 215-231. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2013.42.2.47>
- Marshall, N. (1960). Studies on the Niantic River, Connecticut, with special reference to the Bay scallop *Aequipecten irradians*. *Limnol. Oceanogr*, 5,85-105. <https://doi.org/10.4319/lo.1960.5.1.0086>
- Menéndez, P., Losada, I. J., Beck, M. W., Torres-Ortega, S., Espejo, A., Narayan, S., ...y Lange, G. (2018). *Valuing the protection services of mangroves at national scale: The Philippines*. *Ecosystem Services*, 34, 24–36. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.09.005>

- Menéndez, P., Losada, I.J., Torres-Ortega, S., Narayan, S. y Beck, M. (2020). The Global Flood Protection Benefits of Mangroves. *Scientific Reports*, 10(1), 4404. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61136-6>
- Moschetto, F. A., Ribeiro, R. B. y De Freitas, D. M. (2021). Urban expansion, regeneration and socioenvironmental vulnerability in a mangrove ecosystem at the southeast coastal of São Paulo, Brazil. *Ocean & Coastal Management*, 105418. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105418>
- Ordinola E., Montero, P., Alemán, S. y Llanos, J. (2020). Concha Negra *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) y concha huequera *Anadara similis* (C.B. Adams, 1852) en los mangles de Tumbes. *Informativo del Instituto del Mar de Perú*, 47 (1), 127-137.
- Organización Mundial para la alimentación (FAO). (2007). *Mangroves of North and Central America 1980-2005 (Informes Nacionales)*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Ortíz, E. y Soto, C. (2014). *Atlas de Costa Rica*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Panta-Vélez, R., Bermúdez-Medrandá, A., Mero, P., Arrieché, D. y Acosta-Balbás, V. (2020). Reproductive Cycle of *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) (Bivalvia: Arcidae) in a Mangrove System of the Chone River Estuary, Ecuador. *Advances in Environmental Biology*, 4(2),1-11. <https://doi.org/10.22587/aeb.2020.14.2.1>
- Parray, S., Bhupendra, K. y Shah, M. (2018). Comparative assessment of dominant macrophytes and limnological parameters of Dal lake and Chatlam wetlands in the Union territory of Jammu & Kashmir, India. *Environmental Technology & Innovation*, 24, 101978. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101978>
- Pineda, J. (2021). *Potencial de almacenamiento de carbono en manglares en diferentes estadios de restauración en el Golfo de Nicoya, Costa Rica*. (Tesis de Maestría). CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Pizarro, F., Piedra, L., Bravo, J., Asch, J. y Asch, C. (2004). *Manual de Procedimientos para el Manejo de los Manglares de Costa Rica*. Heredia, Costa Rica: FEUNA.

- Polidoro, B. A., Carpenter, K. E., Collins, L., Duke, N. C., Ellison, A. M., Ellison, J. C., ... y Yong, J. (2010). The loss of species: Mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoS ONE*, 5(4), e10095. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010095>
- Printrakoon, C. y Tëmkin, I. (2008). Comparative ecology of two parapatric populations of *Isognomon* (Bivalvia: Isognomonidae) of Kungkrabaen Bay. *Thailand. Raff. Bull. Zool.*, 18, 75–94.
- Proyecto Golfos (2015). *Plan de Aprovechamiento de las pianguas (Anadara tuberculosa y Anadara similis) en la zona de Manzanillo-Puntarenas*. San José, Costa Rica: SINAC.
- Queiroz, L. de S., Rossi, S., Calvet-Mir, L., Ruiz-Mallén, I., García-Betorz, S., Salvà-Prat, J. y Meireles, A. (2017). Neglected ecosystem services: Highlighting the socio-cultural perception of mangroves in decision-making processes. *Ecosystem Services*, 26, 137–145. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.013>
- RCoreTeam. (2020). *R: A language and environment for statistical computing* (R version 3.6.1). <https://www.r-project.org/>
- Rincón, M. P., Infante, D.M., Moreno, P.C., Hernández, M.E., Barba, E.M. y García, J.A. (2020). Distribution patterns and vegetation structure in the coastal wetland gradient in the Castaño, Chiapas, Mexico. *Revista Biología Tropical*, 68(1), 242-259. <https://doi.org/10.15517/RBT.V68I1.37616>
- Rojas-Jimenez, K., Villalobos-Rojas, F., Gatgens-García, J., Rodríguez-Arias, M., Hernández-Montero, N. y Wehrtmann, I. (2022) Presence of microplastics in six bivalve species (Mollusca, Bivalvia) commercially exploited at the Pacific coast of Costa Rica, Central America. *Marine Pollution Bulletin*, 183. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114040>.
- Romañach, S., DeAngelis, D., Koh, H., Li, Y., Teh, S., Raja Barizan, R. y Zhai, L. (2018). *Conservation and restoration of mangroves: Global status, perspectives, and prognosis*. *Ocean & Coastal Management*, 154, 72–82. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.01.009>
- Samper, J.V. y Silva, A.B. (2014). Structural complexity of mangroves in Playa Blanca, Escondido and Rincón de Osa, Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63 (1), 199-208. <https://doi.org/10.15517/RBT.V63I1.23103>

- Sánchez, R., Reyes, V., Mora, R., Castro, R., Madrigal, P., Ovares, C. y Cascante, S. (2013). *Informe final: Valoración económica de usos alternativos de la tierra del área de amortiguamiento y del Humedal Térraba-Sierpe*. San José, Costa Rica: Ministerio de Ambiente y Energía.
- Silva-Benavides, A. y Bonilla, R. (2001). Abundancia y morfometría de *Anadara Tuberculosa* y *A. similis* (Mollusca: Bivalvia) en el manglar de Purruja, Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 49(2), 315-320.
- Silva-Benavides, A. y Bonilla, R. (2015). Estructura de la población y distribución de *Anadara tuberculosa* Sowerby (1833) (Mollusca: Bivalvia) en los manglares de Golfito y Playa Blanca de Puerto Jiménez, Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 287-298. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v63i1.23108>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2019). *Estrategia Regional para el Manejo y Conservación de los Manglares en el Golfo de Nicoya-Costa Rica 2019-2030*. San José-Costa Rica: SINAC.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2018). *Plan General de Manejo del Humedal Estero Puntarenas y Manglares Asociados*. San José, Costa Rica: SINAC.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2016). *Guía para la evaluación rápida de las poblaciones de piangua*. San José, Costa Rica: Ministerio de Ambiente y Energía
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación-Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. (2019). *Evaluación de poblaciones de piangua en los manglares del cantón de Puntarenas*. San José, Costa Rica: SINAC-INCOPECA.
- Skilleteer, G.A. y Warren, S. (2000). Effects of habitat modification in mangroves on the structure of mollusc and crab assemblages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 244, 107–129. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-0981\(99\)00133-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-0981(99)00133-1)
- Smith, J. y Whelan, K. (2006). Development of allometric relations for three mangrove species in South Florida for use in the Greater Everglades Ecosystem restoration. *Wetlands Ecology and Management*, 14, 409–419. <https://doi.org/10.1007/s11273-005-6243-z>
- Southwell, CR. y Bultman, JD. (1971) Marine borer resistance of untreated woods over long periods of immersion in tropical waters. *Biotropica*, 3, 81–107. <https://doi.org/10.2307/2989709>

- Sundaramanickam, A., Nithin, A. y Balasubramanian, T. (2021). Role of Mangroves in Pollution Abatement. In: R. Rastogi, M. Phulwaria, D. Gupta (Eds), *Mangroves: Ecology, Biodiversity and Management* (pp 257-278). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2494-0_11
- Thomas, N., Lucas, R., Bunting, P., Hardy, A., Rosenqvist, A. y Simard, M. (2017). Distribution 900 and drivers of global mangrove forest change, 1996–2010. *PLoS ONE*, 12, e0179302. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179302>
- Tuñón, A. (2013). *Morfometría, desarrollo reproductivo y metales trazas (cobre y cadmio) en gónadas de Anadara Tuberculosa y sedimento, en el estero de Caté, Golfo de Montijo*. (Tesis de Maestría). Universidad de Panamá, Panamá.
- Uddin, M. S., de Ruyter van Steveninck, E., Stuij, M. y Shah, M. A (2013). Economic valuation of provisioning and cultural services of a protected mangrove ecosystem: A case study on Sundarbans Reserve Forest, Bangladesh. *Ecosystem Services*, 5, 88–93. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.07.002>
- Vega, A., Robles, Y., Alvarado, O. y Cedeño-Mitre, C. (2021). Size structure, distribution, and abundance of *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) in two mangrove systems from the Pacific Coast of Panama. *Revista de Biología Tropical*, 69(2), 422-433. <https://dx.doi.org/10.15517/rbt.v69i2.43934>
- Wehrtmann, I. (2017). *Estimación de la talla de primera madurez sexual de especies de interés comercial en el Golfo de Nicoya. Unidad de Investigación Pesquera y Acuicultura (UNIP)*. Costa Rica, San José: Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones de Ciencia del Mar.
- Woodroffe, C. D., Rogers, K., McKee, K. L., Lovelock, C. E., Mendelssohn, I. A. y Saintilan, N. (2016). Mangrove Sedimentation and Response to Relative Sea-Level Rise. *Annual Review of Marine Science*, 8(1), 243–266. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-122414-034025>
- Yahya, N., Idris, I., Rosli, N. S. y Bachok, Z. (2020). Mangrove-associated bivalves in Southeast Asia: A review. *Regional Studies in Marine Science*, 101382. doi:10.1016/j.rsma.2020.101382. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101382>

Zanne, AE., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, DA., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, SL., Miller, RB., ...y Chave, J. (2009). *Data from: towards a worldwide wood economics spectrum*. Estados Unidos: Dryad Digital Repository. <https://doi.org/10.5061/dryad.234>

6. Artículo 3. Hacia un proceso de educación ambiental no formal y contextualizado en la comunidad de Chacarita, Puntarenas, Costa Rica

Towards a process of non-formal and contextualized environmental education in the community of Chacarita, Puntarenas, Costa Rica

Revista Educación de la Universidad de Costa Rica

Milagro Carvajal-Oses¹, Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia y Parque Marino del Pacífico, Puntarenas, Costa Rica, milagro.carvajal.oses@una.ac.cr <https://orcid.org/0000-0002-8294-9863>

Enyell Valerio-Carranza², Universidad de Costa Rica, Puntarenas, Costa Rica, enyell.valerio@ucr.ac.cr <https://orcid.org/0000-0001-7879-0186>

Christian Moreira-Segura³, Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Costa Rica, cmoreira@itcr.ac.cr <https://orcid.org/0000-0003-3047-2415>

Ángel Herrera-Ulloa¹, Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica, angel.herrera.ulloa@una.ac.cr <https://orcid.org/0000-0003-2375-2945>

¹Parque Marino del Pacífico, Escuela Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

²Escuela de Psicología Universidad de Costa Rica.

³Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Nacional a Distancia, San Carlos, Costa Rica.

Resumen

Las acciones en educación ambiental costeras son escasas. A nivel mundial, muchas de las comunidades aledañas a manglares viven en condiciones de pobreza y Costa Rica no es la excepción, esto debido a la mala gestión y al poco empoderamiento que las comunidades poseen hacia los recursos naturales. El presente artículo tiene como objetivo mostrar las primeras fases de la construcción de un proceso educativo no formal en materia ambiental desarrollado en la comunidad costera de Chacarita, Puntarenas, Costa Rica; a partir de un modelo educativo basado en competencias. El proyecto educativo fue contextualizado, por lo tanto, se recabó información referida a este manglar, se realizaron muestreos biológicos de moluscos de interés comercial y manglares durante un año. Se realizaron avistamientos de aves, mamíferos y se recolectó información referida a la pesca en la zona. Finalmente, se aplicó una encuesta con el fin de evaluar conocimientos y disposiciones de la comunidad. Los resultados obtenidos permitieron la construcción de competencias y de materiales educativos, además, mostraron que el poblado de Chacarita tiene anuencia a recibir educación ambiental, así como participar de actividades como limpiezas y reforestación.

Palabras clave: Materiales Educativos, Educación Ambiental, Educación No Formal, Competencias, Procesos Comunitarios, Sostenibilidad.

Abstract

Actions in coastal environmental education are scarce. Worldwide, many of the communities surrounding mangroves live in conditions of poverty and Costa Rica is no exception, due to poor management and little empowerment that communities have towards the natives. This article aims to show the first phases of the construction of a non-formal educational process in environmental matters developed in the coastal community of Chacarita, Puntarenas, Costa Rica; based on an educational model based on competencies. The educational project was contextualized, therefore the information referring to this mangrove was collected, biological results of molluscs of commercial interest and mangroves were carried out for a year. Sightings of birds and mammals were made and information on fishing in the area was collected. Finally, a survey was applied in order to evaluate knowledge and dispositions of the community. The results obtained allowed the construction of skills and educational materials, in addition, they showed that the town of Chacarita is willing to receive environmental education as well as participate in activities such as cleaning and reforestation.

Keywords: Educational material, non-formal environmental education, Skills, Community Process, Sustainability

INTRODUCCIÓN

A escala mundial, las sociedades y su forma de vincularse con el medioambiente han venido generando tensiones que representan una alteración de los recursos naturales, de tal manera que los procesos de apropiación, producción y consumo de los seres humanos, aunados al excesivo crecimiento poblacional son sinónimo de degradación de la biosfera (Martínez, 2010). En el actual mundo capitalista, los intereses económicos y políticos se sobreponen a la necesidad de implementar prácticas que posibiliten contrarrestar los graves efectos que tales formas de organización provocan sobre estos recursos.

Ante el panorama anterior, se hace necesaria entonces, la ejecución de acciones que permitan precisamente contrarrestar los efectos negativos que se tienen sobre los servicios ecosistémicos para así, contribuir con la promoción de interacciones responsables entre los seres humanos y el medioambiente. Una de estas acciones podría estar relacionada con el diseño y la ejecución de programas de educación ambiental, que de acuerdo con Díaz *et al.* (2019), consisten en una forma de sensibilizar a las personas por medio de conocimientos, además de incentivar valores y motivar actitudes que propicien un manejo racional de los recursos.

La educación ambiental se ha ido consolidando en las últimas décadas, como una herramienta valiosa, en tanto hace posible la formación de personas responsables y conocedoras de los efectos que generan sus acciones sobre el ambiente. De manera tal que, es de algún modo una educación para la vida, pues influye en la formación de personas ciudadanas amantes de la biodiversidad y comprometidas con su protección, todo abordado desde la construcción de identidades, formas de vida, cultura, costumbres y prácticas que ven a la naturaleza como la fuente de un futuro sano (Martínez y Carballo, 2013).

Ahora bien, existen diferentes modalidades mediante las cuales la educación ambiental puede ser abordada. Una de ellas es la educación no formal, la cual implica la transmisión de conocimientos, valores y aptitudes que no necesariamente forman parte del sistema educativo oficial (López-Gómez y Bastida, 2018).

La educación ambiental no formal según Villadiego-Lorduy *et al.* (2017) se ha venido implementando en diferentes grupos sociales, por lo general, a escalas locales. Asimismo, el desarrollo de este contexto de aprendizaje implica la necesidad de generar procesos de valoración apegados a las características ambientales de las comunidades en donde sean implementados, así como a los procesos socio-afectivos, culturales y cognitivos de sus habitantes. Implica la aprehensión de realidades múltiples que conllevan a la mitigación de los problemas ambientales que puedan existir en las diferentes escalas planetarias (local, regional, nacional y global).

Para tomar en consideración un proceso educativo no formal, teórico constructivista, que según Ortiz (2015), se refiere a intercambios dialécticos de conocimientos que pueden tener lugar entre quien(es) enseña(n) y quien(es) aprende(n) con la finalidad de llegar a una síntesis productiva para ambas partes y en consecuencia, lograr aprendizajes significativos. El presente artículo se ha propuesto exponer y describir el proceso detrás de las primeras etapas de una investigación que se ha venido desarrollando en la comunidad de Chacarita de Puntarenas desde el 2020 y hasta la fecha. Dicha investigación se planteó como meta general, evaluar los servicios ecosistémicos de provisionamiento y culturales en el manglar de Chacarita mediante parámetros biológicos, económicos y sociales que permitan la generación de una propuesta de plan de educación ambiental que apoye su gestión sostenible. No obstante, el presente artículo tiene como objetivo la descripción del proceso que ha hecho posible el diseño de competencias y materiales educativos a partir de las particularidades de la comunidad y su manglar aledaño.

ANTECEDENTES

Las acciones vinculadas con procesos de educación ambiental referentes a temáticas marinas y costeras son escasas si se comparan con los procesos educativos que han tenido lugar en zonas alejadas de las costas y el mar. Sin embargo, se han desarrollado en diversas regiones del mundo de una manera integrada con las actividades de gestión costera en las comunidades (Santos *et al.*, 2017).

En el mundo han existido casos exitosos relacionados con la educación ambiental en comunidades costeras. Un primer trabajo que resulta conveniente mencionar es el desarrollado por Casas (2012), quien implementó un proceso de educación y concienciación de la población de la zona oeste de Villa Clara en Cuba, a fin de crear bases para posteriores procesos de

participación comunitaria. Como parte del proceso de intervención se estableció un sistema de educación ambiental de manera coordinada entre provincias, municipios y comunidades donde se garantizaba el intercambio sistemático entre los territorios vinculados con la conservación y el manejo sostenible de los ecosistemas naturales. Este proyecto tuvo como marco de referencia un modelo de educación ambiental no formal que funcionó en conjunto con un programa de comunicación social que hizo posible la consolidación de espacios radiales desde los cuales se educó a la población, así como también se desarrollaron procesos de creación de recursos informativos (plegables informativos y boletines digitales) referidos a la temática y a los problemas ambientales específicamente dirigidos al manejo integrado costero.

Por otro lado, se puede situar el trabajo investigativo de Putra *et al.* (2021). Esta investigación parte de un enfoque cualitativo descriptivo y se basó en la recolección de información a partir de técnicas de observación y medición de objetos en el lugar delimitado, así como la realización de entrevistas semiestructuradas a una muestra establecida en las áreas costeras de Pasuruan-Indonesia. De este proyecto se concluyó que la participación comunitaria a través de un cambio en la percepción, como base motivacional para una mejor gestión ambiental, tuvo implicaciones para alcanzar procesos de recuperación de ecosistemas de manglares, a través de esfuerzos enfocados en la relación armoniosa entre el ser humano y la naturaleza.

Otras personas autoras han resaltado la importancia de acoplar procesos educativos no formales a comunidades cercanas a manglares. Por ejemplo, Glaser *et al.* (2012) en un proceso investigativo interdisciplinario donde se contó con la participación de personas profesionales de ciencias naturales y sociales, se examinaron los indicadores clave para identificar los estados de los sistemas socio-ecológicos costeros y marinos tropicales. De este proceso se rescató el protagónico papel de los procesos educativos no formales como medida para promover manejos sostenibles de ecosistemas marinos, donde sobresalieron las redes sociales, la generación de conocimientos ecológicos locales y la existencia de procesos de vinculación cultural con otros sistemas de conocimiento.

Arfan *et al.* (2021) por su parte, investigaron la rentabilidad y la sostenibilidad de las áreas de manglares mediante el crecimiento, la expansión de las áreas de ecoturismo marino y la implementación de educación ambiental. Fue un estudio observacional donde se abordaron los roles específicos de la comunidad en áreas alrededor de manglares, el gobierno local, las organizaciones no gubernamentales y los líderes o lideresas comunitarias. Asimismo, se recolectaron imágenes satelitales de alta resolución a partir de diversos métodos y de la

información recolectada se sugirió un análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas con la finalidad de determinar cómo la productividad del desarrollo de los bosques de manglares podría contribuir al turismo ecológico marino.

Finalmente, trabajos como los de Soulé (2013); y Miller *et al.* (2014), se orientaron a describir los efectos negativos producidos a partir de la pérdida de la biodiversidad: disminución de la productividad, la resiliencia, la tolerancia a las sequías, las opciones de manejo de aguas, la eficiencia de los ecosistemas, resistencias a plagas, entre otros. Asimismo, estos trabajos exhortan a reproducir modelos éticos referentes a la adecuada gestión de los ecosistemas y cuestionan el hecho de que muchas de las más grandes organizaciones ambientalistas de la actualidad, se encuentran dominadas por intereses financieros y corporativos cuyos valores son antitéticos a la protección de la integridad de los ecosistemas, y que, por el contrario, reproducen éticas utilitarias apegadas a filosofías económicas neoliberales.

MARCO TEÓRICO

Problemáticas ambientales en zonas costeras

El territorio continental costarricense es de 51 100 km² y se encuentra circunscrito por una costa de 1 466 km, siendo un 15% asociado a la rectilínea costa del Caribe y un 85% a la costa del Pacífico. Dichas costas representan una amplia gama de ambientes marinos que contienen alrededor del 3,5% de la biodiversidad de los océanos de todo el mundo (Gómez, 2013). Continuando con este autor, la relevancia de estos sitios radica en el ambiente natural y en la importancia de éste para las poblaciones costeras que ahí se ubican, entre ellas las ciudades como Limón, Golfito y Puntarenas.

En Costa Rica, el territorio marino es diez veces mayor al territorio terrestre, siendo que mucha de la riqueza se concentra en el área marítima (Alpizar *et al.*, 2018). Las costas de país, según estos mismos autores, generan riqueza nacional mediante el desarrollo de actividades como la pesca, el turismo, el transporte, la biodiversidad y la obtención de servicios ecosistémicos que permitan enfrentar al fenómeno del cambio climático; de tal manera que la protección de los mares debe convertirse en una obligación para el país.

Ahora bien, Gómez (2013) indica que en las últimas décadas ha existido un aumento significativo en la presión sobre las costas debido a múltiples factores, entre ellos, el acelerado desarrollo

hotelero y turístico, construcciones marítimo-terrestres, inadecuados manejos de las cuencas hidrográficas o hidrogeológicas, aumento en la cantidad de desechos de actividades humanas que son vertidos en los cauces de los ríos y las playas, aumento de cultivos agrícolas que erosionan los suelos y malas disposiciones de los desechos sólidos y fecales, entre otros. Estas problemáticas se traducen en disminución de los hábitats naturales y ecosistemas marinos, presencia de materia fecal en ríos y mares, destrucción de la belleza escénica, mayor contaminación, deforestación, problemas climáticos y mayor exposición de las comunidades a desastres naturales, entre otros.

El Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA, 2021) señala que la contaminación prolongada puede generar afectaciones sobre los ecosistemas marinos y costeros y poner en riesgo los medios de vida de comunidades enteras. La acumulación de plásticos en los océanos, así como otros contaminantes presentes en aguas costeras pueden almacenarse en los organismos marinos y provocar (a través de la cadena alimentaria) deterioro de la resiliencia de los ecosistemas marinos y suponer peligros para la salud humana (aparición de enfermedades) ante el consumo de especies extraídas de estas aguas.

Ahora bien, todas estas problemáticas han alcanzado y afectado directa o indirectamente a los manglares, los cuales representan ecosistemas marinos presentes en zonas costeras. Son bosques con adaptaciones fisiológicas que le permiten su crecimiento en ambientes salinos y deficientes en oxígeno (Dinesh *et al.*, 2017). Mundialmente los manglares cubren aproximadamente 152 530 km² del Planeta y cerca de 100 millones de personas se benefician de sus servicios ecosistémicos (Rodríguez, 2018).

Los manglares a nivel mundial ofrecen servicios ecosistémicos, los cuales de acuerdo a la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) se refieren a los beneficios que los seres humanos obtienen de la naturaleza, que pueden clasificarse en servicios de aprovisionamiento (alimentos, agua, madera y fibra), servicios de regulación (que afectan al clima, eventos naturales, enfermedades, desechos y calidad del agua); servicios de apoyo (formación del suelo, fotosíntesis y reciclaje de nutrientes); tanto como servicios culturales (recreativos, estéticos y espirituales). Estos bosques estuarinos tienen la capacidad de desempeñar funciones como la fijación de gases de efecto invernadero, la protección de las zonas costeras ante embates climáticos, la contribución en la formación de los suelos y la prevención de la erosión de éstos, al tiempo que se convierten en el hábitat de cientos de especies vegetales y la cuna de animales de gran importancia comercial como peces, cangrejos y moluscos.

Los manglares son bosques aliados estratégicos contra los efectos del cambio climático, no obstante, están sufriendo las consecuencias de las acciones humanas insostenibles con el medioambiente y esto afecta los ecosistemas naturales, al mismo tiempo que representan una afectación en cuanto a la economía de las comunidades aledañas. Ante este panorama se hace necesario el desarrollo y ejecución de programas educativos bajo modalidades formales y/o no formales (aunque en este artículo se hace énfasis en el segundo modelo), orientados a informar a las poblaciones sobre las afectaciones que están experimentando estos bosques marinos y cómo esto puede afectar también al ser humano y las comunidades, al mismo tiempo que se promueven prácticas alternativas responsables referentes a usos sostenibles de los recursos ecosistémicos marinos y a la protección de los recursos naturales en general.

Educación ambiental como herramienta para la promoción del desarrollo sustentable

A partir de la década de los 70's del siglo XX, se comienza de forma internacional, a través de la Conferencia de Estocolmo (1972), Seminario de Belgrado (1975), Conferencia de Nairobi (1976), Reunión de Tbilisi (1977), Encuentro de Moscú (1978), Conferencia de Malta (1991), entre otras, a manifestar la preocupación para encontrar soluciones a la crisis ambiental que ya para ese momento se empezaba a hacer más notoria (Torres, 1998). De manera que la educación ambiental comienza a constituirse como una herramienta necesaria para dicho propósito.

Según este mismo autor, a través de los procesos de educación se comienza a incluir la dimensión ambiental como uno de los componentes fundamentales de la educación formal, así como de las actividades educativas no formales. El impacto ambiental debido a la instalación de modelos económicos neoliberales se ha manifestando mediante pérdida de suelos, recursos hídricos, contaminación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, contaminación visual, deforestación, pérdida de biodiversidad, cambio climático y afectación sobre los ecosistemas, siendo entonces necesario un acercamiento a los campos de la sustentabilidad y los comportamientos que la promuevan (Severiche-Sierra *et al.*, 2016).

La educación ambiental se consolida entonces como la herramienta elemental para que los seres humanos adquieran conciencia de la importancia de preservar los entornos, para hacerlos capaces de realizar cambios en sus valores, conductas, estilos de vida, así como para ampliar los conocimientos para impulsarlos a la acción mediante procesos de prevención y mitigación de los problemas existentes en la actualidad y los futuros (Severiche-Sierra *et al.*, 2016).

Así mismo, la educación ambiental debe ser un factor estratégico capaz de incidir sobre los modelos de desarrollo establecidos en los contextos políticos y económicos de las naciones y de esta manera, reorientarlos hacia la sustentabilidad y la equidad (Martínez, 2010). Los procesos educativos en materia ambiental deben estar contextualizados según las necesidades y características sociales, políticas, económicas y culturales de cada territorio y deben tener como fin último la generación de soluciones a las problemáticas experimentadas involucrando a las comunidades. Asimismo, se deben generar políticas públicas para redireccionar los modelos económicos, sociales y culturales hacia modelos sustentables con el ambiente.

Educación ambiental no formal desde contextos comunitarios

Hasta aquí se ha hecho referencia del protagónico papel que tiene la educación ambiental como herramienta para la promoción de procesos de desarrollo sustentable. Ahora, existen diferentes contextos educativos a implementarse para dicho fin, entre ellos, el no formal, el cual surge históricamente como una respuesta a los problemas y dificultades del desarrollo de la escolarización y como una forma de alcanzar los objetivos educativos planteados para toda la población (Villadiego-Lorduy *et al.*, 2014).

De acuerdo con López-Gómez y Bastida (2018), la educación no formal “sucede cuando el aprendizaje no es proporcionado por un centro educativo y no necesariamente se obtiene una certificación; no obstante, posee una estructura definida por objetivos didácticos y pedagógicos centrados en los alumnos a quienes está dirigida” (párr. 17). Es, según estos mismos autores, un proceso educativo capaz de generar cambios de carácter social, cultural, político y económico y surge a partir de la importancia de elaborar proyectos curriculares flexibles e innovadores.

La educación no formal, según la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] (1999), es una herramienta central en el proceso de sensibilización ambiental y promoción de acciones de apoyo ambiental. Esta dimensión educativa se ha convertido en una disciplina capaz de participar en la generación de oportunidades transformacionales individuales y colectivas, a través de la ejecución de procesos socioeducativos cuya finalidad es la mejora de las condiciones de vida de los diversos grupos humanos, principalmente de aquellos residentes de las ruralidades (Dávila, 2016).

La educación ambiental no formal, surge en las décadas de 1960-70 como una necesidad de dotar a los colectivos ecologistas de cierta dimensión educativa (mediante manifiestos, conferencias, entre otros), al mismo tiempo que se van sensibilizando algunas instituciones

extraescolares de tipo local con el fin de crear estructuras de apoyo a la escuela en la acción de favorecer al medioambiente (Novo, 1996). Este mismo autor señala que la educación ambiental no formal está compuesta por varios ejes importantes: la instauración de la idea de una responsabilidad global, la búsqueda de sociedades socialmente justas y equilibradas, críticas al modelo de civilización dominante, basado en la super-producción y super-consumo para unos pocos y la escasez para las mayorías y la valoración positiva del protagonismo de las comunidades en la definición de sus propios modelos de desarrollo.

Materiales educativos para la construcción de aprendizajes significativos

La educación tal y como hasta aquí se ha abordado, es una herramienta fundamental para el desarrollo y aprendizaje de las personas. Ahora bien, para que este proceso suceda exitosamente se debe recurrir a diversidad de recursos y estrategias que faciliten la construcción de aprendizajes significativos. Una de estas estrategias sería la elaboración de recursos didácticos que puedan ser utilizados para facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje, haciendo así a la educación, más dinámica y eficaz (Manrique y Gallego, 2012). Según estas mismas autoras, la implementación de materiales didácticos en los procesos educativos conlleva a una dinámica de transmisión de conocimientos, en donde las personas que aprenden podrán contar con la posibilidad de interactuar de manera más práctica y lúdica con los saberes, en este caso, en materia ambiental y sustentabilidad.

Vargas (2017), por su parte indica que a los recursos educativos didácticos se les ha llamado de diversos modos (apoyos didácticos, recursos didácticos, medios educativos, entre otros), sin embargo, tienen en común que son un conjunto de medios materiales que intervienen y facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje además, pueden ser tanto físicos como virtuales, asumiendo como condición, el despertar el interés de quienes aprenden, adecuándose a las distintas características físicas y psíquicas de los(as) mismos(as). Asimismo, funcionan como un recurso que facilita la actividad a quien enseña, en tanto sirven como una guía, que cuenta con la característica de adecuarse a cualquier contenido.

Siguiendo con Vargas (2017), los materiales didácticos son necesarios porque influyen en los estímulos y órganos sensoriales de quienes aprenden y permite ponerlos en contacto con el objeto del aprendizaje ya sea directa o indirectamente y es que de este modo, los recursos didácticos proporcionan información sobre determinados temas, permiten cumplir objetivos del proceso educativo, guían la enseñanza y el aprendizaje, contextualizan a quienes aprenden,

facilitan la comunicación entre quienes enseñan y sus aprendices, acercan las ideas a los sentidos y motivan el aprendizaje. Y si se hace referencia específicamente a la educación ambiental, los materiales didácticos influyen positivamente en la adquisición de comportamientos ambientales (Bazarra y Castaño, 2012).

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta investigación se realizó en la comunidad de Chacarita, Puntarenas, Costa Rica y su manglar aledaño, durante el periodo de 2020-2022. Geográficamente dicha zona se encuentra a 9, 98° Latitud Norte y -84,77 de Longitud Oeste; y cuenta con una superficie de 500 hectáreas aproximadamente. Es una investigación que, al momento de redacción del artículo, aún se encuentra en desarrollo y tiene como último propósito, el diseño y la implementación de un Plan de Educación Ambiental (PEA) en dicha comunidad. El PEA está compuesto por tres etapas:

1. Recolección y análisis de información como base para la justificación y contextualización del PEA.
2. Elaboración de materiales educativos que serán contemplados como recursos didácticos del PEA.
3. Diseño e implementación del PEA en la comunidad de Chacarita, Puntarenas.

Ahora bien, en este artículo se abordaron únicamente las dos primeras secciones de este proceso investigativo (Figura 12). La investigación, presenta un enfoque y método investigativo mixto, desde donde, según Pereira (2011), la persona investigadora cuenta con la posibilidad de combinar metodologías cualitativas y cuantitativas con el fin de optar por mejores oportunidades de acercarse a las problemáticas de investigación y de esa manera tener una mejor evidencia y comprensión de los fenómenos estudiados.

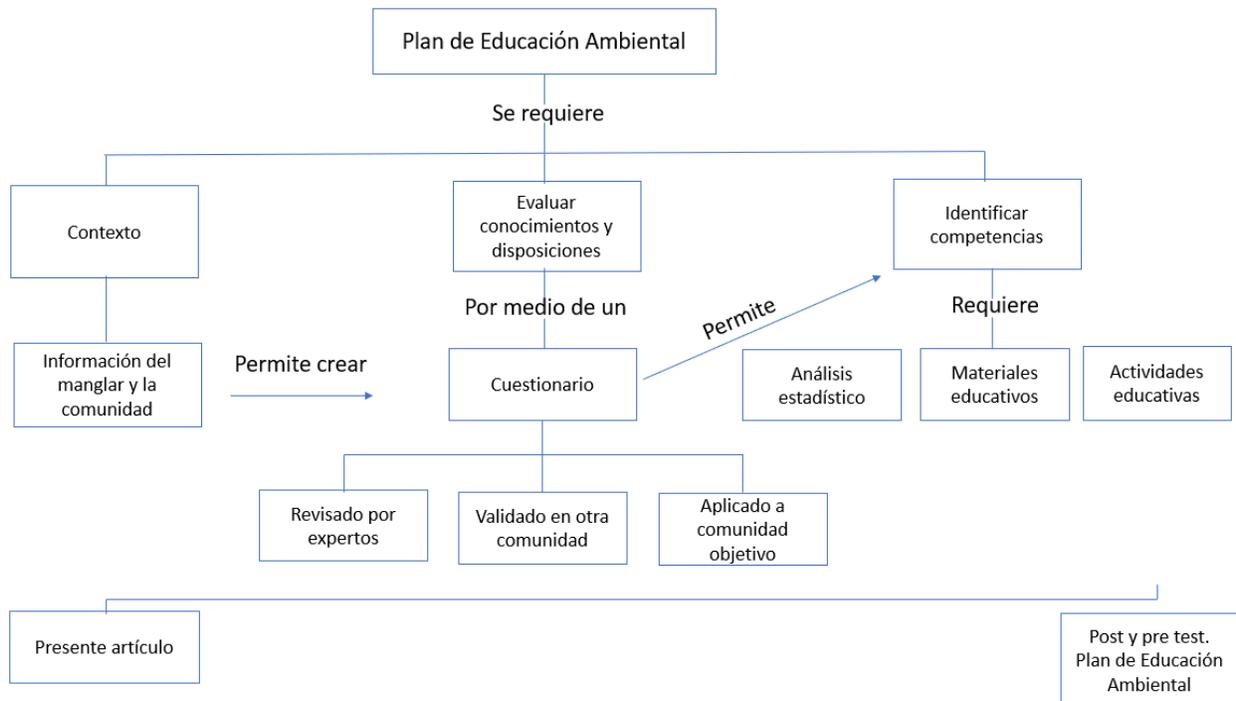


Figura 12. Secciones del Plan de Educación Ambiental.

Fuente: elaboración propia de las personas autoras.

En términos generales, el estudio se fundamenta y orienta sobre un paradigma educativo constructivista desde donde cada ser humano tiene la oportunidad de confrontar lo que sabe con lo desconocido (Moreira-Segura, 2016). El modelo educativo específico utilizado fue el propuesto por la Asociación Norteamericana de Educadores Ambientales [NAAEE] (Hollweg *et al.*, 2011). Este se enfoca en las competencias que los individuos pueden desarrollar; para adquirir mejores comportamientos ambientales; por medio de conocimientos, disposiciones (habilidades y actitudes) y basado en un contexto determinado.

A continuación, se procede con la descripción de los aspectos metodológicos asociados a cada una de las dos primeras etapas de este proyecto investigativo.

1. Recolección y análisis de información como base para la justificación y contextualización del PEA.

1.1. Recolección de información

El proceso de recolección de información se estructuró a partir de tres ejes principales:

1.1.1. Información del manglar como base para la creación de materiales y actividades contextualizadas en educación ambiental:

En esta etapa se realizaron muestreos mensuales del manglar y recolección de otra información asociada a la comunidad que permitieron posteriormente, diseñar los materiales didácticos y planificar las actividades educativas. Se muestrearon:

- a. *Moluscos bivalvos*: se optó por evaluarlos por la presión que reciben en este manglar específico (Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC], 2018a). Se realizaron muestreos mensuales y durante un año (mayo 2020- abril 2021) siguiendo la metodología establecida por SINAC (2016). Los organismos evaluados fueron: a. pianguas (*Anadara similis* y *Anadara tuberculosa*) y b. almejas (*Leukoma* spp.). A cada organismo se le midió la longitud (cm) con un vernier.
- b. *Árboles de mangle*: Durante este mismo periodo de tiempo (mayo 2020- abril 2021), se muestrearon mensualmente los árboles de mangle presentes en la zona y se identificó la especie de acuerdo a Pizarro *et al.* (2004).
- c. *Aves y otra fauna*: Se realizaron tres muestreos de aves durante el 2021 (época seca, lluviosa y transición), de acuerdo a la metodología utilizada por Pérez y Villalobos (2017), en su estudio sobre aves de la zona de Puntarenas, Costa Rica, la cual consistió en recorridos por los canales del manglar visualizando las aves. Asimismo, estas mismas visitas al sitio de estudio se aprovecharon para el avistamiento de otras especies de fauna.
- d. *Actividades pesqueras*: Fierro-Arcos *et al.* (2021) señalan el papel preponderante de los manglares como criaderos de peces y de acuerdo al Plan de Desarrollo del Pacífico Central realizado por Ministerio de Planificación de Costa Rica [MIDEPLAN] (2014), la pesca es una de las actividades que se realiza en la zona, por lo que se le solicitó al Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura [INCOPESCA] las bases de datos disponibles referida a la cantidad de pescado y bivalvos (kg) recibidos en los acopios de Chacarita y 20 de Noviembre (pueblo de Chacarita) durante el 2008-2017 (únicos datos disponibles). En la base de datos se eligieron los

grupos: Primera pequeña, Primera grande, Agría cola, Pargo, Pargo mancha, Clase y Bivalvos que según Hernández-Blanco *et al.* (2018) son grupos conformados por especies mayoritariamente que realizan sus primeras etapas de vida en el manglar.

Durante todo el proceso de muestreo se contó con una embarcación pequeña con motor Yamaha 60, que facilitó el transporte a lo largo del manglar. Asimismo, se contó con el apoyo de personas vecinas de la comunidad con conocimientos en extracción de recursos marino-costeros. Estas personas acompañaron la labor de muestreo (extrayendo moluscos, para su posterior proceso de identificación y medición) llevada a cabo por quienes investigan.

1.1.2. Percepciones hacia el manglar de Chacarita para la identificación de temáticas necesarias de abordar en el proceso de alfabetización ambiental y para enriquecer el contexto:

Durante el 2020, se diseñaron dos guías de entrevistas a profundidad que fueron posteriormente aplicadas a un total de 17 personas (de acuerdo con la recomendación de Chaigneau *et al.* (2019)). Las guías de entrevista fueron revisadas por un experto en Educación Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica [TEC]. Las entrevistas se realizaron a diez personas de la comunidad (dedicadas o no a la pesca) y a siete personas funcionarias de instituciones públicas claves para la comunidad de Puntarenas y con conocimiento en el área de estudio. Esta investigación particular contó con personas de diferentes instituciones: INCOPESCA, Universidad de Costa Rica [UCR], de la Universidad Nacional [UNA], Universidad Técnica Nacional [UTN], del Instituto Nacional de Aprendizaje [INA], SINAC y de la Municipalidad de Puntarenas. Las entrevistas se basaron en los siguientes puntos (Figura 13) (Anexo 1 y 2).



Figura 13. Esquema de preguntas a profundidad.

Fuente: elaboración propia de las personas autoras.

1.1.3. Aplicación de un instrumento (encuesta) basado en el modelo propuesto por la Asociación Norteamericana de Educadores Ambientales [NAAEE] (Hollweg et al., 2011):

Una vez abordados los primeros dos ejes de recolección de información y tomando en cuenta la información recabada, se procedió con la construcción de un instrumento bajo formato de encuesta compuesto por un total de 47 preguntas enfocadas en conocimientos (27 preguntas) y disposiciones (20 preguntas). El objetivo de esta encuesta fue la identificación de competencias base de la población para la posterior creación del PEA. Este proceso permitió conocer los temas que deben tomarse en cuenta para el posterior paso de creación y diseño de materiales educativos. Como medidas éticas y de rigurosidad de la calidad de la encuesta, se procedió a someter el instrumento a revisión por parte de tres personas expertas en el tema: una investigadora de la UNA y dos profesionales del TEC. La encuesta se construyó y aplicó durante el 2021.

En relación con lo anterior, el cuestionario también contó con una primera etapa de validación. Dicho proceso fue realizado en otra comunidad costera del Pacífico costarricense (Isla Venado, Latitud Norte de 9,98 y -85,06 de Longitud oeste) con un total de 15 participantes (tanto hombres como mujeres). Esta validación hizo posible la identificación de mejoras que debían realizarse al instrumento y con esto, procurar un mayor perfeccionamiento del mismo.

Finalmente, se encuestó a un total de 263 personas de la comunidad de Chacarita, que incluían hombres y mujeres con edades de entre 15 y 83 años, se eligió dicho intervalo de edad pues de acuerdo con lo descrito por Martínez-Espinosa *et al.* (2020) cuando los estudios representan un llamado a la colaboración en la protección y gestión del manglar es recomendable trabajar con la mayoría de las partes interesadas. La cantidad de personas a encuestar se obtuvo aplicando la fórmula estadística de poblaciones finitas (Aguilar-Barojas, 2005), utilizando un margen de error del 3% y una población total de 25 000 personas.

Para la aplicación del cuestionario, se contó con la colaboración de cinco mujeres voluntarias de la misma comunidad en estudio y debidamente identificadas, las cuales fueron capacitadas y se encargaron de leer las preguntas a cada persona e ir respondiendo en cada documento en físico. Todas las personas encuestadas mediante un consentimiento informado, accedieron a participar del proceso y manifestaron la autorización para que la información suministrada fuera

posteriormente utilizada como recurso de construcción de conocimientos científicos. La encuesta se analizó de manera cualitativa, descriptiva y cuantitativa.

Para realizar el análisis estadístico se utilizó la prueba estadística de Chi cuadrado X^2 en el programa estadístico InfoStat (Di Renzo *et al.*, 2018). Se utilizaron las variables: edad (15-27, 28-41, 42-54, 55-68 y 69-83 años); género (femenino y masculino); grado de escolaridad (primaria, colegiales, universitario), y cada una de estas variables se compararon de acuerdo con las respuestas obtenidas en el cuestionario (si las preguntas correspondían a conocimiento o disposición).

2. Elaboración de materiales educativos que fueron contemplados como recursos didácticos del PEA.

Durante las visitas al manglar para el proceso de muestreo, anteriormente descrito, se optó por capturar, a través de fotografías, los paisajes del lugar, las especies de árboles de mangle y sus respectivas estructuras (raíces, flores, hojas y frutos), moluscos bivalvos extraídos del manglar y las principales aves que se apreciaron durante los recorridos. Todo este material fotográfico se capturó utilizando una cámara profesional marca Nikon con el propósito de ser utilizado posteriormente como base para la creación de los materiales educativos que se usarán como herramienta didáctica del PEA. El periodo de elaboración de materiales inició en el 2020 con las primeras giras al sitio de estudio y finalizó en el 2022.

Por otro lado, la información recolectada a través de los procesos de muestreo, de entrevistas y encuesta a la comunidad de Chacarita fue también un insumo fundamental para orientar las temáticas y las modalidades de cada material educativo elaborado.

Los materiales educativos elaborados comprendieron: materiales audiovisuales (documentales, videos informativos y audios) y textos impresos (historietas, libretos informativos y guías de identificación de biodiversidad). Todos estos responden a la importancia de concientizar, informar y educar a las personas que interactúen con dichos materiales en la temática ambiental, a partir de las características de esa comunidad específica y así, promover mediante el modelo educativo no formal, el uso sustentable de los recursos marino-costeros y el respeto por la biodiversidad y los ecosistemas del manglar. Los materiales elaborados fueron sujetos a un proceso de revisión riguroso a cargo de una persona experta en el área de educación ambiental, del Instituto Tecnológico de Costa Rica [TEC].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1.1. Recolección de información

A continuación, se exponen y describen los principales hallazgos para cada una de las etapas del proceso investigativo en cuestión.

1.1.1. Información del manglar

Con respecto a la salud de las poblaciones de moluscos bivalvos para el género *Anadara*, se tuvo que el 70% de los individuos se encuentran en tallas menores a 4,7 cm (media \pm SD, longitud de 4,34 \pm 1,17). Por tanto, se considera un recurso sobre utilizado, y según la Ley 13371-A (Asamblea Legislativa del Gobierno de Costa Rica, 1982), no deberían extraerse o al menos requiere gestionarse de mejor manera. En el caso de la especie *Leukoma* spp., aproximadamente el 95% se encuentra sobre el rango de longitud recomendado de 1,2 cm según Wehrtmann (2017) (3,41 \pm 0,82 cm). Durante todo el año de muestreos sólo se capturaron 357 organismos, lo cual refleja una necesidad urgente de establecer medidas reales y activas sobre el recurso.

En ese sentido, Datta *et al.* (2012) señalan que aquellas comunidades que aprovechan servicios de un recurso natural en específico deberían ser las principales encargadas de protegerlo. No obstante, se hace necesario el acompañamiento gubernamental como una medida para fortalecer las gestiones desde las comunidades. Asimismo, Carvajal *et al.* (2019), destacaron la necesidad de crear redes comunitarias de cuidado para los manglares, donde no solamente se observe desde una perspectiva conservacionista, sino que se tomen en cuenta aspectos socioeconómicos básicos como: aumento de ingresos, disminución de la pobreza y mayor seguridad alimentaria. Ahora bien, existen casos a nivel mundial exitosos como el expuesto por Mubango *et al.* (2021) en Mozambique, África, en el cual, por medio de un proceso educativo, la comunidad se concientizó al respecto de la importancia ecológica del manglar y adoptaron reglamentaciones como las vedas y uso de redes de malla que previenen la pesca incidental.

Por otra parte, en el área de estudio se identificaron cinco especies de mangle: 1) *Rhizophora racemosa*, 2) *Rhizophora mangle*, 3) *Laguncularia racemosa*, 4) *Pelliciera rhizophorae* y 5) *Avicennia germinans*. Durante las visitas al sitio se pudo apreciar áreas deforestadas, afectación por el mal manejo de los residuos sólidos, una frontera agrícola propensa al crecimiento y una presión por crecimiento poblacional (Figura 14 y Anexo 3). Este escenario desfavorable requiere que a través de la educación se posibiliten procesos de toma de conciencia, con la finalidad de

provocar cambios respecto a las formas de producción y bienestar social, así como el respeto a las condiciones que hacen posible la existencia de vida en el planeta (Miranda *et al.*, 2020). Estos problemas ya habían sido reportados por Jiménez (1999), cuando en su investigación llevada a cabo en los manglares de Puntarenas, hizo referencia al cambio de uso de suelo, sobreexplotación de recursos naturales, tala ilegal y crecimiento de las cañeras cerca de las zonas abarcadas. En este mismo sentido, el SINAC (2018a) con el Plan General de Manejo del Estero de Puntarenas y sus Manglares Asociados, indica que los manglares de la zona de estudio se encuentran bajo una categoría de mínima intervención debido a la gran presión agroindustrial que ejercen en la zona.



Figura 14. Problemáticas presentes en el manglar. A la derecha se muestra la mala gestión de residuos sólidos y a la izquierda la frontera agrícola con el manglar.

Fuente propia de las personas autoras.

Por otro lado, a pesar de las afectaciones negativas sobre el manglar se lograron identificar un total de 23 especies de aves en la zona: *Ardea herodias*, *Ardea alba*, *Butorides virescens*, *Egretta caerulea*, *Egretta tricolor*, *Pelecanus occidentalis*, *Ara macao*, *Eudocimus albus*, *Ardea herodias*, *Coragyps atratus*, *Mycteria americana*, *Phalacrocorax brasilanus*, *Larus genei*, *Actitis*

hypoleucos, *Nyctanasa violacea*, *Quiscalus mexicanus*, *Melanerpes hoffmannii*, *Leucophaeus atricilla*, *Tigrisoma fasciatum*, *Numenius phaeopus*, *Platalea ajaja*, *Alcedo atthis* y *Tachycineta bicolor*. Sin embargo, no representa un número tan significativo cuando se tiene que según Pérez y Villalobos (2017), en la ciudad de Puntarenas se pueden llegar a observar hasta 120 especies de aves.

También, se visualizó otra fauna asociada al manglar como: monos carablanca (*Cebus capucinus*), mapaches (*Procyon lotor*), ardillas (*Sciurus variegatoides*), cocodrilos (*Crocodylus acutus*) y cangrejos (*Gecarcinus quadratus*, *Goniopsis pulchra*). Según el SINAC (2018a), también se puede apreciar monos aulladores (*Alouatta palliata*) e iguanas (*Iguana iguana*).

Con respecto a datos brindados por el INCOPESCA, en el acopio de Chacarita y la Comunidad 20 de Noviembre, durante el periodo comprendido entre 2008-2017 han ingresado un total de 219 674 kg de pescado (91% del total de producto recibido) exclusivamente de especies que según Hernández-Blanco *et al.* (2018) dependen del manglar para completar su ciclo de vida tales como robalos, barracudas, pargos y corvinas como aguada, picuda, reina, coliamarilla, zorra, rayada y guavina. Además, se recibió 7 386 kg de almejas, 10 401 kg de pianguas y 842 kg de mejillones. Cabe destacar, de acuerdo a lo publicado por Vargas-Zamora *et al.* (2019), que especies como pargos, corvinas y bivalvos están bajo una pesca intensiva en el Golfo de Nicoya, por lo que requieren de alternativas y una mejor gestión para evitar el declive de dichas especies.

1.1.2. Percepciones por parte de la comunidad e instituciones

A partir de la información recopilada de las entrevistas a profundidad se tuvo que, en la comunidad de Chacarita, todas las personas consultadas son pescadoras o cuentan con algún familiar dedicado a la actividad de la pesca. Asimismo, todas las personas tienen más de diez años viviendo en Chacarita. La comunidad percibe al manglar como una fuente económica (extracción de moluscos y pesca), de alimentos y de biodiversidad; no obstante, destacan el alto grado de contaminación, proveniente principalmente del sector agrícola, a la mala gestión de los residuos sólidos de la misma comunidad e incluso algunos compartieron que no conocen el manglar que tienen a pocos metros de sus casas.

El sector institucional añade a esta discusión, elementos como: acumulación de residuos sólidos, el preocupante incremento poblacional, así como el deficiente sistemas de alcantarillado. Tal escenario, les hace percibir que el manglar se encuentra en abandono. A esto se le debe sumar

la escasez en cuanto a procesos investigativos llevados a cabo en la zona. Lo que complejiza el establecimiento de un panorama general respecto a las condiciones reales que rodean al manglar. Ahora bien, a pesar de la escasa investigación, se han ejecutado acciones principalmente por parte del INCOPECA, cuya finalidad ha sido el desarrollo y fortalecimiento de una conciencia comunitaria asociada a temas ambientales con especial atención a los recursos marino-costeros. Finalmente, todas las personas entrevistadas consideran que el turismo es una opción viable para esta comunidad.

1.1.3. Información obtenida de la encuesta aplicada a la comunidad

Del total de personas encuestadas, el 56% se sitúa entre los 15 y 38 años, 36% entre 38 y 61 años y el 8% fue mayor a 61 años. El 56% correspondió a mujeres y 44% a hombres. El 31% están casados. Del total de personas encuestadas, el 49% han cursado solamente educación secundaria (de ellos 26% finalizaron sus estudios), 37% únicamente han asistido a educación primaria (el 17% logró concluirla) y 11% han logrado cursar educación universitaria (de ellos un 6% la lograron finalizar). El 71% de la población encuestada tiene hijos (50% cuentan con un hijo, 23% tienen dos hijos, 8% tres hijos y el restante más de cuatro hijos). El 90% de estas personas residen en una casa de habitación.

Estadísticamente no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre el grado de conocimiento (C) y la disposición (D) con respecto a la edad (C: $p=0,17$ y D: $p=0,09$), sexo (C: $p=0,19$ y D: $p=0,32$) o grado de escolaridad (C: $p=0,63$ y D: $p=0,14$). Sin embargo, cuando se analizan la totalidad de respuestas por conocimiento y disposición (sin acepción de edad, sexo o escolaridad), las personas habitantes de la comunidad presentaron estadísticamente mayor cantidad de respuestas erróneas en las preguntas referidas al conocimiento (media \pm SD) ($p < 0,05$, $p=0,04$; respuestas erróneas por persona $18,33\pm 3,75$ y $17,62\pm 3,78$ de respuestas correctas) y presentaron mayor cantidad de percepciones positivas en las preguntas de disposición ($p < 0,05$, $p=0,001$, disposiciones positivas por persona $14,95\pm 3,81$ y $7,62\pm 2,89$ de respuestas menos positivas). Lo anterior demuestra que, aunque la comunidad no cuenta con un conocimiento tan robusto de los temas que atañen al manglar, si posee la disposición a hacer un cambio y mejorar sus comportamientos ambientales.

Desde un panorama general, la comunidad tiene interés en participar en actividades de educación ambiental y proteger su manglar aledaño (79,71% lo haría), un 80,15% está dispuesto a enseñar a otras personas lo aprendido en futuros talleres (contemplados en el PEA) y un 85,87

% reconoce el concepto del desarrollo sostenible. Sin embargo, una temática necesaria a tomar en cuenta en el PEA es que el 56, 8% de la comunidad no ha escuchado nada referente al Plan de Manejo del Estero Puntarenas (SINAC, 2018a) que brinda los lineamientos de una posible gestión en el manglar.

La siguiente figura muestra las competencias construidas con base en los conocimientos y disposiciones, que, según el cuestionario aplicado, requieren mayor fortalecimiento en la comunidad (preguntas con mayor porcentaje de respuestas incorrectas o preguntas donde se denote respuestas con disposiciones menos positivas). Además, dichas competencias también tomaron en cuenta los resultados de la recolección de información del manglar y las entrevistas a profundidad como parte del contexto.

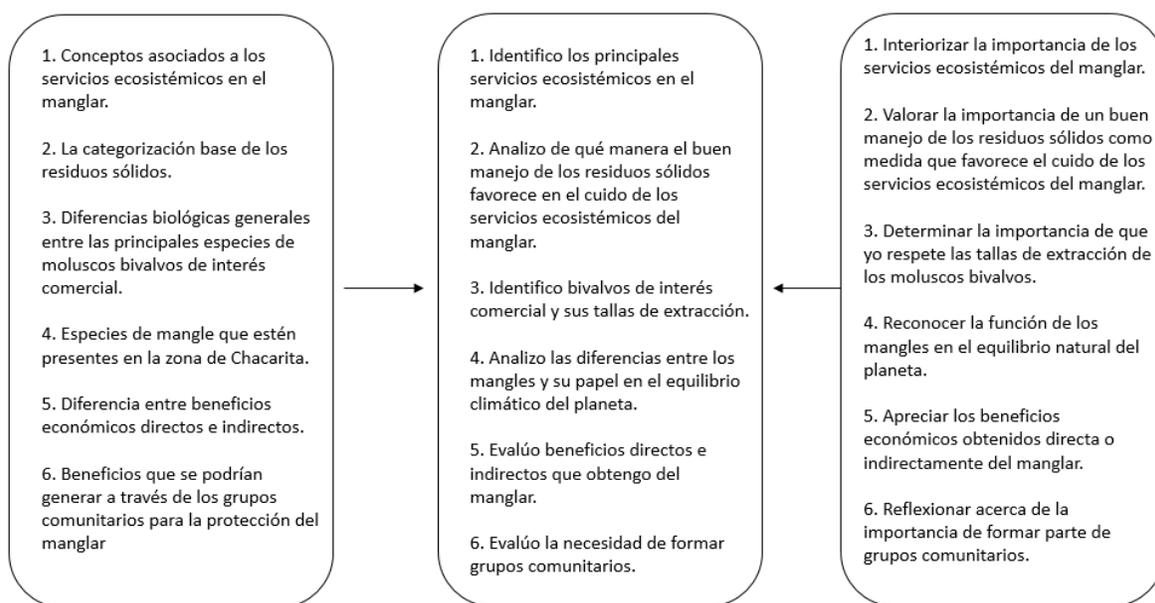


Figura 15. Competencias (recuadro central) para implementar en la comunidad de Chacarita, Puntarenas. El recuadro a la izquierda hace referencia a los conocimientos y el recuadro de la derecha a las disposiciones.

Fuente: elaboración propia de las personas autoras.

La educación ambiental basada en competencias permite contextualizar la información que se le brinde a una comunidad, lo cual podría permitir un mayor empoderamiento en cuanto a la conservación del recurso (Hollweg *et al.*, 2011) y debe estar orientada hacia la formación de

actitudes ambientales y hacia una modificación de hábitos de conducta que conduzcan a un comportamiento humano comprometido con la conservación del ambiente. Las competencias permiten desarrollar la capacidad de dedicarse a algo (habilidad), la predisposición para responder de un modo favorable o desfavorable a un objeto social dado (actitud) y posee un componente de conocimiento (Hirsch, 2005). Aunque los tres componentes de las competencias son necesarios hay investigadores que defienden la idea de que la actitud ambiental es el detonador al cambio de comportamiento hacia los recursos naturales (Sugandini *et al.*, 2017) o también se puede mencionar la investigación de Moreira-Segura (2016) el cual utilizó también el modelo de la NAAEE, pero aplicado al recurso hídrico donde resalta estadísticamente a las disposiciones como clave en el cambio del comportamiento. Por lo tanto, de acuerdo con la anterior premisa, se podría asumir que la comunidad de Chacarita es un terreno fértil para impulsar actividades ambientales, pues en el cuestionario las disposiciones fueron estadísticamente más positivas hacia el ambiente.

1.2. Materiales educativos

A partir de la información recolectada durante las etapas previas, así como las fotografías tomadas durante las visitas al manglar y la comunidad, se logró la creación de 18 imágenes didácticas, dos guías de aves (incluyen fotografías y nombres científicos), una guía de identificación de manglares (donde se incluyó el nombre científico, características de los árboles y fotografías) cuatro videos que se encuentran disponibles a través de la plataforma de YouTube (*Manglar Eterno*, *Prólogos de don José*, *Límites del Manglar* y *Cultura con tinta marina*, esta última fue presentada en la Casa de la Cultura de la ciudad de Puntarenas), siete actividades educativas, la implementación de las redes sociales bajo el nombre de *Proyecto Manglar* y un panfleto informativo sobre residuos sólidos (Figura 16). Las guías didácticas de aves y manglares no solamente tienen la función de ser un insumo para los talleres de educación ambiental, sino que también son una herramienta para actividades turísticas (83,96% considera que el turismo es una actividad factible en Chacarita). Cabe recalcar que muchos de los materiales se comparten en redes sociales para que la mayor cantidad de personas conozcan el lugar y a la vez aprendan de varias temáticas. Para la fase final del PEA, las actividades deberán responder a las competencias establecidas en el punto anterior.

Estos materiales educativos fueron creados a partir de un proceso riguroso de contextualización, para responder a la realidad de la comunidad de Chacarita y su manglar, con el fin de motivar a las personas a identificar y reconocer los beneficios que el manglar brinda a la comunidad, a

incentivar un uso sustentable de los servicios ecosistémicos. Se busca a través de estos, estimular a las personas y generar en ellas y en la comunidad de Chacarita, actitudes o acciones positivas hacia el entorno que habitan.

Estos materiales educativos forman parte de este proceso de educación ambiental no formal que se ha venido desarrollando en la comunidad con el fin de transmitir conocimientos, actitudes y valores ambientales fuera del sistema educativo formal, direccionándose hacia la adopción de actitudes positivas en pro del medio natural y social que se traduzcan en acciones de cuidado y respeto por la diversidad biológica, cultural y social, fomentando el tejido de redes solidarias en beneficio de las actuales y futuras generaciones (López-Gómez y Bastida, 2018). Todos los materiales educativos didácticos elaborados durante el proceso han sido contemplados para el desarrollo y la implementación del Plan de Educación Ambiental, que tal y como se indicó al inicio de este artículo, es el fin último de esta investigación.

Finalmente, se han realizado varias actividades comunales de recolección de desechos sólidos en el manglar y los alrededores. Dichas actividades han contado con la colaboración de líderes y lideresas de la comunidad de Chacarita, así como del gobierno local.



Figura 16. Collage de imágenes sobre algunos de los materiales educativos realizados en esta investigación.

Fuente: elaboración propia de las personas autoras.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La educación no formal, desde una perspectiva biocéntrica, ha permitido llevar más allá de las paredes de un aula, el valor y el respeto hacia los recursos naturales. El proceso educativo que se está realizando en Chacarita, busca desarrollar un Plan de Educación Ambiental contextualizado en las necesidades reales de la comunidad y lo cual se reflejó en las

competencias establecidas de acuerdo con la información recabada en las encuestas y los muestreos biológicos. Este trabajo demostró que la educación ambiental es generadora de información útil para comunidades y tomadores de decisión ya que expuso, entre otros temas: sobre explotación del recurso bivalvo, el mal manejo de los residuos sólidos, una debilidad por parte de la comunidad a nivel de conocimiento en temas asociados al manglar y una gran disposición a participar en actividades en beneficio del manglar. El próximo paso, corresponde a realizar los talleres que respondan a cada competencia y generar una guía en educación ambiental que pueda ser aplicable a otras comunidades de características semejantes.

La alfabetización ambiental no debe estar encasillada en la protección ambiental como fin único, sino también debe brindar alternativas de un aprovechamiento sostenible, según la legislación del país. El uso de las guías didácticas de aves y manglares permite que las personas conozcan y tengan a disposición información para compartir con otros, por ejemplo, en actividades turísticas de bajo impacto. El material audiovisual ha permitido dar a conocer tanto a Chacarita como a Puntarenas, la riqueza cultural que se esconde en el manglar, aunque en esta comunidad el turismo no es una actividad implementada, por medio de la información que se comparte en redes sociales ha empezado a denotarse un interés de varios grupos de personas fuera de Puntarenas, por conocer el lugar. La principal recomendación es que estos procesos requieren el apoyo tanto económico como logístico de instituciones gubernamentales y no gubernamentales, pues, muchas veces los resultados se obtienen a largo plazo y deben ser constantes y comprometidos. Finalmente, la educación ambiental no debe mirarse como un conjunto de actividades aisladas; sino como procesos lógicos, rigurosos y atinentes a las necesidades de un grupo de personas donde los conocimientos, las actitudes y habilidades están enlazadas armoniosamente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura por facilitar los datos para el análisis de las capturas en el Golfo de Nicoya. A la Universidad Nacional por brindar el apoyo económico para la realización del presente trabajo, a la comunidad de Chacarita por la participación hasta el momento en el proyecto, a los profesionales de las instituciones públicas que colaboraron con la entrevista, al diseñador gráfico Ignacio Barrantes Jiménez y al dibujante Keylor Pérez Barquero.

REFERENCIAS

- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud de Tabasco*, 11(1-2),333-338. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Alpízar, F., Madrigal, R. y Salas, A. (2018). Retos ambientales de Costa Rica. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://www.mag.go.cr/asuntosinternacionles/Retos-ambientales-CostaRica.pdf>
- Arfan, A., Nyompa, S., Rakib, M. y Juanda, M. (2021). The Analysis of Mangrove Area as a Marine Eco Fishery tourism Area in Luwu Regency South Sulawesi, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 2123, 1-8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2123/1/012009>
- Bazarra, L. y Castaño, C. (2012). ¿Puede la enseñanza de la ciencia ayudar a construir una sociedad sostenible? *Revista de currículum y formación del profesorado*,16,2, 15-28. <http://www.ugr.es/~recfpro/rev162ART4.pdf>
- Carvajal, M., Herrera, A., Valdés, B. y Campos, R. (2019). Manglares y sus servicios ecosistémicos: hacia un desarrollo sostenible. *Gestión y ambiente*, 22(2), 278-290. <https://doi.org/10.15446/ga.v22n2.80639>
- Casas, G. (2012). La Educación Ambiental en el Manejo Integrado Costero: Experiencias en la Zona Oeste de Villa Clara. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. https://www.eumed.net/rev/rccs/octubre/educacion_ambiental_cuba.pdf
- Chaigneau, T., Brown, K., Coulthard, S., Daw, T. M. y Szaboova, L. (2019). Money, use and experience: Identifying the mechanisms through which ecosystem services contribute to wellbeing in coastal Kenya and Mozambique. *Ecosystem Services*, 38, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100957>
- Datta, D., Chattopadhyay, R. N. y Guha, P. (2012). Community based mangrove management: A review on status and sustainability. *Journal of Environmental Management*,107, 84–95.<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.04.013>
- Dávila, K. (2016). La educación ambiental no formal, una ventana fértil al Desarrollo Rural Sostenible de la cuenca productora de agua Molino Norte, Matagalpa. *Revista Torreón Universitario*, 13, 29-38.

- Díaz, G., Camarena, B., Mirón, C. y Ochoa, E. (2019). Práctica docente en educación ambiental y habilidades proambientales en el estudiantado de quinto grado de primaria. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 19(3), 1-18. <https://doi.org/10.15517/aie.v19i3.38797>
- Dinesh, K., Chinchu, E. y Geeji, M. (2017). Attitude and perception of local inhabitants towards mangrove. *Journal of extension education*, 29(4), 5984-5987. <https://doi.org/10.26725/JEE.2017.4.29.5984-5987>
- Di Renzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2018). InfoStat. Grupo InfoStat.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). *Evaluación de ecosistemas*. Island Press.
- Fierro-Arcos, D., Marín, JR., Aburto-Oropeza, O., Harvey, E., Rastoin-Laplane, E. y Salinas-de-León, P. (2021). Mangrove fish assemblages reflect the environmental diversity of the Galapagos Islands. *Marine Ecology Progress Series*, 664,183-205. <https://doi.org/10.3354/meps13628>
- Glaser, P., Christie, P., Diele, K., Dsikowitzky, L., Ferse, S., Nordhaus, I., Schlüter, A., Schwerdtner, K. y Wild, C. (2012). Measuring and understanding sustainability-enhancing processes in tropical coastal and marine social–ecological systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(3), 300-308. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.05.004>
- Gómez, E. (2013). Contaminación costera en Costa Rica. *Ambientico: Revista sobre la Actualidad Ambiental*, 9, 51-55. ISSN 1409-214X. https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/24050/230-231_51-55.pdf
- Hernández-Blanco, M., Costanza, R. y Cifuentes-Jara, M. (2018). *Valoración económica de los servicios ecosistémicos provistos por los manglares del Golfo de Nicoya*. Conservación Internacional.
- Hirsch, A. (2005). Construcción de una escala de actitudes sobre ética profesional. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7 (1), 1-14.
- Hollweg, K. S., Taylor, J. R., Bybee, R. W., Marcinkowski, T. J., McBeth, W. C. y Zoido, P. (2011). *Developing a framework for assessing environmental literacy*. North American Association for Environmental Education.

- Asamblea Legislativa del Gobierno de Costa Rica. (1982, 16 de febrero). Ley Establecimiento de talla mínima de captura y comercialización de la piangua. Ley 13371-A, La Gaceta, (47). <https://bit.ly/34VWoKV>
- Jiménez, J. (1999). “El manejo de los manglares en el Pacífico de Centroamérica: Usos tradicionales y potenciales”, 275-290. En Yáñez-Arancibia, A., y Lara-Domínguez, AL (eds.). Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología AC México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD EE.UU. https://www.researchgate.net/publication/238730094_El_Manejo_de_los_Manglares_en_el_Pacifico_de_Centroamerica_Usos_Tradicionales_y_Potenciales
- López-Gómez, R. y Bastida, D. (2018). La importancia de la educación ambiental no formal en el medio rural: el caso de Palo Alto, Jalisco. Diálogos sobre educación. *Temas actuales en investigación educativa*, 9(16),1-21.
- Manrique, A. y Gallego, A. (2013). El material didáctico para la construcción de aprendizajes significativos. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 4(1), 101-108. E-ISSN: 2216-1201. <https://www.redalyc.org/pdf/4978/497856284008.pdf>
- Martínez, M. y Carballo, L. (2013). La educación ambiental rural desde las escuelas básicas y por estas. *Revista electrónica Educare*, 17(2), 69-79.
- Martínez, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista Electrónica Educare*, 14,1, 97-111.
- Martínez-Espinosa, C., Wolfs, P., Vande Velde, K., Satyanarayana, B., Dahdouh-Guebas, F. y Hugé, J. (2020). Call for a collaborative management at Matang Mangrove Forest Reserve, Malaysia: An assessment from local stakeholders’ view point. *Forest Ecology and Management*, 458, 117741. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117741>
- Miller, B., Soulé, M.E. y Terborgh, J. (2014). “New conservation” or surrender to development? *Animal Conservation*, 17(6), 509–515. <https://doi.org/10.1111/acv.12127>
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2014). *Región Pacífico Central Plan de Desarrollo 2030*. MIDEPLAN.
- Miranda, A., Bedolla R., Bedolla, J. y Sánchez O. (2020). Educación sustentable no formal para conservar los manglares en zonas costeras con estudiantes de Sociología, UAGro.

- Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20), 1-33.
<https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.618>
- Moreira-Segura, C. (2016). *Plan de educación por competencias para la conservación del recurso hídrico en comunidades de la Cuenca del Río San Carlos, Costa Rica*. [Tesis de Doctorado inédita]. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Mubango, A., Rodríguez, F., Lourenço, R. y Silvestre, H. (2021). Community perception of the value of the ecosystems of the Bons Sinais estuary, Mozambique, Southern Africa. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 21(4), 249-263.
<https://doi.org/10.5894/rgci-n435>
- Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (1999). *Adult environmental education: awareness and environmental action*. UNESCO.
- Novo, M. (1996). La Educación Ambiental formal y no formal: dos sistemas complementarios. *Revista Iberoamericana de Educación*, 11, 75-102.
- Organismo Internacional de Energía Atómica [IAEA]. (2021). Contaminación del mar y las costas. IAEA.
<https://www.iaea.org/es/temas/contaminacion-del-mar-y-las-costas>
- Ortiz, D. (2017). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 19, 93-110.
<https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846096005.pdf>
- Pereira, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, 15,1, 15-29. E-ISSN: 1409-4258.
<https://www.redalyc.org/pdf/1941/194118804003.pdf>
- Pérez, C. y Villalobos, H. (2017). Caracterización preliminar de la avifauna del manglar de la Ciudad de Puntarenas (Costa Rica) como un aporte para la actividad turística en la zona. *El Bohío*, 7(5), 21-43.
- Pizarro, F., Piedra, L., Bravo, J., Asch, J., y Asch, C. (2004). *Manual de Procedimientos para el Manejo de los Manglares de Costa Rica*. EFUNA.
- Putra, A., Wiksono, H. y Sumari, S. (2021). Community-Based Mangroves Forest Management: Socio-Ecological Recovery Movement for Coastal Areas of Pasuruan-Indonesia. *Sustainability: Theory, Practice and Policy*, 1(1), 1-15.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27513.60002>

- Rodríguez, F. (2018). Mangrove Concessions: An Innovative Strategy for Community Mangrove Conservation in Ecuador. En C. Makowski y C. Finkl (Eds.). *Threats to Mangrove Forests*. (557-578). Springer.
- Santos, C. R., Grilli, N. M., Ghilardi-Lopes, N. P. y Turra, A. (2017). A collaborative work process for the development of coastal environmental education activities in a public school in São Sebastião. *Ocean & Coastal Management*, 164(1), 147-155. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.08.011>
- Severiche-Sierra, C., Gómez-Bustamante, E. y Jaimes-Morales, J. (2016). La educación ambiental como base cultural y estrategia para el desarrollo sostenible. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 18(2), 266-281. ISSN 1317-0570.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC]. (2016). *Guía para la evaluación rápida de las poblaciones de piangua*. SINAC.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC]. (2018a). *Plan General de Manejo del Estero de Puntarenas y sus manglares asociados*. SINAC.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2018b). *Plan de aprovechamiento de la piangua, Anadara tuberculosa y Anadara similis en el sector manglares de Bahía Golfito, 2018-2023*. San José, Costa Rica: SINAC. [parma de los manglares de bahia golfito-remarcado.pdf \(enbcr.go.cr\)](#)
- Soulé, M.E. (2013). La nueva conservación. *Conservation Biology*, 27(5), 895–897. <https://doi.org/10.1111/cobi.12147>
- Sugandini, D., Rahatmawati, I. y Arundati, R. (2017). Environmental attitude of the adoption decisions mangrove conservation: an empirical study on communities in special regions of Yogyakarta, Indonesia. *Review of Integrative business and economics Research*, 7(1), 1-10.
- Torres, M. (1998). La Educación Ambiental: una estrategia flexible, un proceso y unos propósitos en permanente construcción. *Revista Iberoamericana de Educación*, 16, 23-48. <https://rieoei.org/historico/oeivirt/rie16a02.pdf>
- Vargas, G. (2017). Recursos didácticos en el proceso enseñanza aprendizaje. *Cuadernos Hospital de Clínica*, 58(1). ISSN 1562-6776. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1652-67762017000100011&script=sci_arttext

- Vargas-Zamora, J. A., López-Sánchez, M. I. y Ramírez-Coghi, A. R. (2019). Peces del Golfo de Nicoya, Pacífico, Costa Rica: actualización de las listas de los buques científicos Skimmer y Victor Hensen. *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 913-934. <https://doi.org/10.15517/rbt.v67i4.36609>
- Villadiego-Lorduy, J., Huffman-Schwocho, D., Cortecero-Bossio, A. y Ortiz-Sánchez, R. (2014). Algunas consideraciones acerca de la educación ambiental no formal. *Tecnología en Marcha*, 27(3), 136-146.
- Villadiego-Lorduy, J., Huffman-Schwocho, D., Guerrero-Gómez, S., Méndez-Nobles, Y., Rodríguez-Vargas, L. y Sánchez-Moreno, E. (2017). Modelo de educación ambiental no formal para la protección de los humedales Bañó y Los Negros. *Revista Luna Azul*, núm. 45, pp. 287-308. <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321753629015.pdf>
- Wehrtman, I. (2017). *Estimación de la talla de primera madurez sexual de especies de interés comercial en el Golfo de Nicoya*. Unidad de Investigación Pesquera y Acuicultura (UNIP), Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de Costa Rica.

7. Artículo 4. Validación de un plan de educación ambiental no formal para el uso sostenible del manglar en la comunidad de Chacarita, Puntarenas, Costa Rica

Validation of an environmental education non formal plan for the sustainable use of mangroves in the community of Chacarita, Puntarenas, Costa Rica

Artículo sometido a la Revista Educación de la Universidad de Costa Rica

Milagro Carvajal-Oses¹, Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia y Parque Marino del Pacífico, Puntarenas, Costa Rica, milagro.carvajal.oses@una.ac.cr <https://orcid.org/0000-0002-8294-9863>

Enyell Valerio-Carranza², Universidad de Costa Rica, Puntarenas, Costa Rica, enyell.valerio@ucr.ac.cr <https://orcid.org/0000-0001-7879-0186>

Christian Moreira-Segura³, Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Costa Rica, cmoreira@itcr.ac.cr <https://orcid.org/0000-0003-3047-2415>

Ángel Herrera-Ulloa¹, Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica, angel.herrera.ulloa@una.ac.cr <https://orcid.org/0000-0003-2375-2945>

¹Parque Marino del Pacífico, Escuela Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

²Escuela de Psicología Universidad de Costa Rica

³Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Nacional a Distancia, San Carlos, Costa Rica.

Resumen

Entre las formas de promover el desarrollo sostenible en las distintas sociedades se encuentran los procesos de educación ambiental, que permiten aumentar la concienciación, sensibilización y conocimiento de la población sobre las temáticas o problemas ambientales. La presente investigación, pretendió validar por medio de un taller un Plan de Educación Ambiental basado en manglares en la comunidad costera de Chacarita, Puntarenas, Costa Rica. Este proceso educativo estuvo conformado por competencias, las cuales fueron identificadas por medio de una encuesta aplicada a la comunidad donde se incluyeron conocimientos, habilidades y actitudes referidas al manglar y sus servicios ecosistémicos. A los participantes del taller de validación se les aplicó un pre y post-test para evaluar la adquisición de las competencias, se midió el tamaño del efecto (d de Cohen) que tuvo el taller en el fortalecimiento de dichas competencias entre los asistentes además la persona facilitadora aplicó una rúbrica de calificación del desempeño de los participantes durante el proceso. Para cada competencia se construyó tres competencias específicas a las cuales se le asignó estrategias, técnicas y actividades. Al taller asistieron 15 personas, de las cuales 80% fueron mujeres y 80% se encontró entre edades de 25 y 48 años. Existieron diferencias significativas entre los pre y post-test aplicados ($p < 0,05$; $p = 0,002$; $d = 0,45$) demostrando así que existió un cambio positivo en la adquisición de las competencias. De acuerdo con la rúbrica aplicada por el facilitador, todos los participantes lograron adquirir las competencias analizadas y finalmente se logró construir un manual de educación ambiental de fácil comprensión para procesos similares en áreas costeras. En conclusión, los enfoques participativos son particularmente adecuados para la planificación y el desarrollo de programas educativos ya que permiten que las comunidades adquieran no solo competencias, sino que también se genere información para una mejor gestión de los recursos naturales.

Palabras clave: Talleres educativos; manglar; comunidad; competencia; conocimiento ambiental

Abstract

Among the ways to promote sustainable development in different societies are environmental education processes, which allow increasing awareness, sensitization and knowledge of the population on environmental issues or problems. The present investigation tried to validate through a workshop an Environmental Education Plan based on mangroves in the coastal community of Chacarita, Puntarenas, Costa Rica. This educational process was made up of

competencies, which were identified through a survey applied to the community where knowledge, skills and attitudes related to the mangrove and its ecosystem services were included. Strategies, techniques, activities and indicators will be included for each competence. A pre and post-test was applied to the participants to evaluate the acquisition of the competencies, the size of the effect (Cohen's d) that the workshop had in strengthening said competencies among the attendees was measured, and also the facilitator applied a rubric for rating the performance of the participants during the process. For each competence, three specific competences were built to which strategies, techniques and activities were assigned. The workshop was attended by 15 people, of whom 80% were women and 80% were between the ages of 25 and 48. There were significant differences between those applied pre and post-test ($p < 0,05$; $p = 0,01$; $d = 0,45$) thus demonstrating that there was a positive change in the acquisition of competencies. Finally, according to the rubric applied by the facilitator, all the participants managed to acquire the competencies analyzed. In conclusion participatory approaches are particularly suitable for the planning and development of educational programs since they allow communities to acquire not only skills, but also information will be generated for better management of natural resources.

Keywords: Educational workshops; mangrove; community; competence; environmental awareness

INTRODUCCIÓN

El medioambiente ha experimentado en las últimas décadas un deterioro significativo, causante de una diversidad de problemáticas que amenazan de manera directa a nuestros ecosistemas, al mismo tiempo que se pone en riesgo la sobrevivencia de los seres humanos. De tal manera que, cada vez se percibe con mayor frecuencia, fenómenos socioambientales que afectan de una u otra manera a nuestras comunidades, por ejemplo, a través de inundaciones, incendios forestales, grandes cantidades de terreno deforestadas, sequías, contaminación del recurso hídrico (y con esto, escasez de agua potable), intensas lluvias y vientos, degradación de los suelos, extinción de especies animales y vegetales, entre muchas otras (Araújo *et al.*, 2019; Ukaogo *et al.*, 2020).

En este sentido, la comunidad terráquea ha sido la que ha asumido con expectación (y preocupación), estos procesos de ruptura en el equilibrio ecológico del planeta, que durante años se había experimentado y que ha sido el responsable de garantizar nuestra existencia en la

actualidad. La consolidación de un modelo hegemónico capitalista, basado en la explotación de los recursos naturales y la contaminación ambiental para la generación de capital y la constitución de grandes y rígidos sistemas económicos, ha sido el responsable del deterioro ambiental que se experimenta actualmente (Santiago, 2009).

Ahora bien, como una manera de responder a este complejo proceso de deterioro socioambiental, se han implementado una diversidad de estrategias desde múltiples sectores que apuntan hacia otras alternativas de desarrollo que integran al componente de la sostenibilidad como eje central. El desarrollo sostenible da cuenta de un proceso cuyo objetivo es mantener y mejorar los aspectos económicos, sociales y ambientales de un país al mismo tiempo que se preservan y gestionan adecuadamente los recursos naturales (Silvestre y Tircă, 2019; Fonseca *et al.*, 2020).

Una de las formas de promover el desarrollo sostenible en las distintas sociedades requiere de procesos de educación ambiental, desde donde sea posible aumentar la concienciación, sensibilización y conocimiento de la población sobre las temáticas o problemas ambientales, de tal manera que, se otorguen herramientas necesarias para la toma de decisiones informadas y ejecución de medidas responsables con el medioambiente (O'Flaherty y Liddy, 2017; Rasoolimanesh *et al.*, 2020).

En ese sentido, el presente artículo busca plantear y describir los principales hallazgos del proceso de validación de un Plan de Educación Ambiental no formal desarrollado con personas pobladoras de la comunidad de Chacarita de Puntarenas, Costa Rica, durante el año 2022. Dicho Plan de Educación Ambiental y su implementación, fue el resultado final de un extenso proceso investigativo que se ha venido realizando en dicha comunidad y su manglar alledaño desde el 2020 (Carvajal *et al.*, 2023), por lo tanto, este artículo busca dar continuidad a este proceso educativo.

MARCO TEÓRICO

Impacto ambiental en zonas costeras

Las zonas costeras albergan ecosistemas de gran valor y biodiversidad, siendo que aportan a los seres humanos múltiples bienes y servicios ambientales claves en los procesos de desarrollo socioeconómico de las sociedades, además dichos ecosistemas constituyen parte esencial en la

adaptación a los impactos provocados por el cambio climático en los litorales, no obstante, han sido objeto de múltiples afectaciones debido a la actividad humana, que dan como resultado final a zonas costeras saturadas e incapaces de generar los bienes y servicios que permitan un desarrollo sostenible (Chow, 2017; Novoa *et al.*, 2020).

Las costas representan un sistema formado por la interconexión de diversos ecosistemas (terrestres, estuarinos, dulceacuícolas, costeros y oceánicos) y sistemas humanos (comunidades, grupos, culturas, actividades económicas) (Hu y Wang, 2020). Chévez y Campos (2014), señalaron que en la región latinoamericana gran parte de la población vive en asentamientos costeros, lo que los convierte en altamente vulnerables a los embates del cambio climático, tanto por la ubicación geográfica como por sus medios de vida.

En relación con lo anterior, y siguiendo con los mismos autores, se puede indicar que entre los efectos más notables del cambio climático sobre los ecosistemas marinos y costeros se encuentran: la erosión costera, el aumento en los niveles del mar, mayor frecuencia y magnitud de fenómenos climáticos como tormentas y huracanes, acidificación de los océanos, pérdida de biodiversidad, cambio en los patrones globales de circulación oceánica, entre otros.

Comprender el impacto ambiental que experimentan los ecosistemas marinos y costeros es fundamental debido a que estos brindan servicios y recursos importantes para los seres vivos. Entre los servicios y recursos brindados por los ecosistemas marino-costeros (los océanos, esteros y manglares) se encuentran la generación de fuentes económicas y alimentarias por medio de la pesca y el turismo, así como la captación de carbono y la protección de las costas ante los embates climáticos (huracanes, inundaciones, tormentas, entre otros) (Donato *et al.*, 2011; Buonocore *et al.*, 2020).

Ahora bien, si nos centramos en los manglares, nos daremos cuenta de que constituyen ecosistemas necesarios en los procesos de regulación climática, captación de carbono, protección de las costas y generación de servicios para las comunidades aledañas a éstos (Menéndez *et al.*, 2018; Menéndez *et al.*, 2020). Los manglares, de acuerdo con Díaz (2011) son bosques que crecen en zonas costeras de las regiones tropicales o subtropicales, y regular u ocasionalmente son inundados por las mareas con aguas marinas o estuarinas (salobres), donde dada la poca influencia de los oleajes representan hábitats de especies tanto marinas como terrestres.

Sin embargo, los manglares no han logrado escapar a la experimentación del impacto ambiental y climático, y en las últimas décadas ha sido posible notar, cada vez con mayor frecuencia, una serie de elementos que dan cuenta de la magnitud del impacto. El VI informe de Costa Rica al Convenio de Diversidad Biológica, indica que los arrecifes coralinos, los pastos marinos, las playas arenosas y los manglares han venido experimentando un escenario cada vez más complejo, siendo que entre el 2015 y 2018 hubo índices de un importante deterioro (Arguedas, 2019).

Si nos enfocamos en Costa Rica, la cobertura de manglares ha disminuido entre 1990 (51 350 ha) y 2013 (37 420 ha), no obstante, esta tendencia continúa a la fecha, debido a las afectaciones por el aumento en los niveles del mar, sedimentación y desecación (Arguedas, 2019). De acuerdo con datos del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2019), las principales presiones que experimentan los manglares del Golfo de Nicoya, Costa Rica, son: las modificaciones al ecosistema (sedimentación), desarrollo de viviendas y urbanismo, incremento en la presencia de residuos sólidos, efluentes agrícolas, actividad de pesca intensiva de recursos acuáticos, malos tratamientos de aguas residuales domésticas y urbanas.

En relación con la anterior, es que entre las líneas estratégicas y acciones prioritarias establecidas por el SINAC, se encuentran: 1) promover el manejo sostenible de manglares como hábitat y criadero para las pesquerías y otras especies silvestres que sustentan los medios de vida de los pobladores, 2) fortalecer la participación de las comunidades costeras y la capacidad institucional local en los procesos de toma de decisiones que impliquen alcanzar la conservación y la integridad ecológica de los recursos provenientes del manglar para mejorar los medios de vida de las personas pobladoras y 3) propiciar la generación de conocimiento, el diálogo de saberes y el intercambio de buenas prácticas entre los pobladores locales, a fin de orientar las acciones de planificación y gestión integral de los manglares (SINAC, 2019).

Ahora, en Costa Rica han existido esfuerzos a nivel de educación formal para fortalecer e interiorizar la protección de los recursos marinos desde las primeras edades y que a futuro se generen adultos más responsables hacia la conservación, tal es el caso del Programa Nacional de Educación Marina (Ministerio de Educación Pública de Costa Rica [MEP], 2009), sin embargo, falta mayor apoyo institucional y concientización acerca de la importancia del tema. Es por ello, que la educación no formal, por su flexibilidad a los diferentes grupos poblacionales (Chacón-Ortiz, 2015), puede convertirse en un buen aliado para alcanzar los objetivos ambientales a nivel país.

Sostenibilidad: Objetivo de Desarrollo Sostenible

En el 2015 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en conjunto con líderes a nivel mundial, establecieron un total de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que apuntan a garantizar la paz, la dignidad y la igualdad en un planeta sano. Estos objetivos son el corazón de la Agenda 2030 cuyo propósito es asegurar que se cumplan estos en un plazo de 15 años, asimismo, dicha agenda da cuenta de una mirada integral, indivisible y una colaboración internacional renovada (Fuso *et al.*, 2019).

Según la Asamblea General de las Naciones Unidas (UNGA) (2015) uno de los componentes esenciales de esta agenda en general y de los ODS en particular, es la sostenibilidad, que da cuenta de la necesidad de un enfoque integral que tome en consideración las preocupaciones ambientales en conjunto con el desarrollo económico y social, de modo que sea posible la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades .

El Desarrollo Sostenible constituye una herramienta de planificación y seguimiento de los países, tanto a nivel nacional como local y representan también, un apoyo en la senda de una convivencia armónica con el ambiente, todo esto a través de la generación de políticas públicas e instrumentos de planificación, presupuesto, monitoreo y evaluación (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Además, contempla cuatro componentes fundamentales para poder concebirse como un enfoque integral: ambiente, economía, sociedad y cultura. El último componente (cultura) resulta un pilar esencial en tanto es el que determina la forma de actuar de los seres humanos en el mundo frente al desarrollo sostenible (Flórez-Yepetz, 2015). Siendo así, el componente cultural contempla a la educación como una herramienta que hace posible el establecimiento de vínculos con el ambiente y el desarrollo sostenible. En este sentido, a continuación, se abordará la importancia del rol de la educación ambiental como parte fundamental en el encaminamiento hacia la sostenibilidad.

Educación ambiental no formal para la sostenibilidad de los recursos naturales

El objetivo de la educación es dotar a las personas de capacidades y mejorar sus aptitudes de manera que les permita hacer frente eventualmente a los desafíos de la vida real. La educación ambiental se define originalmente como un tipo de educación en, sobre y para el medio ambiente, donde el enfoque central está basado en brindar oportunidades para adquirir conocimientos y

habilidades que pueden usarse para proteger y conservar el medio ambiente (Monroe *et al.*, 2008).

Desde Tbilisi, los facilitadores de educación ambiental han tenido a disposición materiales de alto valor educativo como el Hungerford *et al.* (1980) y el de NAAEE (Asociación Norteamericana de Educadores ambientales) (Hollweg *et al.*, 2011) y para la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014), la educación ambiental ya no solo estaba visualizada para los ámbitos formales sino que se empezó a divulgar a nivel popular (Maurer y Bogner, 2020) y es que autores como Braun *et al.* (2017); han demostrado que variables como el conocimiento, la actitud y el comportamiento se ven influenciados por intervenciones educativas no formales, que según Calvente *et al.* (2018) permiten a las comunidades reflexionar sobre las dimensiones éticas y recibir habilidades prácticas relacionadas con la responsabilidad ambiental.

Ahora, tanto los procesos formales como no formales requieren ser validados, que según Souto-Otero (2021) se refiere a un proceso mediante el cual se da visibilidad a los conocimientos y habilidades adquiridos a través del aprendizaje. Apoyando lo anterior, El Concilio de la Unión Europea (2004) lo definió como un proceso de confirmación por parte de un organismo autorizado (en este caso la persona facilitadora) indicando que un individuo (la persona participante) ha adquirido resultados de aprendizaje medidos contra un estándar relevante y consta de las siguientes cuatro fases distintas: 1) identificación, a través del diálogo, de experiencias particulares de un individuo; 2) documentación, para visibilizar las experiencias del individuo, 3) una evaluación formal de estas experiencias y 4) certificación de los resultados de la evaluación que pueda dar lugar a una calificación parcial o total.

MARCO METODOLÓGICO

La investigación se realizó en Chacarita, Puntarenas, Costa Rica durante el último trimestre del 2022. Esta zona presenta una superficie de 500 hectáreas de las cuales 210 representan área con manglar. Este trabajo según Martínez-Valdés y Juárez-Hernández (2019) se cataloga como instrumental pues hace uso de pruebas (pre-test y post-test) para analizar en este caso la adquisición de competencias ambientales y, además, de acuerdo con Pereira (2011) presenta un enfoque mixto donde se analiza aspectos cualitativos y cuantitativos. El paradigma educativo empleado correspondió al constructivista, en donde son los alumnos quienes construyen activamente su conocimiento en función de la realidad predeterminada por sus propias

experiencias (Moreira-Segura, 2016; Akpomi y Kayii, 2022). El modelo educativo utilizado fue el de la NAAEE (Hollweg *et al.*, 2011), el cual está basado en las competencias que los individuos pueden reforzar o desarrollar; permitiendo así adquirir comportamientos más positivos hacia el medio ambiente.

El presente trabajo en su totalidad constó de cuatro secciones: (1) recolección de información biológica y social de la comunidad en estudio e identificación de competencias; (2) elaboración de materiales educativos; (3) diseño, validación del Plan de Educación Ambiental (PEA) y (4) construcción de manual de educación ambiental. Las dos primeras secciones ya fueron analizadas en Carvajal *et al.* (2023); por lo tanto, en este trabajo se evaluó el diseño y validación del PEA en Chacarita por medio de un taller y la construcción de un manual producto del PEA.

1. Construcción del Plan de Educación Ambiental

En Carvajal *et al.* (2023) se identificaron para esta comunidad un total de seis competencias generales relacionadas a la gestión sostenible del manglar (a cada competencia se le asignó tres competencias específicas relacionadas al conocimiento, habilidad y actitud) (Anexo 4 y 5) y se construyeron con base a los resultados obtenidos en una encuesta, validada y revisada por expertos; realizada a 263 personas de la comunidad entre 15 y 83 años. Dicha encuesta contó en total con 47 preguntas referidas unas solamente a conocimientos y otras a disposiciones. Las preguntas alusivas a las disposiciones se dividieron en: actitudes; habilidades; conocimiento-habilidad; conocimiento-habilidad-actitud; conocimiento-habilidad; y actitud-habilidad. El diseño de cada competencia con sus respectivas competencias específicas se basó en Unigarro (2017) y Moreira-segura (2016) tomando en cuenta los aspectos mostrados en Figura 17. Aunque en Carvajal *et al.* (2023) se analizan estas variables, el presente artículo profundizará en ellas.

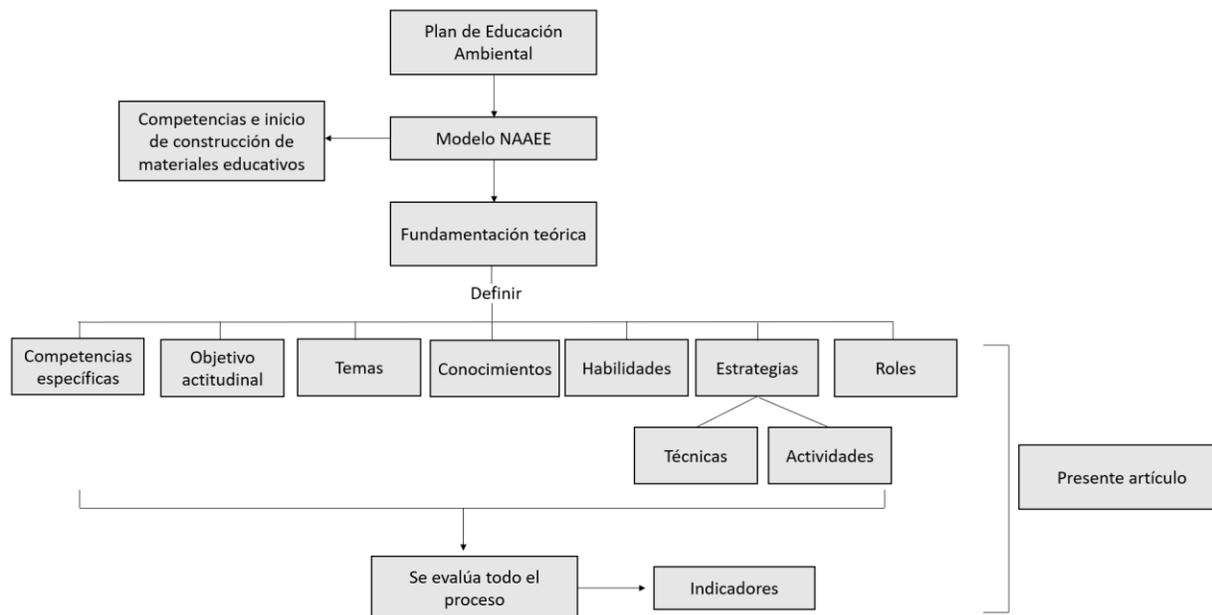


Figura 17. Esquema del proceso de elaboración del Plan de Educación Ambiental con sus competencias.

Fuente propia del autor.

2. Taller de validación del Plan de Educación Ambiental

El taller de validación se realizó en la comunidad de Chacarita con 15 personas mayores de 15 años, la muestra de personas para el proceso de validación estuvo basada en criterio de experto ya que de acuerdo con lo indicado por Sánchez *et al.* (2018) la muestra estuvo sujeta a causas circunstanciales. La validación estuvo basada en tres de las seis competencias: 1) Caracterizo los diferentes tipos de servicios ecosistémicos presentes en el manglar; 2) Análizo las diferencias entre las especies de mangle presentes en el manglar de Chacarita y su contribución al equilibrio natural y climático del planeta y 3) Evalúo los beneficios económicos que obtengo del manglar (Ver Manual adjunto Conservemos el Manglar). Es importante recalcar, que este PEA puede ser abordado en su totalidad o por competencias; esto debido a que las temáticas están relacionadas entre sí.

A cada persona se le aplicó un pre y post-test (Alsina *et al.*, 2013) (Ver Tabla 6) de acuerdo con las competencias evaluadas. La construcción del test fue revisada por un experto en educación ambiental.

Tabla 6. Pre y post-test aplicado durante la validación del Plan de Educación Ambiental en Chacarita.

Ítem	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente desacuerdo
Dependo como ser humano de los servicios ecosistémicos que me brinda el manglar.				
De ser necesario puedo enseñar a otros acerca de la definición de “manglar”.				
Si me lo solicitan, puedo brindar un tour por el manglar y explicar acerca de los árboles de mangle.				
Tengo actitud favorable en colaborar con el cuidado del manglar, aunque mis vecinos no lo hagan.				
Estoy en capacidad de brindar ejemplos de servicios ecosistémicos que brinda el manglar.				
Practico acciones que colaboren con la protección del manglar.				
Con base a lo que conozco del manglar, puedo invitar a otros a que visiten el manglar.				
Soy parte de la comunidad de Chacarita y por lo tanto una de mis prioridades debe ser la protección del manglar.				
Puedo explicar las ventajas para mi comunidad el proteger el manglar.				

Fuente propia del autor.

Ahora, tomando en cuenta lo indicado por Unigarro (2017) que no toda la evaluación de la adquisición de la competencia se debe realizar por medio de test, se utilizó también una rúbrica de evaluación (Tabla 7) basada en las metodologías de Roth (1992) y Moreira (2016). Esta evaluación, estuvo centrada en la persona facilitadora, y se basó en la constante observación del desempeño de cada uno de los participantes y se les asignó al final una puntuación. La metodología de asignación de la puntuación se basó en Unigarro (2017). Los participantes también evaluaron su desempeño durante el proceso con una rúbrica mostrada en el Anexo 6.

Tabla 7. Rúbrica utilizada para evaluar a los participantes durante el taller.

Caracterización		Evaluación				
Nivel de adquisición de competencia	Descripción	Dimensión de competencia	Puntaje	Nominal	Funcional	Operacional
Nominal	Persona inicia desarrollo de conciencia ambiental hacia el manglar. Dominio básico de conceptos generales. Identifica problemas básicos en torno al manglar.	Conocimiento	1			
			3			
			5			
Funcional	Superó el nivel nominal. Persona consciente y preocupada por los problemas ambientales. Aplica conceptos de manera básica para analizar consecuencias negativas a futuro del deterioro del manglar.	Habilidad	1			
			3			
			5			
Operacional	Superó el nivel funcional. Persona que evalúa el impacto de sus acciones en la protección del manglar. Brinda compromisos verbales y muestran un sentido de responsabilidad hacia el manglar y su cuidado.	Actitud	1			
			3			
			5			

Fuente Roth (1992) y Moreira (2016)

3. Análisis de datos

Se utilizaron las variables de género (femenino y masculino), edad (15-27, 28-41, 42-54, 55-68 y 69-83 años), grado de escolaridad (primaria, colegiales, universitario) y se compararon de acuerdo a cada dimensión de las preguntas realizadas en la encuesta, las cuales correspondieron a conocimiento y disposición (actitudes; habilidades; conocimiento-habilidad; conocimiento-habilidad-actitud; conocimiento-habilidad y actitud-habilidad), para esta primera

sección de análisis se utilizó la prueba de Chi cuadrado (χ^2 con un nivel de significancia de 0,05) (Bonamente, 2022). En el caso del análisis del pre y post-test se dio un valor numérico a cada categoría siendo totalmente de acuerdo=4, de acuerdo=3, en desacuerdo=2 y totalmente desacuerdo=1. Para evaluar estos test de competencias, autores como Hernández *et al.* (2010) y Moreira (2016) utilizaron la *prueba T* (con un nivel de significancia de 0,05) por lo tanto, en este trabajo se utilizó dicha prueba. Para las pruebas estadística se utilizó el programa estadístico InfoStat (Di Renzo *et al.*, 2018). Además, se calculó el tamaño del efecto causado por el taller de validación en la adquisición de las competencias en los participantes (*d* de Cohen) (Cohen, 1988), el cual correspondió a la diferencia de las medias entre el pre y post-test / la desviación ponderada. Se utilizaron los siguientes parámetros de referencia para la interpretación del tamaño del efecto: pequeño $d = 0,20$ a $0,49$; medio $d = 0,50$ a $0,79$; y grande $d > 0,80$. Este tipo de parámetros fueron utilizados por autores como Domínguez y Vega (2018) para evaluar procesos de aprendizaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Construcción del Plan de Educación Ambiental

En Carvajal *et al.* (2023) se indicó la debilidad que poseía la comunidad (sin acepción de sexo, edad o escolaridad) en conocimientos relacionados al manglar y sus servicios ecosistémicos ($p < 0,05$; $p = 0,04$), y es que esta debilidad a nivel de conocimientos dentro de los procesos educativos no es nueva y ya ha sido reportada por otros autores como Frick *et al.* (2004). A pesar de estas falencias en conocimientos, los vecinos de Chacarita tenían, de manera general, una buena disposición a participar en actividades relacionadas a la protección del manglar ($p < 0,05$; $p = 0,001$) y con base a esta información se creó el Plan de Educación Ambiental. Sin embargo, para enriquecer el contexto educativo, apoyar el PEA y el presente artículo, en la Tabla 8 se muestra, que cuando se disgrega las disposiciones de acuerdo con cada dimensión de pregunta, existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en las preguntas relacionadas al conocimiento-actitud con respecto a la edad; y entre las preguntas de habilidad-actitud y conocimiento-habilidad de acuerdo al sexo.

Con respecto a las preguntas referidas al conocimiento-actitud, las personas entre el rango de 28 a 41 años fueron las que presentaron disposiciones positivas (58% relacionaban el manglar con vida y educación) con respecto a los otros grupos de edad; de acuerdo con Hema y Devi

(2015) en su estudio realizado en India sobre manglares encontraron que la edad de las personas es un factor que influye positivamente en la protección y percepción hacia los recursos naturales. Los otros rangos de edad >42 años presentaron un 53% de percepciones positivas hacia el manglar, lo cual también se puede considerar positivo.

Mientras que las percepciones más negativas estuvieron entre el rango de los 15 a los 27 años, de los cuales 57,7 % relacionaban el manglar con contaminación, descuido y peligrosidad. Con respecto a este grupo, podría analizarse de dos maneras, por un lado, Corner *et al.* (2015) concluyeron que las personas más jóvenes tienden a ser muy críticas del estado de los recursos naturales y esto podría explicar, en esta investigación, que las personas en este rango de edad se refieran a la *contaminación y al descuido* como problemas graves que atender en el manglar. Por otro lado, Ramli *et al.* (2018) mencionan que las percepciones ambientales son influenciadas por la actitud y el interés de las personas hacia esta temática, por lo tanto, la edad (Hema y Davi, 2015) de este grupo podría indicar bajo interés en este recurso. Igualmente, según Friess *et al.* (2020) las percepciones negativas hacia los manglares no son novedosas a nivel mundial.

Si hacemos referencia, a las preguntas de conocimiento-habilidad (mujeres 69% de percepciones positivas y 51% en hombres) y habilidad-actitud (mujeres 92% de percepciones positivas y en hombres 84%), las mujeres contaron con disposiciones más positivas estadísticamente en comparación con hombres (Tabla 8). Las preguntas de habilidad-actitud estaban relacionadas a la anuencia a enseñar a otros sobre el manglar, a motivar a otros a asistir a actividades de educación ambiental y a la disposición de separar residuos sólidos. Esta información, recalca el papel preponderante de la mujer en la enseñanza sobre todo de sus propios hijos y esto lo ratifica Treviño (2022) quien en su estudio sobre manglares en Ecuador detectó que las mujeres eran una pieza clave en la enseñanza del respeto al manglar y Heydari *et al.* (2020) recalcaron la importancia de las mujeres en la crianza de los hijos y por lo tanto de incentivarles comportamientos más positivos ambientales. Así que, esta información nos supuso que algunas de las mujeres participantes a los talleres de PEA podrían asistir con sus hijos y nos dio la oportunidad de llevar materiales educativos para trabajar con niños.

Con respecto a la disposición a separar los residuos sólidos de acuerdo a su categorización básica, autores como Estrada *et al.* (2022) ya había hecho referencia al empoderamiento de las mujeres en el manejo de los residuos sólidos y Heydari *et al.* (2020) demostraron que las mujeres comprendían de mejor manera los beneficios de separar los residuos sólidos y señalaron,

además, que las intervenciones y campañas de concientización son cruciales en aumentar la conciencia y empoderar a las personas.

Tabla 8. Análisis estadístico de las respuestas obtenidas en el cuestionario aplicado a la comunidad.

Variable	Dimensión de pregunta						
	Conoc.	Disposición					
		Actitud	Conoc-Actitud	Conoc-Habilidad-Actitud	Conoc-Habilidad	Habilidad-Actitud	Habilidad
Edad	$p > 0,05$; $p = 0,17$	$p > 0,05$; $p = 0,65$	$p < 0,05$; $p = 0,01$. Más positiva en el rango de edad entre 28 a 41.	$p > 0,05$; $p = 0,13$	$p > 0,05$; $p = 0,66$	$p > 0,05$; $p = 0,18$	$p > 0,05$; $p = 0,84$
Sexo	$p > 0,05$; $p = 0,20$	$p > 0,05$; $p = 0,07$	$p > 0,05$; $p = 0,60$	$p > 0,05$; $p = 0,58$	$p < 0,05$; $p = 0,00$. Mujeres con más disposición positiva.	$p < 0,05$; $p = 0,02$. Mujeres con más disposición positiva.	$p > 0,05$; $p = 0,22$
Escolaridad	$p > 0,05$; $p = 0,63$	$p > 0,05$; $p = 0,15$	$p > 0,05$; $p = 0,92$	$p > 0,05$; $p = 0,70$	$p < 0,05$; $p = 0,20$	$p > 0,05$; $p = 0,59$	$p > 0,05$; $p = 0,20$
Temas de mayor interés	Solo 5,76% de las personas reconoce la importancia del manglar. 11% reconoce cuatro servicios ecosistémicos del manglar. 15% tiene noción de las diferencias entre las raíces de los mangles. Aves (83% preguntas incorrectas), Residuos sólidos (57% incorrectas).	El 58,77% cree que es complicado que pueda ser un ente de cambio ante el mal manejo de los residuos sólidos, para el 55% de las personas los grupos comunitarios no son prioridad. Igualmente 61% considera que la	El 47% de las personas asocian el manglar con contaminación. El 83,96% considera que en Chacarita puede desarrollarse el turismo, el 65,64% cree depender de los servicios ecosistémicos que brinda el manglar.	El 58,01% de las personas creen estar en capacidad de indicar a otra persona que no arroje basura al manglar; 59,54% asistiría a reuniones comunales para conocer los problemas	El 60% de las personas afirma separar los residuos sólidos en sus hogares de acuerdo a la categorización básica.	El 80% de los entrevistados están dispuestos a enseñar a otros sobre temas del manglar y 84,35% están dispuestos a incentivar a otros a conocer sobre la temática.	El 70% considera que no tirando residuos sólidos contribuye a proteger el manglar, 64% no ha participado en campañas de recolección de residuos sólidos y un 80% están

	<p>Cuencas hidrográficas (80% incorrectas). Ciclo del agua (ninguna persona respondió correctamente). Sitios Ramsar (79% de las personas no conocen la definición). Plan de Manejo Estero Puntarenas (56% no lo conocen).</p>	<p>protección del manglar debe iniciar en la comunidad.</p>		<p>de su comunidad.</p>		<p>dispuestos a participar de actividades de educación ambiental.</p>
--	---	---	--	-------------------------	--	---

Fuente propia del autor.

Competencias generales y específicas

Una vez analizada la encuesta de acuerdo a la información anteriormente mencionada, se construyeron las seis competencias generales con sus respectivas competencias específicas (cada una responde a la dimensión de conocimiento, habilidad y actitud) (Anexo 7 y Tabla 9) base del plan educativo. Estas competencias generales, no solamente, estuvieron referidas a las mayores debilidades halladas a nivel de conocimiento en la encuesta sino también en aquellas preguntas con mayores cantidades de respuestas correctas, por ejemplo, el 64% de la comunidad reconoce que la producción natural de bivalvos como pianguas son un servicio ecosistémico del manglar, por lo tanto, dependen de esos recursos para vivir, y además sumada la importancia cultural que estos organismos representan se creó una competencia que permitió profundizar en la temática. Según Otto y Pensini (2017), el conocimiento ambiental es un prerrequisito intelectual para incentivar comportamientos ecológicos en las personas, pero no es el indispensable, pues requiere otros componentes como las actitudes.

Tabla 9. Competencias generales y sus respectivas competencias específicas identificadas en la comunidad de Chacarita.

Contexto	Competencia	Competencia específica		
		Conocimiento	Actitud	Habilidad
Las personas de la comunidad poseen un conocimiento débil en temáticas relacionadas a los servicios ecosistémicos tales como definiciones y categorizaciones de los mismos.	Identifico los principales servicios ecosistémicos presentes en el manglar, que benefician la calidad de vida de las personas en las zonas aledañas.	Caracterizo los diferentes tipos de servicios ecosistémicos presentes en el manglar.	Argumento la importancia de los servicios ecosistémicos para los pobladores de Chacarita.	Propongo medidas que me permitan colaborar con el cuidado de los servicios ecosistémicos que provee el manglar.
Las personas de la comunidad poseen un conocimiento débil en la categorización base de los residuos sólidos. La mayoría no ha participado en actividades de recolección de residuos sólidos en el manglar.	Analizo las diferentes formas en que el buen manejo de los residuos sólidos favorece la conservación de los servicios ecosistémicos del manglar.	Identifico la categorización base de los residuos sólidos con el fin de contribuir en la conservación de los servicios ecosistémicos del manglar.	Valoro los efectos de la correcta disposición de los residuos sólidos y su impacto en la salud del manglar.	Participo en actividades que fomenten la disminución de residuos sólidos en el manglar.
La producción de piangua es el mayor beneficio que la comunidad identifica del manglar. La comunidad reconoce que las pianguas tienen una talla para la extracción, además la existencia de las vedas, sin embargo, se requiere ahondar en las características macroscópicas de las especies.	Identifico las especies de moluscos de interés comercial en el manglar de Chacarita y la importancia de respetar sus tallas de extracción.	Diferencio las especies de moluscos de interés comercial.	Analizo las diferentes tallas de extracción permitidas por la legislación costarricense.	Propongo medidas que colaboren con la protección de los moluscos bivalvos.
La comunidad infiere la función de las raíces en los mangles, pero visualmente solo reconocen a <i>Rhizophora mangle</i> . (por el nombre común). Desconocen términos como propágulos. No relacionan los mangles con el equilibrio climático.	Analizo las diferencias entre las especies de mangle presentes en el manglar de Chacarita y su contribución al equilibrio natural y climático del planeta.	Caracterizo las especies de mangle presentes en Chacarita.	Analizo las principales problemáticas presentes en el manglar causadas por el ser humano.	Explico el aporte de los mangles a la regulación climática y al mantenimiento de la vida en el planeta.
La población de Chacarita identifica las pianguas como fuente de ingresos económicos. Aunque no se da el turismo si lo consideran una posibilidad. No reconocen la educación ambiental como fuente de ingreso económico.	Evalúo los beneficios económicos que obtengo del manglar.	Enuncio algunos beneficios económicos que se obtienen del manglar.	Valoro los beneficios de los servicios ecosistémicos del manglar y su aprovechamiento económico.	Identifico potenciales atractivos turísticos del manglar.

La comunidad considera, que la protección del manglar debería ser comunitario.	Evalúo la necesidad de formar parte de grupos comunitarios que ayuden con la protección del manglar.	Enumero beneficios de la existencia de grupos organizados que coadyuven a la protección del manglar.	Aprecio la cooperación que pueda desarrollarse entre los vecinos de la comunidad para incentivar la protección del manglar.	Propongo actividades que puedo realizar en grupo en beneficio del cuidado y uso sostenible del manglar.
--	--	--	---	---

Fuente propia de la autora.

Objetivos, temas, estrategias, técnicas, actividades en el PEA

Se estableció para cada competencia general, un objetivo actitudinal, luego con la información de la Tabla 9, se establecieron las temáticas para cada competencia específica (Tabla 10) y se crearon los conocimientos y habilidades que respondieran a estas temáticas. Ahora, este proceso educativo, al ir más allá del activismo (Charpentier, 2004), requirió establecer estrategias, las cuales se definen como procedimientos que se utilizan para solucionar problemas; así como técnicas a manera de procedimientos netamente didácticos para contribuir a alcanzar los objetivos de la estrategia (Hernández y Donato, 2016). Estas estrategias son apoyadas con actividades y materiales didácticos que facilitan la adquisición de habilidades y promueven la comprensión (Monrroe *et al.*, 2008) (Tabla 10 y Anexo 8).

Entre las estrategias utilizadas se pueden mencionar el método de indagación; que facilita la visualización de temáticas a nivel global (Pimienta-Prieto, 2012; Moreira, 2016), ilustraciones; para facilitar al individuo analizar imágenes de acuerdo con diferentes contextos (Cortés, 2008), los recursos audiovisuales (Pimienta-Prieto, 2012); que como se indicó en Carvajal *et al.* (2023) se crearon una serie de videos contextualizados donde los protagonistas eran los mismos vecinos de la localidad, lo que reforzó el empoderamiento y la contextualización. Así mismo, se utilizaron los trabajos comunales (Hernández y Donato, 2016) como las limpiezas del manglar que permitieron fortalecer el trabajo en equipo y el organizacional. Se utilizó la estrategia de resolución de problemas (Mata *et al.*, 2003) en el cual los participantes analizan diferentes situaciones relacionadas al manglar y brindan soluciones. A estas estrategias se le sumaron técnicas brindadas por los mismos autores como por ejemplo discusiones guiadas, análisis de casos, campañas en este caso de limpiezas, exposiciones y categorizaciones; y actividades como lluvias de ideas, láminas ilustrativas y hojas de trabajo.

Indicadores

Tal y como lo sugiere el modelo de la NAAEE (Hollweg *et al.*, 2011), cada competencia requiere indicadores por lo que se utilizaron para este trabajo los indicadores de gestión que permiten evaluar todo el proceso y se adapta a las metodologías que contienen componentes educativos y ambientales (Moreira, 2016) (Tabla 10).

Tabla 10. Ejemplo de competencia que forma parte del Plan de Educación Ambiental para Chacarita.

Competencia general: Identifico los principales servicios ecosistémicos presentes en el manglar, que benefician la calidad de vida de las personas en sus zonas aledañas.							
Objetivo actitudinal: Interiorizar la importancia de los servicios ecosistémicos del manglar para mí y mi familia, que me facilite colaborar en la protección del manglar, a través de los conocimientos que adquiero en las actividades educativas.							
Competencia específica	Conocimiento	Habilidades	Temas	Estrategias	Técnica	Actividad	Indicadores
Caracterizo los diferentes tipos de servicios ecosistémicos presentes en el manglar.	Defino algunos conceptos asociados a los servicios ecosistémicos en el manglar.	Comparo los servicios ecosistémicos de aprovechamiento y culturales.	1. Definición de manglar. 2. Servicios ecosistémicos. 3. Clasificación de servicios ecosistémicos. 4. Manglares como sitios Ramsar.	Método de indagación.	Discusión grupal.	Construcción grupal de definición de manglar.	Reconoce la definición de manglar.
				Ilustraciones.	Discusión grupal.	Láminas ilustrativas.	
Argumento la importancia de los servicios ecosistémicos para los pobladores de Chacarita.	Describo algunos de los servicios ecosistémicos que recibe la comunidad del manglar.	Identifico los principales servicios ecosistémicos que recibe mi familia del manglar.	1. Importancia de los servicios ecosistémicos. 2. Chacarita y los servicios ecosistémicos. 3. Acciones que promueven la protección de los manglares.	Ilustraciones.	Discusión grupal.	Láminas ilustrativas.	Proporciona una razón de la importancia de proteger los servicios ecosistémicos.
Propongo medidas que me permitan colaborar con el cuidado de los servicios ecosistémicos que provee el manglar.	Nombro medidas simples que colaboren a proteger el recurso manglar.	Diseño una medida sencilla que pueda aplicar en el manglar para contribuir en su protección.	1. Medidas específicas que permiten el cuidado de los manglares. 2. Legislación costarricense asociada a la	Recursos audiovisuales.	Discusión guiada.	Documental.	Proponen una medida simple para proteger el manglar.
				Cuadro comparativo	Discusión grupal.	Hoja de trabajo de beneficios del manglar.	

			protección del manglar.	Resolución de problemas	Análisis de caso.	Lámina de resolución de problemas.	
--	--	--	-------------------------	-------------------------	-------------------	------------------------------------	--

Referencia de estrategias y técnicas: Cortés, 2008; Mata et al., 2003; Moreira, 2016 y Pimienta-Prieto, 2012

Roles dentro del PEA

Ahora bien, los roles para este proceso educativo estuvieron basados de acuerdo con Moreira *et al.* (2019), en el cual el facilitador debe ser una persona dinámica, orientadora de las discusiones que se planteen en los talleres, mediadora en la construcción conjunta de los saberes, accesible y dispuesta a escuchar a los participantes en un ambiente de respeto mutuo. En el caso del participante se le recomienda participar activamente en un ambiente de respeto, mostrar actitud de apertura ante los nuevos conocimientos y poner en práctica en su vida diaria lo aprendido.

El PEA y el modelo utilizado

Como se indicó, este Plan de Educación Ambiental estuvo basado en el modelo de la NAAEE (Hollweg *et al.*, 2011). Por lo tanto, tomando como base lo explicado en Carvajal *et al.* (2023) y lo expresado en la Tabla 8 y 9, se incluyó secciones básicas de la información en el modelo, la Figura 18 muestra el modelo basado en aspectos relevantes del plan educativo del presente trabajo doctoral (Anexo 9).

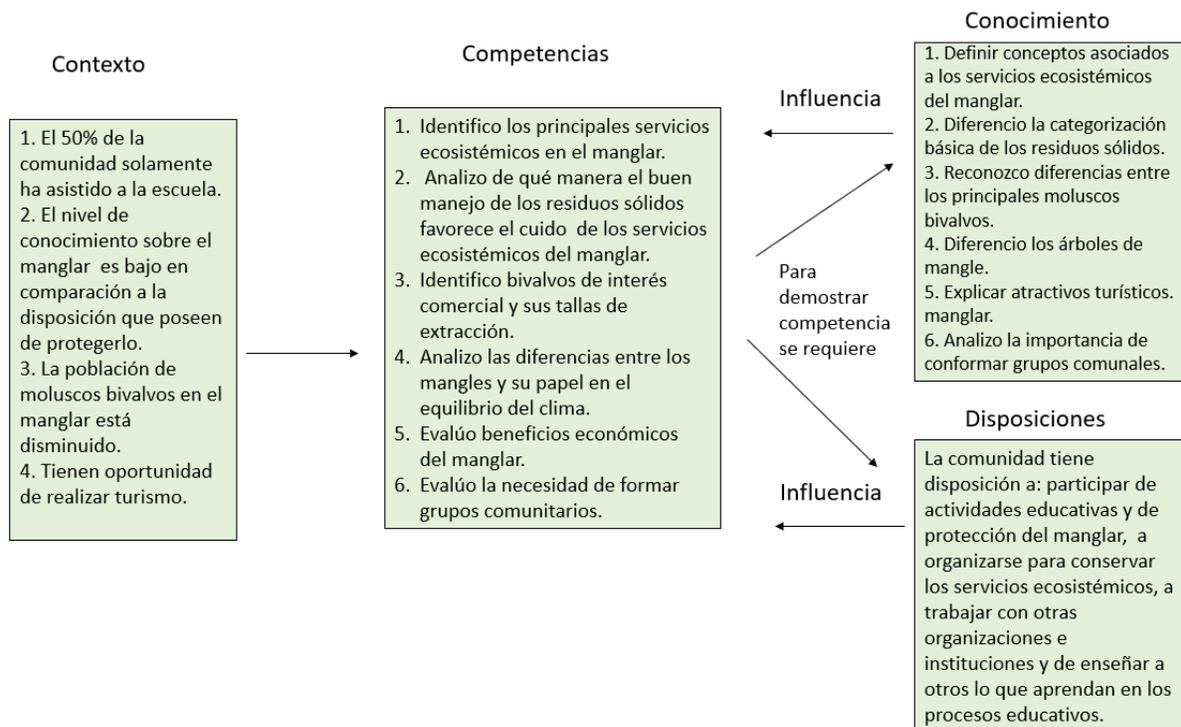


Figura 18. Modelo de la NAAEE con la inclusión de los datos de la presente investigación.

Fuente propia del autor.

2. Taller de validación del Plan de Educación Ambiental

En el taller, del total de los asistentes, 80% correspondieron a mujeres, las cuales tres de ellas fueron acompañadas de sus hijos menores de edad. En la investigación realizada por Lau y Scales (2016) se abordó la importancia de los lazos familiares como el de la madre e hijo como propiciantes del respeto por los servicios ecosistémicos que brinda el manglar en Gambia. Como se indicó anteriormente, para el taller se llevaron actividades para los niños y ellos también pudieron expresar su interés hacia el manglar (Figura 19).

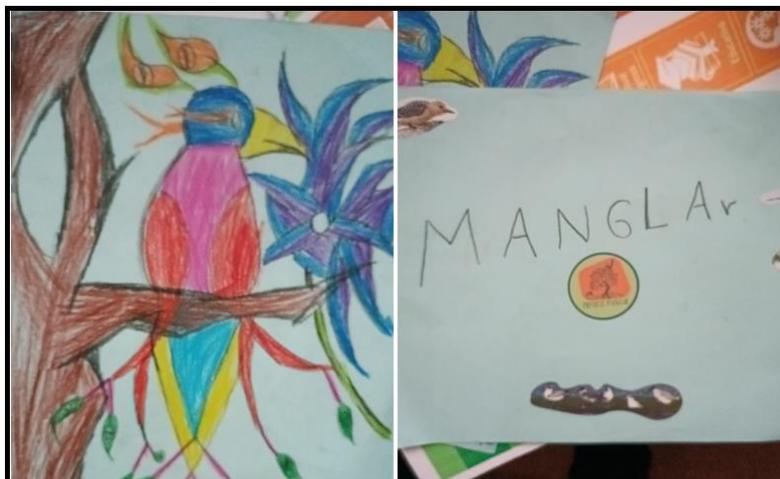


Figura 19. Ilustraciones realizadas por los niños durante el taller en Chacarita, Puntarenas.

Fuente propia de la autora.

Además 80% de las personas se encontraron entre edades de 25 a 48 años y el 20% restante fueron participantes hasta los 65 años, en la siguiente tabla se describe con mayor detalle a la población validada.

Tabla 11. Caracterización de los participantes en el proceso de validación.

Características	Porcentaje
Género	100
Masculino	20
Femenino	80
Edad	100
18 a 30	27
31 a 40	27
41 a 50	26
51 o más	20
Escolaridad	100
Sin estudios	13
Primaria	47
Secundaria	40
Universitaria	0

Años de residir en la comunidad	100
0 a 10	27
Más de 10	73
Total de la muestra	15

Fuente propia de la autora.

Estadísticamente hubo diferencia significativa entre los pre y post-test aplicados ($p < 0,05$; $p = 0,002$) (Anexo 10) demostrando que los participantes adquirieron las competencias evaluadas, lo cual coincide con la medida del tamaño del efecto de Cohen $d = 0,45$ al obtenerse un valor entre 0,2 y 0,49 el cual es un indicativo de que efectivamente existió un efecto positivo pero pequeño en la adquisición de las competencias analizadas. Esto pudo deberse a que los participantes indicaron en el pre-test contar con un manejo previo de las competencias que se iban a analizar, por lo que la mejora se dio, pero modestamente. Las preguntas del post-test que mostraron mayor mejora estadísticamente comprobada correspondieron a la pregunta número 2: De ser necesario puedo enseñar a otros a cerca de la definición de la palabra manglar $p = 0,02$ (18% de mejora con respecto al pre-test) y la pregunta número 7: Con base a lo que conozco del manglar, estoy en capacidad de invitar a otros a visitar el manglar de Chacarita $p = 0,05$ (13% de mejora).

Autores como Little *et al.* (2020) en su investigación se refirieron a que la aplicación tradicional de pre y post-test podían ser poco confiables y sobre todo si no se analizan constructos de conocimiento, así que es más recomendado un análisis en retrospectiva. Por lo tanto, la principal evaluación recayó sobre el facilitador, quien pudo observar durante el proceso el desempeño de las personas con base a la rúbrica y a los indicadores establecidos (Tabla 7, Figura 20, Anexo 11). En general 5 personas obtuvieron una calificación de 3,66 debido a que no participaron de manera activa de las discusiones guiadas, pero sí mostraron preocupación por los problemas ambientales. El resto de las personas obtuvieron la calificación de 5,66 pues siempre mostraron interés en las temáticas, brindaron propuestas y compromisos verbales con el manglar (Anexo 12).

En general todas las personas participantes adquirieron las competencias pues según Unigarro (2017) se adquiere la competencia después de obtener un puntaje superior a 3. De manera general, los participantes saben de la importancia del manglar, de proteger los servicios ecosistémicos y de las amenazas que estos bosques poseen; lo único que requieren es

asistencia específica para que generen de manera exitosa nuevos comportamientos más positivos, así como lo mencionó Monroe *et al.* (2008) y como se comentó anteriormente contar con materiales educativos atinentes y que respondan a las estrategias establecidas influye positivamente en los resultados. El 90% de los participantes consideraron su desempeño en el taller como excelente y el restante 10% como muy bueno.

Los talleres de educación ambiental, no solamente cumplen la función de implementar competencias sino que también se convierten en insumos para la investigación participativa debido a que ayudan a proporcionar conocimiento local necesario para las planificaciones sociales y ambientales (Bell *et al.*, 2012; Roczen *et al.*, 2013), permitiendo así, que las iniciativas de gestión de recursos y desarrollo sostenible sean efectivas y gocen de un mayor cumplimiento de la legislación vigente (Brown *et al.*, 2016; Rakotomahazo *et al.*, 2019). Además, este tipo de procesos educativos contribuyen en gran manera a que las comunidades se apropien de las estrategias de protección y conservación, fomentando la autogestión y la comunicación comunitaria (Zaldívar *et al.*, 2017).

Así, por ejemplo, durante el proceso educativo realizado, las personas de la comunidad se motivaron a crear una Asociación destinada a la protección del manglar llamada “Asociación de Desarrollo Específica para la Protección de los Recursos naturales con un enfoque Socio productivo, Chacarita, Puntarenas, Puntarenas”, en la cual se pretende proteger el manglar con un acompañamiento de educación ambiental que estará basado en este trabajo de investigación (Anexo 13,14 y 15).



Figura 20. Experiencia durante el taller en la comunidad de Chacarita, Puntarenas.

Fuente propia de la autora.

3. Construcción del manual de educación ambiental

Se creó un manual con el propósito de que más personas pudieran tener acceso a educación ambiental relacionada a los manglares pues en otros formatos como tesis o artículos de investigación podría no generar el impacto positivo que se busca implementar. El manual se compuso de un total de seis módulos (equivalentes a cada una de las competencias generales), cada uno de estos subdividido en tres unidades pedagógicas específicas (equivalentes a cada competencia específica) con planeamientos de sesiones de talleres que fueron plasmadas recurriendo a un lenguaje sencillo, bastante descriptivo, de fácil comprensión para todo público. Cada unidad se compuso de técnicas y actividades que buscaron promover procesos educativos, reflexivos y de análisis crítico que favorezcan el aprendizaje de las personas con quienes se implementen. La estructura del manual estuvo basada en Moreira *et al.* (2019) (Figura 21).

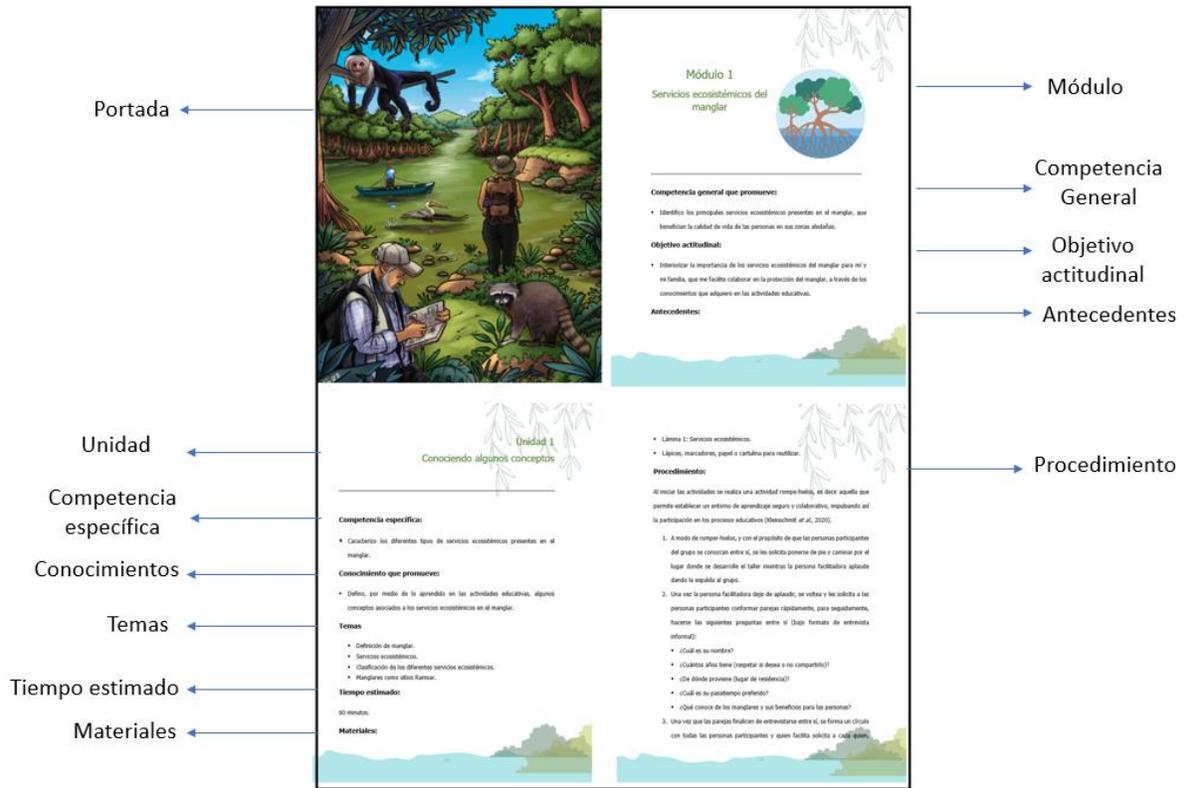


Figura 21. Estructuración del manual realizado a partir del Plan de Educación Ambiental.

Fuente propia de la autora.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los enfoques participativos son particularmente adecuados para la planificación y el desarrollo de programas educativos. Estos no solamente permiten que las comunidades adquieran competencias, sino que también son generadores de información sobre los recursos de los manglares y las actividades de subsistencia, así como el papel de los manglares en la vida y los medios de subsistencia de las personas, las amenazas que enfrentan los manglares y los impulsores subyacentes de esas amenazas.

La presente investigación demostró que, aunque las personas de la comunidad no tenían altos niveles de conocimientos, sí tenía una disposición positiva a participar en actividades de

educación ambiental, lo que facilitó que al momento de realizar la validación del Plan de Educación todos adquirieran las competencias analizadas y permitió de alguna manera que las personas se sintieran más responsables y empoderadas en proteger su manglar aledaño.

Los autores de esta investigación recomiendan la difusión de las investigaciones, especialmente las de índole educativo, por medio de un lenguaje sencillo e inclusivo así por ejemplo en este trabajo se creó un manual educativo que permite que la información obtenida esté al alcance de las personas que tengan interés en los manglares y puedan aprender de ellos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la comunidad de Fray Casiano, Chacarita. A la Universidad Nacional por el apoyo económico en este proceso doctoral. Al Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura, al Sistema Nacional de Áreas de Conservación y al Parque Marino del Pacífico.

REFERENCIAS

- Akpomi, M. y Kayii, N. (2021). Constructivist approaches: a budding paradigm for teaching and learning entrepreneurship education. *International Journal of Education, Teaching, and Social Science*, 2 (1), 31-44. <https://doi.org/10.47747/ijets.v2i1.586>
- Alsina, J., Arggila, A., Aróztegui, M., Arroyo, J., Badia, M., Carreras, A., ... y Vila, B. (2013). *Rúbrica para la evaluación de competencias*. España: Octaedro.
- Araújo, F., Feldberg, E., Moura, N., Hernández, S., Schneider, C., Carvalho, G. A., ...y Gross, M. C. (2019). Effects of environmental pollution on the rDNAomics of Amazonian fish. *Environmental Pollution*, 252, 180-187. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.05.112>
- Arguedas, D. (2019). *Arrecifes, manglares y animales continúan en deterioro, según reporte del Minae*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica. <https://semanariouniversidad.com/pais/arrecifes-manglares-y-animales-ticos-continuan-en-deterioro-segun-nuevo-reporte-del-minae/>
- Bell, S., Morse, S. y Shah, R. (2012). Understanding stakeholder participation in research as part of sustainable development. *J. Environ. Manag.*, 101,13-22.
- Braun, T., Cottrell, R. y Dierkes, P. (2017). Fostering changes in attitude, knowledge and behavior: demographic variation in environmental education effects. *Environmental Education Research*, 24(6), 899–920. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1343279>
- Bonamente, M. (2022). Contingency Tables and diagnostic tests In: Statistics and Analysis of Scientific Data. *Graduate Texts in Physics*. Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0365-6_10
- Brown, G., Strickland-Munro, J., Kobryn, H. y Moore, S. (2016). Stakeholder analysis for marine conservation planning using public participation GIS. *Appl. Geogr.*, 67, 77-93.
- Buonocore, E., Donnarumma, L., Appolloni, L., Miccio, A., Russo, G. F. y Franzese, P. P. (2020). Marine natural capital and ecosystem services: An environmental accounting model. *Ecological Modelling*, 424, 109029. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109029>
- Calvente, A., Kharrazi, A., Kudo, S. y Savaget, P. (2018). Non-Formal Environmental Education in a Vulnerable Region: Insights from a 20-Year Long Engagement in Petrópolis, Rio de Janeiro, Brazil. *Sustainability*, 10(11), 4247. <https://doi.org/10.3390/su10114247>

- Carvajal, M., Valerio, E., Moreira, C. y Herrera, A. (2023). Hacia un proceso de educación ambiental no formal y contextualizado en la comunidad de Chacarita, Puntarenas, Costa Rica. *Revista Educación*, 47 (1), 1-18. <https://doi.org/10.15517/revedu.v47i1.49962>
- Chacón-Ortiz, M. (2015). El proceso de evaluación en educación no formal: Un camino para su construcción. *Revista Educare*, 19(2),21-35.
- Charpentier, C. (2004). Principios básicos para la educación ambiental. En. M. Arguedas (Ed.), *Lineamientos y Herramientas para un Manejo Creativo de las Áreas Protegidas* (pp.463-488). Organización para Estudios Tropicales.
- Chávez, A. y Campos, F. (2014). Repercusiones del cambio climático en la pesca artesanal. *Ambientico*, 246, 4-7. <https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/31476/33627/246.pdf>
- Chow, J. (2017). Mangrove management for climate change adaptation and sustainable development in coastal zones. *Journal of Sustainable Forestry*, 37(2), 139–156. <https://doi:10.1080/10549811.2017.1339615>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Estados Unidos: LEA.
- Concilio de la Unión Europea. (2004). *Conclusions of the Council and of the representatives of the Governments of the Member States meeting within the Council on Common European Principles for the identification and validation of non-formal and informal learning*. Brussels: CUE.
- Corner, A., Roberts, O., Chiari, S., Völler, S., Mayrhuber, E. S., Mandl, S. y Monson, K. (2015). How do young people engage with climate change? The role of knowledge, values, message framing, and trusted communicators? *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(5), 523–534. <https://doi:10.1002/wcc.353>
- Cortés, L. (2008). *La ilustración como Estrategia de enseñanza y aprendizaje Para la comprensión lectora en 3º de la Escuela Simón Bolívar*. México: Escuela Simón Bolívar.
- Díaz, J. (2011). Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: el caso Sistema Lagunar de Topolobampo. *Ra Ximhai*, 7(3), 355-369. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46121063005.pdf>

- Di Renzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2018). InfoStat. Grupo InfoStat.
- Domínguez, L. C. y Vega, N. V. (2018). Efectos del mapa conceptual sobre la síntesis de información en un ambiente de aprendizaje interactivo: Un estudio preexperimental. *Educación Médica*, 21(3), 193-197. <https://doi:10.1016/j.edumed.2018.08.002>
- Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M. y Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4(5), 293–297. <https://doi.org/10.1038/ngeo1123>
- Estrada, M., Galvin, M., Maassen, A. y Hörschelmann, K. (2022). Catalysing urban transformation through women’s empowerment in cooperative waste management: the SWaCH initiative in Pune, India. *Local Environment*, 1. <http://doi.org/10.1080/13549839.2022.2090532>
- Flórez-Yepez, G. (2015). La educación ambiental y el desarrollo sostenible en el contexto colombiano. *Educare*, 19(3). <http://dx.doi.org/10.15359/ree.19-3.5>
- Fuso, F., Sovacool, B., Hughes, N., Cozzi, L., Cosgrave, E., Howells, M., ... y Milligan, B. (2019). Connecting climate action with other Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 2, 674-680. <http://doi.org/10.1038/s41893-019-0334-y>
- Frick, J., Kaiser, F. G. y Wilson, M. (2004). Environmental knowledge and conservation behavior: exploring prevalence and structure in a representative sample. *Personality and Individual Differences*, 37(8), 1597–1613.
- Fonseca, L. M., Domingues, J. P. y Dima, A. M. (2020). Mapping the Sustainable Development Goals Relationships. *Sustainability*, 12(8), 3359. <https://doi:10.3390/su12083359>
- Friess, D., Yando, E., Alemu, J., Wong, L., Soto, S. y Bhatia, N. (2020). Ecosystem services and disservices of mangrove forests and salt marshes. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 58, 107–142.
- Hema, M. y Devi, P. (2015). Economic valuation of mangrove ecosystems of Kerala, India. *J Environ Prof Sri Lanka*, 4(1), 1-16.
- Hernández, L. y Donato, F. (2016). *De la sensibilización a la educación ambiental*. Costa Rica: EUNED.

- Hernández, B. y Hidalgo, M. C. (2010). Actitudes hacia el medio ambiente. En J. Aragonés y M. Américo (Eds.). *Psicología Ambiental* (pp. 285-302). Madrid: Pirámide.
- Heydari, E., Solhi, M., Janani, L. y Farzadkia, M. (2021). Determinants of Sustainability in Recycling of Municipal Solid Waste: Application of Community-Based Social Marketing (CBSM). *Challenges in Sustainability*, 9(1), 16–27. <https://doi.org/10.12924/cis2021.09010016>
- Hollweg, K. S., Taylor, J. R., Bybee, R. W., Marcinkowski, T. J., McBeth, W. C. y Zoido, P. (2011). *Developing a framework for assessing environmental literacy*. Estados Unidos: North American Association for Environmental Education.
- Hu, Q. y Wang, C. (2020). Quality evaluation and division of regional types of rural human settlements in China. *Habitat International*, 105, 102278. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2020.102278>
- Hungerford, H. R., Peyton, R. B. y Wilke, R. (1980). Goals for curriculum development in environmental education. *Journal of Environmental Education*, 11(3), 42–47.
- Lau, J. D. y Scales, I. R. (2016). Identity, subjectivity and natural resource use: How ethnicity, gender and class intersect to influence mangrove oyster harvesting in The Gambia. *Geoforum*, 69, 136–146. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.01.002>
- Little, T. D., Chang, R., Gorrall, B. K., Waggenspack, L., Fukuda, E., Allen, P. J. y Noam, G. G. (2020). The retrospective pretest–posttest design redux: On its validity as an alternative to traditional pretest–posttest measurement. *International Journal of Behavioral Development*, 44(2), 175–183. <https://doi.org/10.1177/0165025419877973>
- Martínez-Valdés, M. y Juárez -Hernández, L. (2019). Diseño y validación de un instrumento para evaluar la formación en sostenibilidad en estudiantes de educación superior. *Revista de investigación educativa*, 10 (1), 37-54. <https://doi.org/10.33010/ierierediech.v10i19.501>
- Maurer, M. y Bogner, F. X. (2020). Modelling environmental literacy with environmental knowledge, values and (reported) behaviour. *Studies in Educational Evaluation*, 65, 100863. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100863>
- Mata, A., Zúñiga, C., Brenes, O., Carrillo, M. A., Charpentier, C., Hernández, L. y Zúñiga, M. E. (2003). *Estrategias innovadoras para la formación inicial de educadores en el campo ambiental*. Cartago, Costa Rica: Imprenta Obando.

- Menéndez, P., Losada, I.J., Torres-Ortega, S., Narayan, S. y Beck, M. (2020). The Global Flood Protection Benefits of Mangroves. *Scientific Reports*, 10(1), 4404. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61136-6>
- Ministerio de Educación Pública. (2009). *Programa Nacional de Educación Marina*. San José, Costa Rica: Ministerio de Educación Pública.
- Monroe, M. C., Andrews, E. y Biedenweg, K. (2008). A Framework for Environmental Education Strategies. *Applied Environmental Education & Communication* 6(3-4), 205–216. <https://doi.org/10.1080/15330150801944416>
- Moreira-Segura, C. (2016). *Plan de educación por competencias para la conservación del recurso hídrico en comunidades de la Cuenca del Río San Carlos, Costa Rica*. [Tesis de Doctorado inédita]. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Moreira, C., Charpentier, C. y Araya, F. (2019). *Conservación del Recurso hídrico: educación ambiental. Guía de actividades*. Cartago, Costa Rica: Editorial del Tecnológico de Costa Rica/ Editorial de la Universidad Nacional.
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Chile, Santiago: Naciones Unidas.
- Novoa, V., Rojas, O., Ahumada-Rudolph, R., Sáez, K., Fierro, P. y Rojas, C. (2020). Coastal Wetlands: Ecosystems Affected by Urbanization? *Water*, 12(3), 698. <https://doi:10.3390/w12030698>
- O’Flaherty, J. y Liddy, M. (2017). The impact of development education and education for sustainable development interventions: a synthesis of the research. *Environmental Education Research*, 24(7), 1031–1049. <https://doi:10.1080/13504622.2017.1392484>
- Otto, S. y Pensini, P. (2017). Nature-based environmental education of children: Environmental knowledge and connectedness to nature, together, are related to ecological behaviour. *Global Environmental Change*, 47, 88–94. <https://doi:10.1016/j.gloenvcha.2017.09.0>
- Pereira, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, 15,1, 15-29.
- Pimienta-Prieto, J. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje: docencia universitaria basada en competencias*. México.

- Rakotomahazo, C., Ravaoarinorotsihoarana, L. A., Randrianandrasaziky, D., Glass, L., Gough, C., Boleslas Todinanahary, G. G. y Gardner, C. J. (2019). Participatory planning of a community-based payments for ecosystem services initiative in Madagascar's mangroves. *Ocean & Coastal Management*, 175, 43–52. <https://doi:10.1016/j.ocecoaman.2019.03.014>
- Ramli, F., Samdin, Z., Abd, A. y Mahamad, M. (2018). Factors affecting users perception towards conservation of biodiversity in Matang Mangrove Forest Reseve (MMFR), Perak, Malaysia. *International Journal of Business and Society*, 19, 26-36.
- Roczen, N., Kaiser, F. G., Bogner, F. X. y Wilson, M. (2013). A Competence Model for Environmental Education. *Environment and Behavior*, 46(8), 972–992. <https://doi:10.1177/0013916513492416>
- Rasoolimanesh, S. M., Ramakrishna, S., Hall, C. M., Esfandiar, K. y Seyfi, S. (2020). A systematic scoping review of sustainable tourism indicators in relation to the sustainable development goals. *Journal of Sustainable Tourism*, 1–21. <https://doi:10.1080/09669582.2020.1775621>
- Roth, C. (1992). *Environmental literacy: Its Roots, Evolution, and Direction in the 1990s*. Estados Unidos: Ohio State University Digest.
- Sánchez, H., Reyes, C. y Mejía, K. (2018). *Manual de Términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Lima, Perú: Bussiness Support Aneth S.R.L <https://hdl.handle.net/20.500.14138/1480>
- Santiago, A. (2009). La globalización del deterioro ambiental. *Aldea Mundo*, 14(27), 63-72.
- SINAC. (2019). Estrategia Regional para el Manejo y Conservación de los Manglares en el Golfo de Nicoya-Costa Rica 2019-2030. San José-Costa Rica: SINAC. <https://acortar.link/j8MtCE>
- Silvestre, B. S. y Țîrcă, D. M. (2019). Innovations for sustainable development: Moving toward a sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, 208, 325–332. <https://10.1016/j.jclepro.2018.19.244>
- Souto-Otero, M. (2021). Validation of non-formal and informal learning in formal education: Covert and overt. *Eur J Educ.*, 56,365–379. <https://doi.org/10.1111/ejed.12464>

- Treviño, M. (2022). "The Mangrove is Like a Friend": Local Perspectives of Mangrove Cultural Ecosystem Services Among Mangrove Users in Northern Ecuador. *Hum Ecol.*, 50, 863-878. <https://doi.org/10.1007/s10745-022-00358-w>
- Ukaogo, P. O., Ewuzie, U. y Onwuka, C. V. (2020). Environmental pollution: causes, effects, and the remedies. *Microorganisms for Sustainable Environment and Health*, 419–429. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819001-2.00021-8>
- Unigarro, M. (2017). *Un modelo educativo crítico con enfoque de competencias*. Colombia: Green Papers.
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). A/RES/70/1 Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. *Resolut*, 25, 1–35.
- Zaldívar, A., Ladrón-de-Guevara-Porras, P., Pérez-Ceballos, R., Díaz-Mondragón, S. y Rosado-Solórzano, R. (2017). US-Mexico joint Gulf of Mexico large marine ecosystem based assessment and management: Experience in community involvement and mangrove wetland restoration in Términos lagoon, Mexico. *Environmental Development*, 22, 206–213. <https://doi:10.1016/j.envdev.2017.02.007>

8. Discusión

La educación ambiental en manglares, debe estar enfocada en una perspectiva constructivista, donde exista un aprendizaje que permita involucrar diferentes categorías de actores dentro de un proceso de comunicación, deliberación y negociación (Miranda *et al.*, 2020) sin dejar de lado la necesidad de contextualizar y profundizar en temáticas a nivel social-económica-ambiental a los pobladores sobre el uso y conservación de los recursos naturales, fomentando así aún más la participación y el desarrollo de políticas amplias que motive a los usuarios de los recursos a cuidar de la naturaleza y gestionarla de manera más sostenible (Glaser *et al.*, 2012; Soulé, 2013; Miller *et al.*, 2014; Marvier, 2014; Eppinga *et al.*, 2019). La presente discusión engloba los aspectos más salientes en el proceso de construcción de un Plan de Educación Ambiental contextualizado que tomó en cuenta aspectos ambientales, económicos y sociales propios de la comunidad de Chacarita, Puntarenas.

A nivel ambiental, se puede mencionar que este manglar presentó cinco especies de mangle, de los cuales *Pelliciera rhizophorae* y *Rizophora racemosa* tuvieron los mayores Índices de Valor de

Importancia, coincidiendo con Jiménez (1994) al indicar que son las especies de mayor importancia en la costa Pacífica de América Central. Los individuos se encontraron entre las clases diamétricas entre 5 a 31,25 cm lo cual es indicativo de un proceso de regeneración, posiblemente incentivado por los asentamientos humanos o actividad agrícola (Pineda, 2021) que ha generado ciclos de deforestación y reforestación natural a través del tiempo. Aunque las reservas de carbono no son tomadas como servicios ecosistémicos como tales (Hernández-Blanco *et al.*, 2018) en este trabajo se tomaron en cuenta para fines de concientización ambiental y como una posibilidad de atraer fondos de otras organizaciones para la comunidad. El carbono reportado en esta investigación resultó bajo en comparación con otros trabajos como el de Cifuentes *et al.* (2014) quienes reportaron valores de carbono en mangles de Puntarenas entre 92 y 99 Mg·ha⁻¹ y en raíces entre 47,93 a 53,34 Mg·ha⁻¹. En forma general, el carbono almacenado sobre el suelo, en esta investigación, fue inferior al promedio mundial para manglares (78±64,5 Mg·ha⁻¹) posiblemente asociado a que es un bosque en regeneración.

Con respecto a los moluscos, la cantidad de organismos extraídos en un año (357 organismos en 210 hectáreas) son pocos, lo que llama a un ordenamiento urgente de este recurso, pues de él dependen muchas familias costarricenses lideradas especialmente por mujeres (SINAC-INCOPECA, 2019). Otro aspecto preocupante, es que el 70% de las pianguas muestreadas (ambas especies), se encontraron por debajo de la talla mínima de extracción establecida por la Ley de la República de Costa Rica 13371-A (1982), por lo tanto, a pesar de los esfuerzos gubernamentales si las personas de las comunidades aledañas no se empoderan en la protección de estos recursos pues estos esfuerzos fracasan, así por ejemplo, el Plan de Manejo del Estero de Puntarenas (SINAC, 2018), de acuerdo a la encuesta aplicada en este trabajo, solo un 30% de la comunidad lo ha escuchado mencionar, lo cual tampoco es indicativo de que conozcan su contenido.

Esta sobreexplotación de recursos como los moluscos, generalmente está asociada a 1) falta de estrategias de educación ambiental y 2) porque hay familias que dependen de éstos para vivir, por ello, brindar otras opciones generadoras de ingresos permitiría bajar el impacto, pues aquellos proyectos centralizados solo en proteger y conservar el medio ambiente tienden a fracasar (Soulé, 2013; Miller *et al.*, 2014; Marvier, 2014). Es por lo anterior que, en la comunidad de Chacarita, aunque no se desarrolla el turismo, sí es una opción viable. No solamente se cuenta con un bosque de manglar en regeneración, sino que se pueden encontrar entre sus canales más de 20 especies de aves, mamíferos y reptiles. La aproximación indirecta del valor económico

de este servicio ecosistémico “turismo” (34 000 USD), es cercano al valor reportado por Udin *et al.* (2013) para manglares en Bangladesh de 40 000 USD al año, pero muy inferior a ganancias económicas por el mismo concepto en otros manglares de Sri Lanka (entre 93 000 a 119 000 USD al año). Lo anterior supondría que, con la publicidad correcta y apoyo municipal, podrían generarse fondos económicos que mejorarían la calidad de vida de estas personas, pues, de acuerdo con la encuesta aplicada 76,8% de las personas están dispuestas a pagar por tours en los manglares de Chacarita.

Éstas valoraciones económicas tienen como único fin sensibilizar a las personas sobre el valor de los servicios ecosistémicos ya que el ser humano tiende a valorar de acuerdo al precio económico, así por ejemplo, tomando en cuenta que los moluscos bivalvos de interés comercial están sobre explotados, una manera de generar conciencia es indicando que el acopio de Chacarita ha recibido del 2008 al 2017 por concepto de bivalvos 133 788,55 USD (18 629,34 kg); que si bien es cierto no son recursos capturados en el manglar de Chacarita si representa ingresos económicos para la comunidad de manera indirecta y por lo tanto se hace necesario proteger (Nfotabong-Atheull *et al.*, 2009). Reforzando lo anterior, en Costa Rica, Hernández *et al.* (2021) reportaron para el Golfo de Nicoya un valor mediano aproximado de 86 millones (USD) por año en concepto de 11 servicios ecosistémicos.

Ahora, contando con datos ambientales y económicos, fue indispensable conocer las percepciones de la comunidad hacia este manglar, el nivel de conocimiento que poseen del mismo y la disposición en participar en actividades ambientales. Para ello, se aplicó una encuesta a la comunidad que demostró debilidad (sin acepción de sexo, edad o escolaridad) en conocimientos relacionados al manglar y sus servicios ecosistémicos. Esta debilidad dentro de los procesos educativos no es nueva, ya ha sido reportada por otros autores como Frick *et al.* (2004), sin embargo, un aspecto a rescatar es la alta disposición hacia proteger el manglar. Con base a esta información se crearon seis competencias, cada una de ellas con tres competencias específicas, que fueron parte de la columna vertebral del Plan de Educación Ambiental.

La educación ambiental basada en competencias permite contextualizar la información que se le brinde a una comunidad, lo cual podría permitir un mayor empoderamiento en cuanto a la conservación del recurso (Hollweg, 2011), debe estar orientada hacia la formación de actitudes ambientales y hacia una modificación de hábitos de conducta que desarrolle un comportamiento humano comprometido con la conservación. Las competencias permiten desarrollar la capacidad de dedicarse a algo (habilidad), la predisposición para responder de un modo favorable o

desfavorable a un objeto social dado (actitud) y posee un componente de conocimiento (Hirsch, 2005). Aunque los tres componentes de las competencias son necesarios hay investigadores que defienden la idea de que la actitud ambiental es el detonador al cambio de comportamiento hacia los recursos naturales (Sugandini *et al.*, 2017) y tiene aún mayor impacto si hay una relación estrecha con los recursos naturales como tales (Kaiser *et al.*, 2008).

Como este proceso educativo pretendía ir más allá del activismo (Charpentier, 2004), se crearon materiales educativos de acuerdo con la información recolectada a nivel ambiental y económico. Durante las giras al sitio, para la colección de este material, se pudo apreciar áreas deforestadas, afectación por el mal manejo de los residuos sólidos, una frontera agrícola propensa al crecimiento y una presión por crecimiento poblacional (Anexo 3). Este escenario desfavorable requiere que a través de la educación se posibiliten procesos de toma de conciencia, con la finalidad de provocar cambios respecto a las formas de producción y bienestar social, así como el respeto a las condiciones que hacen posible la existencia de vida en el planeta (Miranda, *et al.*, 2020; Ahmed *et al.*, 2020). Y muchas de estas personas, parte de la comunidad, tienen el interés de mejorar sus comportamientos, pero requieren de estrategias y técnicas educativas idóneas que les facilite el proceso.

Al final del proceso se validó el Plan de Educación en un taller con 15 personas, en el cual todas las personas lograron adquirir la competencia evaluada. Estos talleres, no solamente cumplen la función de implementar competencias (Roczen *et al.*, 2013) sino que también se convierten en insumos para la investigación participativa debido a que ayudan a proporcionar conocimiento local necesario para las planificaciones sociales y ambientales (Bell *et al.*, 2012), permitiendo así, que las iniciativas de gestión de recursos y desarrollo sostenible sean efectivas y gocen de un mayor cumplimiento de la legislación vigente (Brown *et al.*, 2016; Rakotomahazo *et al.*, 2019). Además, este tipo de procesos educativos contribuyen en gran manera a que las comunidades se apropien de las estrategias de protección y conservación, fomentando la autogestión y la comunicación comunitaria (Zaldívar *et al.*, 2017).

Finalmente, si respondemos las preguntas generadoras que dieron inicio a la investigación puede indicarse que la comunidad valoraría más el manglar aledaño por medio de un proceso educativo contextualizado, donde las personas se concienticen de su realidad más próxima, de que tienen en sus manos la posibilidad de mejorar y proteger de buena manera este recurso indispensable para la vida. Pues, a pesar de que estas personas no poseen altos niveles en conocimientos sobre la temática, sí tienen disposición de mejorar las condiciones actuales del manglar tan es

así de su disposición que se pudo avanzar significativamente en la creación de una Asociación dedicada a la protección de los recursos naturales en Chacarita *Asociación de Desarrollo Específica para la Protección de los Recursos naturales con un enfoque Socio productivo, Chacarita, Puntarenas, Puntarenas* , por lo tanto, si se utilizan estrategias y técnicas educativas idóneas esta comunidad podría involucrarse más en esta ardua tarea. Los Planes de Educación Ambiental, mejoran la adquisición de competencias, pero debe ser constante en el tiempo para que genere verdaderos cambios de comportamiento ambiental.

9. Conclusiones y recomendaciones

El manglar de Chacarita puede catalogarse como un manglar en regeneración, donde se aprecian cinco especies de mangle, hay presencia de al menos cuatro especies de bivalvos interés comercial para el consumo humano y más de 20 especies de aves. Además, se corroboró que, aunque el turismo, no es una actividad que se implemente, existe anuencia por parte de las personas que visitan Puntarenas den adquirir tours por los canales de este manglar, lo que podría significar ganancias económicas para la comunidad.

Se demostró que las poblaciones analizadas de moluscos bivalvos están diezmadas, y a niveles preocupantes. Los datos, reflejaron que existe presión antropogénica sobre los moluscos sobre todo referido al género *Anadara*, ya que cerca del 70% de los individuos estuvieron por debajo de la longitud permitida para la extracción de acuerdo con la legislación costarricense, además, los índices gonadales encontrados son menores a los que se han reportado por otros investigadores, lo que refleja que los organismos podrían estar madurando en etapas más juveniles. Sin embargo, a pesar de este panorama poco alentador, se rescata que en este manglar hay áreas que benefician el crecimiento de moluscos, lo que facilitaría establecer medidas de gestión para proteger el recurso como programas de repoblación gestionados por la misma comunidad.

Desde el análisis educativo, fue posible observar cómo, a pesar de los bajos niveles de conocimiento en la comunidad de Chacarita, relacionado con las temáticas de manejo sostenible de los recursos y servicios ecosistémicos de los manglares, hay disposición e interés en adquirir información fiable y relevante, así como herramientas teórico-prácticas que hagan posible una transformación en las acciones ambientales referidas al manglar. En este sentido, el Plan de Educación Ambiental y su proceso de validación viene a representar un primer paso en el camino

hacia la dotación y adquisición de competencias en contextos comunitarios específicos, que permiten la adopción de una mayor apertura al conocimiento y a ejecución de acciones sensibles e informadas dentro de un marco de respeto y protección a los recursos naturales.

La implementación de este Plan de Educación Ambiental con personas pobladoras de la comunidad en cuestión permitió conocer la necesidad de planificar y ejecutar acciones y proyectos relacionados de manera directa con las problemáticas que amenazan a los lugares específicos. Es decir, abordar las distintas problemáticas desde una perspectiva integral que responda a las necesidades específicas de cada comunidad.

Con respecto a las recomendaciones, se subdividirán de acuerdo si van dirigidas para las comunidades, universidades y educadores ambientales.

Para las comunidades:

1. Promover y participar activamente en campañas de sensibilización sobre la importancia de los manglares y su conservación, tomando como eje central las temáticas que se detectaron como oportunidades de mejora.
2. Fortalecer la organización comunitaria por medio de asociaciones o comités locales que les permita abordar de manera conjunta los desafíos a los que se enfrentan e incentivar acciones de conservación y proyectos productivos.
3. Promover la educación y la capacitación de los miembros de la comunidad en habilidades técnicas, emprendimiento, gestión comunitaria y conservación ambiental para así, propiciar mejoras en las perspectivas laborales y la calidad de vida de los individuos.
4. Establecer alianzas estratégicas, que busquen apoyo de organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas, entidades estatales y demás actores relevantes que le puedan brindar recursos y asistencia técnica para abordar sus problemáticas socioeconómicas y ambientales.

Para las Universidades:

1. Proponer investigaciones y programas acuícolas para el repoblamiento en las áreas del manglar que cuenten con las condiciones para ello haciendo uso de los recursos, capacidades y pobladores de la zona. A nivel de Costa Rica, solamente la ostra *Magallana gigas* se reproduce en cautiverio por lo que se podría utilizar esta base tecnológica para la producción de *Anadara tuberculosa*.

2. Establecer alianzas con la comunidad (y con las comunidades costeras en general), de manera que se fomente la colaboración y el trabajo conjunto. Esto permitirá que los proyectos, investigaciones y demás producciones provenientes de la academia aborden de una manera efectiva las problemáticas específicas que afectan a estas poblaciones.

3. Promover proyectos en donde la educación ambiental sea el eje que permita compartir la información científica sobre los manglares y la conservación de los recursos naturales en general, utilizando un lenguaje sencillo con las comunidades, grupos organizados y pobladores en general.

Para facilitadores ambientales:

1. Desarrollar procesos educativos contextualizados, que le permitan a la comunidad apropiarse de los recursos naturales que tienen al lado.

2. Fomentar la participación de las personas en los procesos de educación ambiental. Garantizando la participación de los diferentes grupos etarios y de género, permitiendo crear así un sentido de responsabilidad en la comunidad hacia la conservación del manglar, sus servicios ecosistémicos y demás recursos marino-costeros.

3. Construir en conjunto con la comunidad un conocimiento basado en la estrecha relación entre el manglar y sus servicios ecosistémicos. Destacando la necesidad de proteger y preservar estos recursos para garantizar su disponibilidad a largo plazo y así, el bienestar de las futuras generaciones.

4. Aplicar el conocimiento teórico generado sobre la educación ambiental con el fin de que sea un proceso sistemático, preciso y evaluable; sustentado en teorías educativas, modelos de educación y didáctica ambientales.

5. Utilizar el manual denominado “Conservemos el Manglar” es una herramienta de fácil uso, sustentada en la conceptualización teórica de la educación ambiental que permite el desarrollo de competencias; por tal razón es una herramienta ideal para la conservación de los manglares.

10. Referencias

- Ahmed, Z., Asghar, M. M., Malik, M. N. y Nawaz, K. (2020). Moving towards a sustainable environment: The dynamic linkage between natural resources, human capital, urbanization, economic growth, and ecological footprint in China. *Resources Policy*, 67, 101677. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.1016>
- Goldberg, L., Lagomasino, D., Thomas, N. y Fatoyinbo, T. (2020). Global declines in human-driven mangrove loss. *Global Change Biology*, 26, 5844-5855. <https://doi.org/10.1111/gcb.15275>
- Kaiser, F., Roczen, N. y Bogner, F. (2008). Competence formation in environmental education: advancing ecology-specific rather than general abilities. *Umweltpsychologie*, 12(2), 56-70. <https://doi.org/10.5167/uzh-9249>
- Lee, S.Y., Primavera, J.H., Dahdouh-Guebas, F., McKee, K., Bosire, J., ... y Mendelssohn, I. (2014). Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, 23 (7), 726–743.
- Miranda-Esteban, A., Bedolla-Solano, R., Bedolla -Solano, J. y Sánchez-Adame, O. (2020). Educación sustentable no formal para conservar los manglares en zonas costeras con estudiantes de Sociología, UAGro. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20), e018. 2020. <https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.618>
- Nfotabong-Atheull, A., Din, N., Longonje, S., Koedam, N. y Dahdouh-Guebas, F. (2009). Commercial activities and subsistence utilization of mangrove forests around the Wouri estuary and the Douala-Edea reserve (Cameroon). *J Ethnobiol Ethnomed*, 5 (1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-5-35>
- Raymond, C. M., Bryan, B. A., MacDonald, D. H., Cast, A., Strathearn, S., Grandgirard, A. y Kalivas, T. (2009). Mapping community values for natural capital and ecosystem services. *Ecological Economics*, 68(5), 1301–1315. <https://doi:10.1016/j.ecolecon.2008.12.006>

11. Anexos

Anexo 1. Preguntas a profundidad realizadas a la comunidad de Chacarita.

Tipo de pregunta	Sección de la entrevista	Preámbulo	Guion
Descripción	Iniciar confianza	Inicio.	Introducción
			Permiso para grabar la conversación.
			Información personal (sexo, edad, educación, a qué se dedica, si tiene hijos)
		General.	¿Cuánto tiempo tiene de vivir en Chacarita?
			¿Reflexión acerca de vivir en Chacarita?
			Ahondar acerca de sus experiencias de vivir en Chacarita. Si algo no le gusta, conocer las razones.
		Si es pescador o molusquero.	¿Cuánto tiempo tiene de dedicarse a la extracción de recursos marinos?
Si no es pescador.	¿Tiene familia dedicada a la pesca o extracción de moluscos?		
Estructural	Sondear conocimiento básico	Pregunta inicial.	¿Qué puede decir del manglar de Puntarenas? ¿y del de Chacarita?
		Si me responde que hay contaminación o es sucio.	¿Por qué cree que hay contaminación? ¿Qué tipo de contaminación?
		Si me responde que es muy importante.	¿Por qué es importante? ¿Sus vecinos o familia tienen el mismo concepto?
		Si me responde que del manglar extrae moluscos o pesca.	¿Qué especies de peces o moluscos extrae? ¿De qué lugares?

Entrar al tema específico de los Servicios Ecosistémicos	Si se dedica a la extracción de peces o moluscos en el manglar.	¿Cuántas veces por semana se adentra al manglar a trabajar en la extracción de peces o bivalvos? ¿Tiene una idea general de las cantidades que extrae? ¿Cuál especie extrae con mayor frecuencia? ¿Cuánto depende del manglar para vivir?
	Si me dice que depende mucho del manglar, pero no le es suficiente para sobrevivir.	¿Qué otras actividades hacen? ¿Recibe algún tipo de ayuda por el solo hecho de dedicarse a trabajar en el manglar?
	En el mercado.	¿A qué precios vende? ¿Usa intermediarios? ¿Lo vende directamente? ¿Solo extrae los moluscos para consumo personal?
	Si no se dedica a la extracción.	¿Qué aprovecha del manglar directamente?
	Para quienes extraen o no.	¿Qué otros beneficios, además de los productos pesqueros, tiene conocimiento que se reciben del manglar?
	Si alguna persona me responde la madera.	¿Qué especie de árboles se extraen? ¿Cree que lo realicen con algún permiso?
	Si me responden que el turismo.	¿Tiene conocimiento que se realice turismo en este manglar? ¿Si fueras un guía turístico qué promocionaría del manglar?
	Si me responde turismo y extrae moluscos o peces y además pertenece a una asociación.	¿Cómo asociación aprovecha el turismo o podrían aprovechar el turismo para generar ingresos?

		Si me responden que la educación.	¿Cómo se relaciona el manglar y la educación? ¿Le ha generado ingresos?
		Proyectos productivos.	¿Ha realizado algún proyecto en el manglar que le haya generado ingresos? (Puede ser con alguna ONG, con el gobierno)
		Si me responde que no.	¿Ha analizado la idea de realizar un proyecto? ¿Qué le ha imposibilitado realizarlo?
		Si me responde que sí y es de asociación.	¿Qué importancia ha tenido la asociación en el establecimiento del proyecto?
Contraste	Con respecto al pasado a nivel temporal	Si trabaja en el manglar.	¿Siempre ha extraído las mismas cantidades? ¿Las mismas especies?
		Si dice que no.	¿Qué cree que afectó?
	Con respecto al futuro	Reflexión.	¿Qué cree usted necesario hacer para que sus hijos o nietos sigan aprovechando los beneficios del manglar? ¿Será suficiente con lo que se hace en la actualidad? ¿Qué haría usted diferente?

Anexo 2. Preguntas a profundidad realizadas a instituciones públicas en Puntarenas.

Tipo de pregunta	Sección de la entrevista	Preámbulo	Guion
Descripción	Iniciar confianza	Inicio	Introducción
			Permiso para grabar la conversación.
			Información personal (Nombre e institución a la que pertenece)
		General	¿Qué conocimiento tiene acerca del manglar de Chacarita?
Estructural	Entrar al tema específico de los Servicios Ecosistémicos		¿Tiene conocimiento de actividades pesqueras de captura y extracción?
		Si responde que sí	¿Qué especies?
		Turismo	¿Cree usted que este manglar tiene potencial turístico? ¿Por qué?
		Investigación	¿Conoce que se haya hecho o se estén haciendo investigaciones?
		Si responde que sí.	¿De qué tipo?
		Efectos negativos.	¿Conoce el impacto ambiental que ha generado las actividades agrícolas e industriales?
		Si responde que sí.	¿De cuáles empresas?
		Gobierno.	¿Conoce en qué ha colaborado el gobierno a comunidades que se benefician del manglar?
		Precios.	¿Tiene conocimiento de precios de mercado de los productos que se extraen del manglar?

		Si responde que sí.	¿Cuál es la relación productora/intermediario? ¿Se puede regular?
		Asociaciones.	¿De qué manera contribuyen las asociaciones comunales en la conservación del manglar y a la comunidad en general?
			¿Debería de haber más organizaciones de este tipo?
			¿Conoce las asociaciones de pescadores de Chacarita?
		Proyectos.	¿Conoce usted proyectos de aprovechamiento sostenible del manglar que se pueden desarrollar?
		Si responde que sí	¿Cómo cuáles?
			¿Qué proyectos innovadores sostenibles se podrían realizar?
		Educación.	¿Conoce usted de alguna iniciativa de Educación ambiental que se haya o se esté desarrollando en este manglar?
Contraste	Con respecto al pasado	Reflexión.	¿Cree que el cambio del manglar ha sido positivo o negativo a través del tiempo?
	Con respecto al futuro	Reflexión.	¿Cree usted que faltan más iniciativas para la conservación de este manglar? ¿Qué mejoraría?

Anexo 3. Aclaración sobre áreas deforestadas, presión debido a la población, frontera agrícola y mal manejo de los residuos sólidos en el manglar de Chacarita.

1) Deforestación y cambio en la frontera agrícola en el manglar de Chacarita

De acuerdo con el SINAC (2018a) el área de manglar asociado al Estero de Puntarenas ha presentado pérdidas desde 1945 y hasta el 2018 de 865 ha aproximadamente. Específicamente, si nos referimos al manglar aledaño a Chacarita, utilizando fotografías aéreas facilitadas por el Instituto Geográfico Nacional con oficio DIG-TOT-0354-2023, de 1960 al 2005 ha sufrido una pérdida de manglar de 291 ha, de los cuales cerca de 200 ha están relacionadas al aumento poblacional y 45 ha se han debido al aumento de la frontera agrícola. Lo anteriormente descrito se refleja en la siguiente figura.

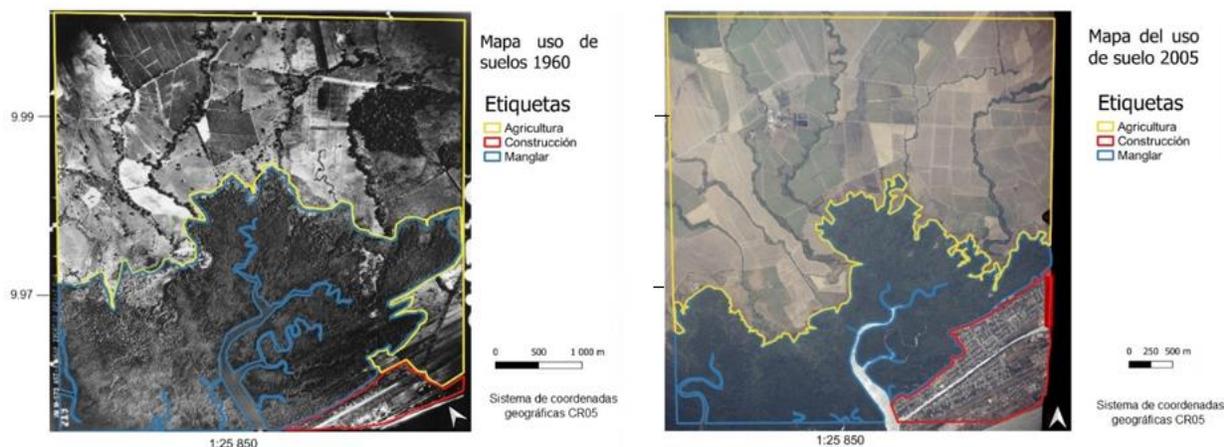


Figura 22. Comparación en cambio de uso de suelo en las áreas aledañas al manglar de Chacarita, entre los años 1960 y 2005. Fuente: Instituto Geográfico Nacional, Proyecto IGN Puntarenas rollo 134, línea 4, foto 219, 22/12/1960y Proyecto Carta II, rollo CR05-5844, línea 47, foto 1400,4/03/2005, elaboración propia.

Ahora, utilizando la metodología de Gómez y Villavicencio (2023) se analizó, por medio del índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), el período comprendido entre 1989 a 2022 y estos resultados mostraron áreas de cambio en la cobertura de manglar sobre todo en

áreas cercanas a la zona con infraestructura. Existen al menos 25 ha de manglar que han sufrido algún tipo de disminución boscosa, de los cuales al menos 6 ha están cercanas a la frontera agrícola, 8 ha dentro del bosque (verdes claros) y el restante asociado al núcleo poblacional (tonos más amarillentos y naranjas). Ver siguiente figura.

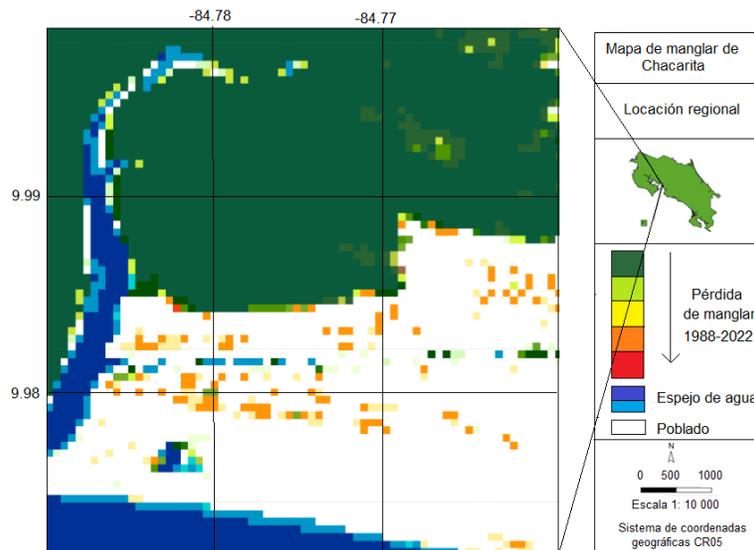


Figura 23. Cambio en la cobertura del manglar en Chacarita de acuerdo con el NDVI, entre el periodo 1988 al 2022. Abarca una escala de 1 a 0, siendo 1 verdes oscuros (sin cambio en cobertura) y 0 rojos (pérdida total de cobertura). Figura obtenida por medio de la metodología Gómez y Villavicencio (2022).

2) Mal manejo de los residuos sólidos

En la encuesta a profundidad realizada en la presente investigación, e indicada metodológicamente en el artículo científico número tres y página 92, tanto las personas de la comunidad como de las instituciones indicaron que uno de los mayores problemas correspondía al mal manejo de los residuos sólidos en la localidad de Chacarita. Según las respuestas de la comunidad, el camión recolector al no lograr acceder a todos los hogares las personas decidían depositarlos en el manglar. Esto coincide con el Plan Municipal para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos del Cantón Central de Puntarenas (Municipalidad de Puntarenas, 2018), al indicar que cerca de 200 personas depositaban sus residuos en “otros” lugares como el estero. Además, según este mismo informe, Chacarita es la población que posee la percepción más

negativa del servicio de recolección municipal. Otros autores, han analizado de manera científica esta problemática en el Estero Puntarenas y sus Manglares Asociados tal es el caso de Nova-Bustos *et al.* (2022), ellas identificaron que, en la zona interna del manglar en Puntarenas, existe un mal manejo de residuos sólidos dominado por los plásticos que afectan estos bosques.

Ahora, volviendo a la presente investigación, también se puede mencionar la encuesta aplicada a las 263 personas (metodología explicada en el artículo científico tres, en página 90) en la cual se obtuvo que el 47,3% de los encuestados relacionaban el manglar de Chacarita con algún tipo de contaminación. Sin embargo, se recalca, la necesidad de que otros investigadores analicen a mayor profundidad esta problemática ya que no estaba dentro de los alcances del trabajo.

Referencias

- Gómez, C. y Villavicencio, D. (2023). *Propuesta de una metodología basada en sistemas de información geográfica y teledetección para la identificación de áreas de cambio de uso en Humedal dentro de la zona marítimo terrestre de la provincia de Guanacaste, Costa Rica, en el año 2021*. Tesis de Maestría de la Universidad Nacional y Universidad de Costa Rica.
- Municipalidad de Puntarenas. (2018). Plan Municipal para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos del Cantón Central de Puntarenas. Costa Rica: Municipalidad de Puntarenas.
- Nova-Bustos, N., Guzmán-Sánchez, Y. y Guevara-Mora, M. (2022). Estructura y cuantificación de basura acumulada en la zona interna del manglar de Puntarenas, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 19(45), 18-27.

Anexo 4. Encuesta aplicada a la comunidad de Chacarita.

Encuesta sobre Manglares y sus servicios ecosistémicos

Estimado señor (a),

Mi nombre es Milagro Carvajal Oses. Soy estudiante del Doctorado en Ciencias Naturales para del Desarrollo (DOCINADE). Actualmente, estoy elaborando una investigación sobre los **servicios ecosistémicos en el manglar de Chacarita**, cuyo objetivo es realizar un **Plan de Educación Ambiental que facilite la gestión sostenible de sus recursos**. Con el propósito de llevarla a cabo de la mejor forma, le agradecería que respondiera de la manera más sincera posible unas preguntas sobre el tema, por lo que no existen respuestas correctas o incorrectas. La información que se brinde será tratada de manera confidencial. Estimo que completar el cuestionario, le tomará 30 minutos aproximadamente. Le agradezco su valiosa contribución.

Instrucciones generales: complete el cuestionario de manera individual. Responda sin apoyarse en ningún material, libro, folleto o recurso didáctico. Se debe hacer únicamente a partir de lo que usted sabe.

Sección I. Perfil del entrevistado (Datos Generales)		
1. N.º de cuestionario: _____ (solo para encuestador)	2. Nombre de la comunidad donde vive en Chacarita: _____	3. Hora de inicio: _____
4. Fecha de aplicación: _____ día / mes / año	5. Edad cumplida: _____	6. Género: <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Otro
7. Último grado académico al que asistió: <input type="checkbox"/> Escuela <input type="checkbox"/> Colegio	8. Estado civil <input type="checkbox"/> Soltero (a): <input type="checkbox"/> Casado (a) <input type="checkbox"/> Divorciado <input type="checkbox"/> Viudo	

<input type="checkbox"/> Universidad <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Incompleto	<input type="checkbox"/> Unión libre <input type="checkbox"/> Sin Respuesta
9. Tiene hijos, Si No ¿Cuántos? _____	10. Tipo de lugar de habitación: <input type="checkbox"/> Casa de habitación <input type="checkbox"/> Apartamento <input type="checkbox"/> Cuarto individual dentro de una casa <input type="checkbox"/> Residencia estudiantil <input type="checkbox"/> Otro ¿Cuál? _____?

Sección II. Preguntas de selección de respuesta múltiple

Instrucciones. Lea detenidamente cada enunciado y seleccione la letra que complete la oración.

1. La siguiente definición: “son ecosistemas costeros formados por árboles con características especiales para sobrevivir en aguas salinas”, corresponde con a. Un bosque de manglar b. Un bosque de montaña c. Un arrecife coralino d. Una pastura
2. “Los servicios ecosistémicos son todos aquellos beneficios que la naturaleza le ofrece al ser humano”. A partir de esta definición, ¿cuál cree usted que puede ser un servicio ecosistémico de los manglares que podemos disfrutar las personas?, <u>puede marcar más de una opción</u> a. Pianguas para consumo b. Turismo c. Proteger a las zonas costeras contra posibles desastres naturales d. Pesca
3. Los servicios ecosistémicos “culturales” son todos aquellos que no se pueden palpar (tocar) con nuestras manos ¿Cuál es un ejemplo de servicio ecosistémico de tipo “cultural” en el manglar? a. Pianguas

- b. Turismo
- c. Peces
- d. Miel

4. ¿Cuáles de los siguientes seres vivos puedo encontrar en un bosque de manglar?, **uede marcar más de una opción**

- a. Pargos rojos
- b. Almejas
- c. Pianguas
- d. Camarones

5. Considero que cuidar los manglares es algo que se debería iniciar desde

- a. La comunidad
- b. La municipalidad
- c. La Asamblea Legislativo.
- d. Otro

6. Con ayuda de las siguientes fotografías, indique ¿Cuáles de las siguientes aves se podrían ver en el manglar?



- a. Solo la A
- b. Solo la B
- c. Ambas
- d. Ninguna

7. Los moluscos bivalvos son aquellos seres vivos que tienen dos conchas unidas. Entonces, ¿cuáles moluscos bivalvos puede ver en la siguiente fotografía?



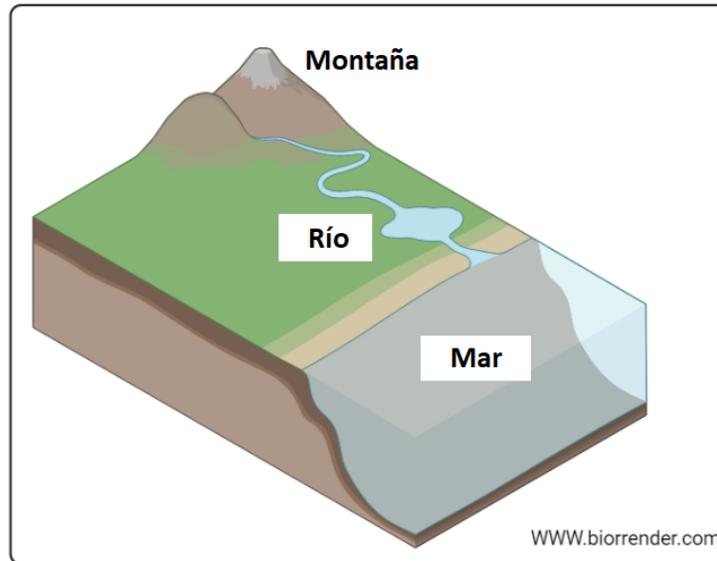
- a. Pianguas y mejillones
- b. Almejas y caracol
- c. Pianguas y almejas
- d. Mejillones y choras

8. ¿Cuáles de los envases presentes en la siguiente imagen, cree usted que se podrían reciclar?



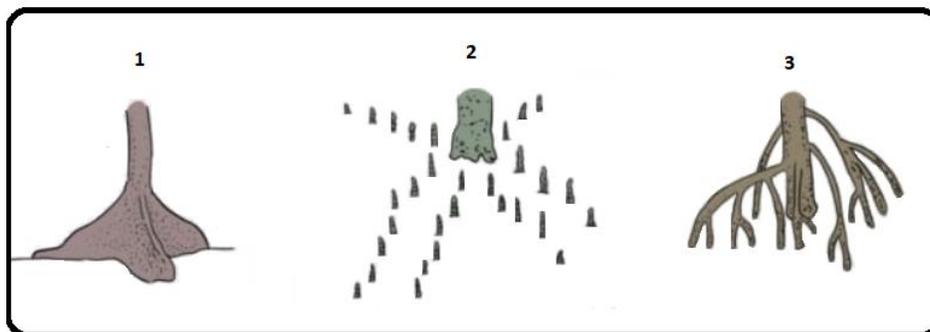
- a. 1, 3 y 4
- b. 1, 2 y 3
- c. Solamente 1 y 3
- d. Todos

9. ¿A qué cree que hace referencia la siguiente figura?



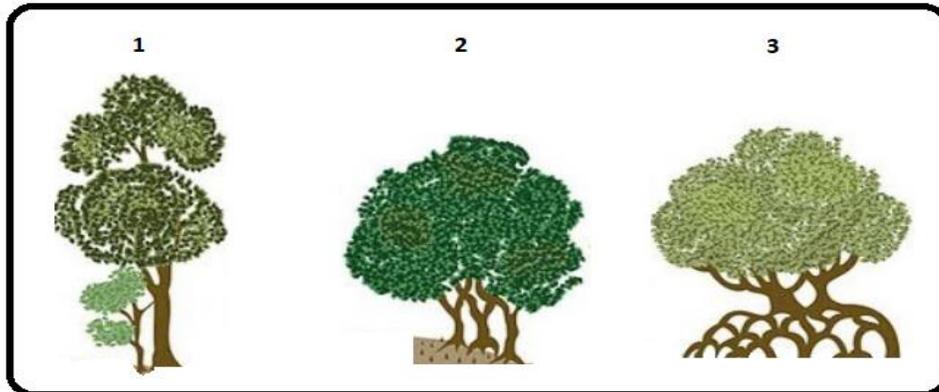
- a. A una Cuenca
- b. A un Manglar
- c. El Ciclo del agua
- d. A un sistema volcánico

10. En la siguiente imagen usted podrá ver diferentes tipos de raíces de árboles, ¿cuáles cree que podrían ser raíces de árboles de manglar?



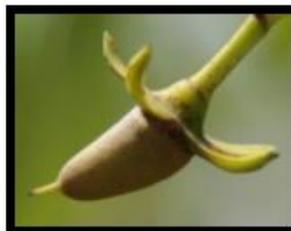
- a. 2 y 3
- b. 1 y 3
- c. 1 y 2
- d. Todos

11. De los siguientes árboles del manglar, ¿Cuál considera que se estabiliza mejor en suelos muy blandos (lodosos)?



- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. No sabe

12. ¿Qué parte del árbol de manglar puede observar en la siguiente imagen?



- a. Raíz
- b. Semilla
- c. Flor
- d. Hoja

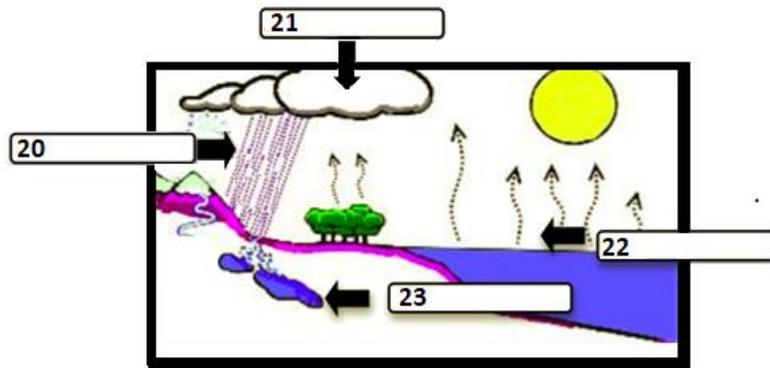
13. ¿Con cuál(es) palabra(s) relaciona el manglar?, puede marcar más de una opción

- a. Vida
- b. Descuidado
- c. Contaminación
- d. Educación
- e. Peligroso

f. Humedal
<p>14. Con respecto al deterioro del manglar, usted considera que</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Se le ha dado la importancia necesaria b. A pocos les importa el deterioro del manglar c. No es verdad que el manglar está deteriorado d. No conozco respecto al tema
<p>15. Si observo o me doy cuenta de que uno de mis vecinos o vecinas está tirando basura al manglar, yo:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. No hago nada b. Le indico que está actuando de manera incorrecta y ofrezco una solución c. No le digo nada, pero le informo a la Asociación más cercana para que ellos traten de solucionar d. No me afecta pues no vivo a la par del manglar
<p>16. La Asociación de mi comunidad necesita conformar una nueva junta directiva, para lo cual me invitan a participar en la Asamblea, yo:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Asisto para conocer los problemas de mi comunidad y colaborar b. No asisto a ese tipo de actividades c. Le digo a otra persona que asista por mi d. No sé qué es una asociación
<p>17. ¿Por qué es importante proteger el manglar (<u>puede marcar varias opciones</u>)?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Puedo recibir ayudas económicas por protegerlo b. Son fuente de turismo c. Protegen la línea costera de tormentas d. Ayudan a mitigar efectos del cambio climático e. Obtengo alimentos para mi familia
<p>18. De las siguientes acciones ¿cuáles cree usted que podrían ayudar a proteger el manglar? <u>Puede marcar varias opciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> a. No tirar basura b. Eliminar todas las industrias que contaminen c. Despropiar a las familias que colinden con el manglar d. Reforestar (sembrar árboles)

- e. No depositar aguas residuales directamente al manglar
- f. Incentivar a la comunidad a no contaminar
- g. Educación ambiental

19. El siguiente diagrama se representa de manera resumida el ciclo del agua, anote en los espacios en blanco donde corresponda: evaporación, condensación, precipitación e infiltración.



Sección III. Respuesta cerrada

En qué medida está usted de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones. Marque la opción que mejor representa su opinión.

Afirmación	Totalmente de acuerdo	Medianamente de acuerdo	Poco de acuerdo	Nada de acuerdo
24. Usar adecuadamente los recursos naturales del manglar ayuda a su protección.				
25. Es complicado que una persona como yo contribuya a que otros no tiren basura al manglar.				
26. Hay cosas más importantes que participar de manera activa con grupos comunales en la conservación del manglar.				

27. Es importante que yo colabore con el cuidado del manglar, aunque las demás personas no lo hagan.				
28. Las vedas de los recursos pesqueros en el Golfo de Nicoya son necesarias para permitir la reproducción de las especies.				
29. El precio económico que usted paga por peces como pargos y corvinas es menor al de su valor real.				

Sección IV Respuesta cerrada

A continuación, se presentan una serie de enunciados respecto a los manglares. Indique con una equis (X) su opinión para cada uno de ellos.

Enunciados	Si	No	No sabe
30. ¿Estaría de acuerdo con ponerle un valor económico (precio) al manglar?			
31. ¿Ha participado en campañas de recolección de basura en el manglar?			
32. ¿Conoce los beneficios que tendría para su comunidad el cuidado del manglar?			
33. ¿Separa la basura en su casa de acuerdo a si son restos de comida, cartón, aluminio, papel, vidrio, plástico y no reciclables?			
34. ¿Ha participado en campañas de siembra de árboles en el manglar?			
35. ¿Estaría dispuesto (a) a incentivar a otras personas a que participen en actividades que colaboren con la protección del manglar?			
36. ¿Estaría dispuesto(a) enseñar a otros, lo que usted aprenda en charlas y talleres sobre temas ambientales en el manglar?			
37. De ser invitado(a) a participar en actividades de educación ambiental ¿Participaría?			
38. ¿Considera que en el manglar de Fray de Casiano y alrededores se podría hacer turismo cuidando el medioambiente?			
39. Soy consciente que las pianguas tienen un tamaño establecido por la Ley costarricense para su extracción del manglar.			
40. Dependo como ser humano de los beneficios que me brinda el manglar.			

Sección IV Respuesta cerrada

A continuación, se presentan una serie de enunciados respecto a los manglares. Indique con una equis (X) su opinión para cada uno de ellos.

Enunciados	Si	No	No sabe
41. He escuchado acerca de los sitios Ramsar.			
42. Conozco sobre el Plan de Manejo del Estero de Puntarenas y sus manglares asociados.			
43. El aumento en los niveles del mar debido al cambio climático podría afectar negativamente a los manglares.			
44. La mayoría de los bosques de manglar en Costa Rica se ubican en la costa Pacífica.			
45. La disminución actual del bosque de manglar se le atribuye solamente a la actividad humana			
46. En el manglar, se pueden observar mamíferos como mapaches y monos.			
47. El desarrollo sostenible significa satisfacer las necesidades de las personas al mismo tiempo que protegemos el ambiente.			

Pregunta	Variable
1	Conocimiento
2	Conocimiento
3	Conocimiento
4	Conocimiento
5	Actitud/Disposición
6	Conocimiento
7	Conocimiento
8	Conocimiento
9	Conocimiento
10	Conocimiento
11	Conocimiento
12	Conocimiento

Pregunta	Variable
25	Actitud/Disposición
26	Actitud/Disposición
27	Actitud/Disposición
28	Conocimiento
29	Actitud/Disposición
30	Conocimiento/Actitud/Disposición
31	Habilidad/Disposición
32	Conocimiento
33	Habilidad/Conocimiento/Disposición
34	Habilidad/Disposición
35	Habilidad/Actitud/Disposición
36	Habilidad/ Actitud/Disposición

13	Conocimiento/Actitud/Disposición
14	Habilidad/Disposición
15	Conocimiento/Habilidad/Actitud/ Disposición
16	Conocimiento/Habilidad/Actitud/ Disposición
17	Conocimiento
18	Habilidad/Disposición
19	Conocimiento
20	Conocimiento
21	Conocimiento
22	Conocimiento
23	Conocimiento
24	Conocimiento/Actitud/Disposición

37	Habilidad/Disposición
38	Conocimiento/Actitud
39	Conocimiento
40	Conocimiento/Actitud/Disposición
41	Conocimiento
42	Conocimiento
43	Conocimiento
44	Conocimiento
45	Conocimiento
46	Conocimiento
47	Conocimiento

Hora de finalización: _____

Anexo 5. Resultados de la encuesta aplicada a la comunidad.

Pregunta	Justificación	Respuesta correcta/incorrecta	Pregunta	Justificación	Respuesta correcta/incorrecta
1	Definición de manglar.	88,93% Respuesta correcta.	25	Es complicado que una persona como yo contribuya a que otros no tiren basura al manglar.	58,77% De acuerdo.
2	Servicios ecosistémicos A. Pianguas para consumo b. Turismo c. Proteger a las zonas costeras contra posibles desastres naturales d. Pesca	11,07% Respuesta correcta. 64,8% reconoce que las pianguas son un SE, 44,86% turismo, 27,7% protección a la costa y 35,75% la pesca.	26	Hay cosas más importantes que participar de manera activa con grupos comunales en la conservación del manglar.	55,72% De acuerdo.
3	Definición de servicios ecosistémicos culturales.	51,56% Respuesta correcta.	27	Es importante que yo colabore con el cuidado del manglar, aunque las demás personas no lo hagan.	84,35% De acuerdo.
4	Seres vivos que puedo encontrar en un manglar.	20,61% Respuesta correcta. 74,80% reconoce que las pianguas se pueden encontrar en un manglar.	28	Las vedas de los recursos pesqueros en el Golfo de Nicoya son necesarias para permitir la reproducción de las especies.	82,44% De acuerdo
5	Dónde debe iniciar el cuidado del manglar a. La comunidad b. La municipalidad c. La Asamblea Legislativa d. Otro	Considero que cuidar los manglares es algo que se debería iniciar desde la comunidad (61,08%).	29	El precio económico que usted paga por peces como pargos y corvinas es menor al de su valor real.	68,70% De acuerdo
6	Con ayuda de las siguientes fotografías, indique ¿Cuáles de las siguientes aves se podrían ver en el manglar?	17,93% Respuesta correcta.	30	¿Estaría de acuerdo con ponerle un valor económico (precio) al manglar?	78,24% No.

7	Los moluscos bivalvos son aquellos seres vivos que tienen dos conchas unidas. Entonces, ¿cuáles moluscos bivalvos puede ver en la siguiente fotografía?	55,34% Respuesta correcta	31	¿Ha participado en campañas de recolección de basura en el manglar?	64,12% No.
8	¿Cuáles de los envases presentes en la siguiente imagen, cree usted que se podrían reciclar?	43,12% Respuesta correcta	32	¿Conoce los beneficios que tendría para su comunidad el cuidado del manglar?	69,46% Si.
9	¿A qué cree que hace referencia la siguiente figura?	19,46% Respuesta correcta	33	¿Separa la basura en su casa de acuerdo a si son restos de comida, cartón, aluminio, papel, vidrio, plástico y no reciclables?	59,9% Si.
10	En la siguiente imagen usted podrá ver diferentes tipos de raíces de árboles. ¿cuáles cree que podrían ser raíces de árboles de manglar?	15,26% Respuesta correcta	34	¿Ha participado en campañas de siembra de árboles en el manglar?	60,30% No.
11	De los siguientes árboles del manglar, ¿Cuál considera que se estabiliza mejor en suelos muy blandos (lodosos)?	78,24% Respuesta correcta	35	¿Estaría dispuesto (a) a incentivar a otras personas a que participen en actividades que colaboren con la protección del manglar?	84,35% Si.
12	¿Qué parte del árbol de manglar puede observar en la siguiente imagen?	48,47% Respuesta correcta.	36	¿Estaría dispuesto(a) enseñar a otros, lo que usted aprenda en charlas y talleres sobre temas ambientales en el manglar?	80,15% Si.
13	¿Con qué relaciona el manglar? a. Vida b. Descuidado c. Contaminación d. Educación e. Peligroso f. Humedal	¿Con cuál(es) palabra(s) relaciona el manglar? Vida 53,053%, contaminación 47,70% y humedal 43,12%, 17,11% con educación y 22% con peligroso	37	De ser invitado(a) a participar en actividades de educación ambiental ¿Participaría?	79,77% Si.

14	<p>Al manglar:</p> <p>a. Se le ha dado la importancia necesaria</p> <p>b. A pocos les importa el deterioro del manglar</p> <p>c. No es verdad que el manglar está deteriorado</p> <p>d. No conozco respecto al tema</p>	76,71% Considera que a pocos les interesa.	38	¿Considera que en el manglar de Fray de Casiano y alrededores se podría hacer turismo cuidando el medioambiente?	83,96% Si
15	<p>Si observo a alguien tirando basura</p> <p>a. No hago nada.</p> <p>b. Le indico que está actuando de manera incorrecta y ofrezco una solución</p> <p>c. No le digo nada, pero le informo a la Asociación más cercana para que ellos traten de solucionar</p> <p>d. No me afecta pues no vivo a la par del manglar</p>	58,01% Les indica que está actuando de manera incorrecta.	39	Soy consciente que las pianguas tienen un tamaño establecido por la Ley costarricense para su extracción del manglar.	80,53% Si
16	<p>Si me invitan a una reunión de asociación</p> <p>a. Asisto para conocer los problemas de mi comunidad y colaborar</p> <p>b. No asisto a ese tipo de actividades</p> <p>c. Le digo a otra persona que asista por mi</p> <p>d. No sé qué es una asociación.</p>	El 59,54% Asistiría para conocer los problemas de su comunidad.	40	Dependo como ser humano de los beneficios que me brinda el manglar.	65,64% Si

17	<p>Razones por que el manglar es importante</p> <p>a. Puedo recibir ayudas económicas por protegerlo</p> <p>b. Son fuente de turismo</p> <p>c. Protegen la línea costera de tormentas</p> <p>d. Ayudan a mitigar efectos del cambio climático</p> <p>e. Obtengo alimentos para mi familia</p>	<p>5,72% Respondieron las 5 opciones. Los manglares son fuentes de turismo 56,10%, obtengo alimentos 50,38%, es fuente de turismo 65,77%, 28% protegen la línea costera y 31% colaboran con el clima.</p>	41	<p>He escuchado acerca de los sitios Ramsar.</p>	78,62% No.
18	<p>Cómo puedo contribuir a la protección del manglar.</p> <p>a. No tirar basura</p> <p>b. Eliminar todas las industrias que contaminen</p> <p>c. Despropiar a las familias que colinden con el manglar</p> <p>d. Reforestar (sembrar árboles)</p> <p>e. No depositar aguas residuales directamente al manglar</p> <p>f. Incentivar a la comunidad a no contaminar</p> <p>g. Educación ambiental</p>	<p>No tirar basura 69,03%, incentivar a no contaminar 48,85%, no depositar aguas residuales 44,27%, reforestar 38,55%, educación ambiental 32%</p>	42	<p>Conozco sobre el Plan de Manejo del Estero de Puntarenas y sus manglares asociados.</p>	56,48% No.
19	Ciclo del agua	<p>0% Respondieron correctamente a todo el ciclo del agua.</p>	43	<p>El aumento en los niveles del mar debido al cambio climático podría afectar negativamente a los manglares.</p>	73,28% Si.
20	Precipitación	<p>20,99% Respuesta correcta.</p>	44	<p>La mayoría de los bosques de manglar en Costa Rica se ubican en la costa Pacífica.</p>	64,12% Si.
21	Condensación	<p>32,02% Respuesta correcta.</p>	45	<p>La disminución actual del bosque de manglar se le atribuye mayoritariamente a la actividad humana.</p>	72,9% Si.
22	Evaporación	<p>39,31% Respuesta correcta.</p>	46	<p>En el manglar, se pueden observar mamíferos como mapaches y monos.</p>	91,60% Si.

23	Infiltración	27,86% Respuesta correcta	47	El desarrollo sostenible significa satisfacer las necesidades de las personas al mismo tiempo que protegemos el ambiente.	85,87% Si.
24	Usar adecuadamente los recursos naturales del manglar ayuda a su protección.	52,67% De acuerdo			

Anexo 6. Instrumento para evaluar por parte de los participantes el taller. Una vez concluido el taller se le solicita que marque la alternativa con una X (excelente, muy bueno, aceptable e insuficiente) que mejor describa su opinión en cada uno de los cuatro aspectos (temas, actividades, materiales y resultados).

Aspecto	Excelente	Muy bueno (MB)	Aceptable (A)	Insuficiente (I)
Temas	Los temas vistos en el taller me permitieron fortalecer mis conocimientos, habilidades y actitudes acerca del manglar.	Los temas vistos en el taller me permitieron parcialmente fortalecer mis conocimientos, habilidades y actitudes acerca del manglar.	Los temas vistos en el taller me permitieron mínimamente fortalecer mis conocimientos, habilidades y actitudes acerca del manglar.	Los temas vistos en el taller no me permitieron fortalecer mis conocimientos, habilidades y actitudes acerca del manglar.
Actividades	Las actividades realizadas en el taller me permitieron brindar acciones y alternativas para proteger el manglar.	Las actividades abordadas en el taller me permitieron parcialmente brindar acciones y alternativas para proteger el manglar.	Las actividades abordadas en el taller me permitieron, de manera mínima, ofrecer acciones para proteger el manglar.	Las actividades abordadas en el taller no me permitieron ofrecer acciones para proteger el manglar.
Materiales	Los materiales facilitaron mi participación en las actividades.	Los materiales facilitaron parcialmente mi participación en las actividades.	Los materiales fortalecieron, de manera mínima, mi conocimiento, habilidades y actitudes en el manglar.	Los materiales no fortalecieron, mi conocimiento, habilidades y actitudes en el manglar.
Resultados	Las actividades me facilitaron obtener los resultados deseados.	Las actividades me facilitaron parcialmente obtener los resultados deseados.	El producto de las actividades me permitió, de manera mínima cumplir con los resultados esperados.	El producto de las actividades no me permitió cumplir con los resultados esperados.

Basado en Moreira, C. (2016). *Plan de educación por competencias para la conservación del recurso hídrico en comunidades de la Cuenca del Río San Carlos, Costa Rica*. Tesis de Doctorado, Instituto Tecnológico de Cartago, Costa Rica.

Anexo 7. Competencias que conforman el Plan de Educación Ambiental en Chacarita.

Competencia #1 Nivel: Individual			
<p>Competencia General: Identifico los principales servicios ecosistémicos presentes en el manglar, que benefician la calidad de vida de las personas en las zonas aledañas.</p> <p>Objetivo actitudinal: Interiorizar la importancia de los servicios ecosistémicos del manglar para mí y mi familia, que me facilite colaborar en la protección del manglar, a través de los conocimientos que adquiero en las actividades educativas.</p>			
Competencia específica	Conocimientos	Habilidades / Destrezas	Temas
Caracterizo los diferentes tipos de servicios ecosistémicos presentes en el manglar.	Defino, por medio de lo aprendido en las actividades educativas, algunos conceptos asociados a los servicios ecosistémicos en el manglar.	Comparo los servicios ecosistémicos de aprovechamiento y culturales, que me faciliten el proceso de diferenciación con respecto a los otros servicios, a través de las enseñanzas adquiridas durante los talleres educativos.	Definición de manglar. Servicios ecosistémicos. Clasificación de los diferentes servicios ecosistémicos. Manglares como sitios Ramsar.

<p>Argumento la importancia de los servicios ecosistémicos para los pobladores de Chacarita.</p>	<p>Describo algunos de los servicios ecosistémicos que recibe la comunidad del manglar, que me incentive a cuidar de los mismos, por medio de las actividades educativas que desarrolle.</p>	<p>Identifico, a través de los conocimientos adquiridos, los principales servicios ecosistémicos que recibe mi familia del manglar, que me permita valorar en mayor medida este recurso natural.</p>	<p>Importancia de los servicios ecosistémicos brindados por los manglares en zonas costeras.</p> <p>Chacarita y los servicios ecosistémicos que recibe del manglar.</p> <p>Acciones que promueven la protección de los manglares y sus servicios ecosistémicos.</p>
<p>Propongo medidas que me permitan colaborar con el cuidado de los servicios ecosistémicos que provee el manglar.</p>	<p>Nombro medidas simples que colaboren a proteger el recurso manglar, por medio de los aprendizajes que adquiera en el proceso educativo.</p>	<p>Diseño una medida sencilla que pueda aplicar en el manglar para contribuir en su protección, con base en lo aprendido en los talleres.</p>	<p>Medidas específicas que permiten el cuidado de los manglares y sus servicios ecosistémicos.</p> <p>Legislación costarricense asociada a la protección del manglar.</p>

Competencia #2

Nivel: Individual

Competencia General: Analizo las diferentes formas en que el buen manejo de los residuos sólidos favorece la conservación de los servicios ecosistémicos que ofrece el manglar.

Objetivo actitudinal: Valorar la importancia de un buen manejo de los residuos sólidos como medida que favorece el cuidado de los servicios ecosistémicos del manglar, por medio de las competencias adquiridas en los talleres.

Competencia específica	Conocimientos	Habilidades / Destrezas	Temas
Identifico la categorización base de los residuos sólidos con el fin de contribuir en la conservación de los servicios ecosistémicos del manglar.	Diferencio conceptualmente la categorización base de los residuos sólidos a partir de la información proporcionada por la persona facilitadora, con la finalidad de que yo realice un buen manejo de éstos.	Categorizo correctamente algunos ejemplos de residuos sólidos, que me permitan realizar una adecuada separación en los respectivos contextos cotidianos y esto mediante las actividades educativas.	Definición de residuos sólidos: salud y ambiente. Categorización básica de residuos sólidos. Prácticas responsables referentes al tratamiento de los residuos sólidos.
Valoro los efectos de la correcta disposición de los residuos sólidos y su impacto en la salud del manglar.	Indico la relevancia de categorizar los residuos sólidos y darles un manejo adecuado como una medida para propiciar la protección de los servicios ecosistémicos del manglar.	Demuestro el uso de adecuadas prácticas de disposición de residuos en mi hogar por medio de actividades brindadas en el taller.	Manejo de los residuos sólidos en mi hogar. Beneficios para los manglares de un buen manejo de los residuos sólidos.

			<p>Ciclo hidrológico.</p> <p>Cuencas hidrográficas.</p>
<p>Participo en actividades que fomenten la disminución de residuos en el manglar.</p>	<p>Enumero los requisitos básicos para organizar limpiezas en el manglar de mi comunidad, a través de los conocimientos adquiridos en los talleres que me permitan cuidar el manglar.</p>	<p>Participo de una actividad implementada en el taller en la cual se enfoque en la disminución de residuos sólidos en el manglar.</p>	<p>Requisitos para realizar una correcta recolección de los residuos sólidos en el manglar.</p> <p>Organización comunitaria para realizar campañas de limpiezas.</p>

Competencia #3

Nivel: Individual

Competencia General: Identifico las especies de moluscos de interés comercial en el manglar de Chacarita y la importancia de respetar sus tallas de extracción.

Objetivo actitudinal: Determinar la importancia de que yo respete, de acuerdo a lo establecido en la legislación de mi país, las tallas de extracción de los moluscos bivalvos y cuya finalidad sea conservar el recurso.

Competencia específica	Conocimientos	Habilidades / Destrezas	Temas
------------------------	---------------	-------------------------	-------

<p>Diferencio las especies de moluscos de interés comercial.</p>	<p>Describo las diferencias biológicas generales entre las principales especies de moluscos bivalvos de interés comercial, a partir de la información suministrada por la persona facilitadora y que me permita cuidar el recurso de una mejor manera.</p>	<p>Identifico qué zonas del manglar de Chacarita son más aptas para el crecimiento de moluscos, con la finalidad de que me permita apoyar medidas de manejo como la repoblación de estos organismos.</p>	<p>Características generales de las especies de moluscos bivalvos de interés comercial en Costa Rica.</p> <p>Estado de la población de moluscos de interés comercial en el manglar de Chacarita.</p> <p>Medidas de conservación de moluscos bivalvos en Chacarita, Puntarenas.</p>
<p>Analizo las diferentes tallas de extracción permitidas por la legislación costarricense.</p>	<p>Explico la necesidad de respetar las diferentes tallas de extracción permitidas en nuestro país, como una medida para favorecer la protección del recurso molusco, por medio del conocimiento que adquiero en las charlas de educación ambiental.</p>	<p>Identifico mediante ejemplos especies de moluscos y sus respectivas tallas de extracción permitidas, como una medida para asegurar el uso sostenible del recurso, a través de los conocimientos recibidos en el proceso de aprendizaje.</p>	<p>¿Cuáles son las tallas de extracción de moluscos bivalvos permitidas en Costa Rica, según la legislación?</p> <p>Beneficios obtenidos en el manglar a partir del respeto a las tallas de extracción de moluscos bivalvos de interés comercial.</p>
<p>Propongo medidas que colaboren con la protección de los moluscos bivalvos.</p>	<p>Defino la importancia de implementar medidas que colaboren con la protección del recurso molusco presente en el manglar y que beneficie a mi comunidad; por</p>	<p>Planteo una medida sencilla para la protección del recurso molusco presente en el manglar, para promover el uso sostenible del</p>	<p>Principales medidas de protección del recurso molusco en zonas aledañas al manglar.</p>

	medio de la información adquirida en los talleres.	recurso en la comunidad, mediante lo discutido en los talleres.	Prácticas responsables de extracción del recurso molusco. Efectos sobre los manglares de las prácticas sostenibles asociadas a la extracción del recurso marino-costero.
--	--	---	---

Competencia #4

Nivel: Individual

Competencia General: Analizo las diferencias entre las especies de mangle presentes en el manglar de Chacarita y su contribución al equilibrio natural y climático del planeta.

Objetivo actitudinal: Reconocer la función de los árboles de manglar en el equilibrio natural del planeta, mediante la información recibida en los talleres y que me permita contribuir de una mejor manera en la gestión de estos bosques.

Competencia específica	Conocimientos	Habilidades / Destrezas	Temas
Caracterizo las especies de mangle presentes en Chacarita.	Cito al menos tres especies de mangle que estén presentes en la zona de Chacarita, que me permitan proteger y enseñar a otros sobre el tema, de acuerdo a la información que recibo en los talleres.	Diferencio, mediante las actividades educativas, las principales características de al menos tres especies de mangle que se encuentran presentes en la zona de Chacarita, que permitan a un mejor conocimiento del tema.	Características generales de los bosques de manglar costarricenses. Árboles de mangle: especies, características y diferencias entre sí.

			Especies de mangle características de la zona de Chacarita, Puntarenas, Costa Rica.
Explico el aporte de los mangles a la regulación climática y al mantenimiento de la vida en el planeta.	Indico de qué manera la presencia de los bosques de manglar contribuyen en la regulación climática, con el fin de que yo conozca algunas de sus funciones en el equilibrio del planeta, a través de ejemplos que brinde el facilitador (a).	Debato grupalmente la importancia de los mangles para mi comunidad y el Planeta en general, por medio de los lineamientos que explique el facilitador (a) y que me permita interiorizar la importancia del tema.	Manglar y la captación de carbono. Cambio climático. Manglares como escudos ante el cambio climático.
Analizo las principales problemáticas presentes en el manglar causadas por el ser humano.	Enumero algunas problemáticas presentes en el manglar en la zona de Chacarita y en otras zonas geográficas del mundo, con el objetivo de pensar en estrategias de intervención que propicien la preservación del mismo y a través de la información que se me brinde en las charlas.	Discuto con las otras personas participantes las implicaciones que podría tener la no atención de las problemáticas que afectan al manglar, con el fin de concientizarme sobre la importancia de la conservación del recurso, a través de la actividad desarrollada en el taller.	Problemáticas puntuales en los manglares de origen antropogénico en Costa Rica. Labor de las instituciones costarricenses en la protección de los mangles.

Competencia #5

Nivel: Individual

Competencia General: Evalúo los beneficios económicos que obtengo del manglar.

Objetivo actitudinal: Apreciar los beneficios económicos obtenidos del manglar para mí y mi familia, de acuerdo a la información recibida sobre la temática y que de este modo yo pueda contribuir en la conservación de los servicios ecosistémicos de forma sostenible.

Competencia específica	Conocimientos	Habilidades / Destrezas	Temas
Enuncio algunos beneficios económicos que se obtienen del manglar.	Menciono al menos tres beneficios económicos que mi familia y yo podemos obtener del manglar.	Propongo fuentes de ingresos sostenibles y de acuerdo a la legislación de mi país que me permita generar ingresos del recurso manglar, con la guía de quien facilita el taller.	Beneficios económicos que se obtienen del manglar. Recursos culturales y turismo en zonas con manglar. Emprendimientos sostenibles que generen beneficios a mi familia y a la comunidad.
Identifico potenciales atractivos turísticos del manglar.	Explico atractivos turísticos presentes en el manglar, con base a los conceptos aprendidos y a la experiencia personal, que contribuya al crecimiento de la actividad en la comunidad.	Desarrollo una estrategia sencilla con la que pueda promocionar el turismo en el manglar, mediante herramientas y materiales de apoyo recibidos en los talleres, y que faciliten generar ingresos extra sin afectar el equilibrio natural del mismo.	Turismo sostenible en el manglar. Promoción del uso adecuado de los recursos ecosistémicos del manglar, como medio para la

			<p>obtención de beneficios económicos y culturales.</p> <p>Turismo en zonas marino-costeras.</p>
<p>Valoro los beneficios de los servicios ecosistémicos del manglar y su aprovechamiento económico.</p>	<p>Enlisto factores positivos para mí y mi familia de que recibamos beneficios económicos de los servicios ecosistémicos, con apoyo de las discusiones en la temática realizada con la persona facilitadora y que permitan interiorizar la importancia del manglar.</p>	<p>Comparar por medio de situaciones hipotéticas cuánto me costaría producir un beneficio que obtengo actualmente del manglar, con base a la información recibida en las charlas y que me posibilite apreciar en mayor medida los servicios ecosistémicos del manglar.</p>	<p>Valoraciones económicas en el manglar.</p> <p>Tipos de valoraciones económicas.</p> <p>Beneficios económicos del manglar.</p>

Competencia #6

Nivel: Grupal

Competencia General: Evalúo la necesidad de formar parte de grupos comunitarios que ayuden con la protección del manglar.

Objetivo actitudinal: Reflexionar acerca de la importancia de formar parte de grupos comunitarios que colaboren en la conservación de los SE de provisionamiento en el manglar, con ayuda de la información de apoyo recibida en las charlas.

Competencias específicas	Conocimientos	Habilidades / Destrezas	Temas
Enumero beneficios de la existencia de grupos organizados que coadyuven a la protección del manglar.	Enunciar al menos tres beneficios que ha traído a las comunidades la conformación de grupos comunitarios organizados en la conservación del manglar, permitiéndome así sensibilizarme ante la necesidad de estos grupos.	Compartir opiniones con un grupo o asociación exitosa en la protección de un manglar, para incentivar la conformación de otros grupos semejantes en la comunidad de Chacarita, Puntarenas.	Efectos de contar con comunidades organizadas para la promoción de la conservación ambiental en zonas marino-costeras. Solución de problemas a nivel comunitario. ¿Cómo ser agentes de cambio para la promoción de la conservación del manglar y sus recursos ecosistémicos en la comunidad de Chacarita, Puntarenas?
Aprecio la cooperación que pueda desarrollarse entre los vecinos de la comunidad	Enumero al menos dos requisitos mínimos necesarios para la conformación de grupos comunales,	Desarrollar una propuesta sencilla para la conformación de un grupo	Características generales de los procesos de conformación de

<p>para incentivar la protección del manglar.</p>	<p>con la guía informativa que me brinde el facilitador (a).</p>	<p>comunal orientado a proteger el manglar.</p>	<p>grupos comunitarios organizados en pro del ambiente.</p> <p>¿Cómo puede la comunidad organizarse para proteger al manglar y sus servicios ecosistémicos?</p> <p>Beneficios de contar con comunidades organizadas y comprometidas con la protección de los recursos naturales.</p>
<p>Propongo actividades que puedo realizar en grupo en beneficio del cuidado y uso sostenible del manglar.</p>	<p>Enlisto actividades que se puedan realizar de manera comunitaria en beneficio del manglar, con el fin de que toda la comunidad se involucre en el cuidado del mismo y por medio de las charlas brindadas en los talleres.</p>	<p>Formular una actividad que pueda realizarse desde una asociación o agrupación comunitaria para favorecer la protección del manglar.</p>	<p>Intervención desde lo comunitario: beneficios para la protección de los recursos marino-costeros (manglares específicamente).</p> <p>Actividades y técnicas específicas que promuevan la protección y el uso responsable del recurso manglar.</p>

Anexo 8. Estrategias, técnicas y actividades utilizadas en el Plan de Educación Ambiental en Chacarita.

Competencias, Competencias específicas, conocimientos, estrategias y técnicas					
Competencia	Competencias específicas	Tipo de estrategia	Técnicas	Actividad	Referencia de estrategia y técnica
1. Identifico los principales servicios ecosistémicos de aprovechamiento y culturales del manglar, que benefician la calidad de vida de las personas.	1.1. Caracterizo los diferentes tipos de servicios ecosistémicos presentes en el manglar.	Método de indagación: Permiten visualizar una temática de manera global a partir de preguntas.	Discusión grupal a partir de preguntas generadoras.	Construcción de la definición de manglar de manera grupal.	Pimienta-Prieto, 2012 Moreira, 2016
		Ilustraciones: Permite al individuo relacionar y analizar imágenes en un contexto determinado, en este caso el manglar, de tal modo que pueda dar soluciones.	Discusión grupal de ilustración.	Láminas ilustrativas.	Cortés, 2008
			Ilustraciones.		Láminas ilustrativas.

	1.2. Argumento la importancia de los servicios ecosistémicos para los pobladores de Chacarita.		Discusión grupal de ilustración.		Pimienta-Prieto, 2012
	1.3. Propongo medidas que me permitan colaborar con el cuidado de los servicios ecosistémicos que provee el manglar.	Recursos audiovisuales (Tecnologías Información y Comunicación): Permite desarrollar Competencias a través de herramientas tecnológicas.	Discusión guiada de documental.	Documental alusivo al manglar de Chacarita.	Pimienta-Prieto, 2012
		Tabla comparativa: Permiten la comprensión por medio de la correcta organización de la información.	Discusión grupal.	Hoja de trabajo beneficios del manglar.	Moreira, 2016

		Resolución de problemas: Participantes son protagonistas en el análisis de situaciones.	Análisis de caso.	Lámina de resolución de problemas.	Mata <i>et al.</i> , 2003
2. Análisis de qué manera el buen manejo de los residuos sólidos favorece en la conservación de los servicios ecosistémicos del manglar.	2.1. Identifico la categorización base de los residuos sólidos con el fin de contribuir en la conservación de los servicios ecosistémicos del manglar.	Ilustración.	Discusión grupal.	Lluvia de ideas.	Cortés, 2008
		Simulación: Representar situaciones de la vida real en la que participantes tienen finalidad de analizar y solucionar un problema.	Categorización.	Categorizar básica de residuos sólidos.	Pimienta-Prieto, 2012
	2.2. Valoro los efectos de la correcta disposición de los residuos sólidos y su	Método de indagación.	Discusión grupal.	Construcción de las definiciones de desechos sólidos.	Pimienta-Prieto, 2012 Moreira, 2016

	impacto en la salud del manglar.				
			Categorización.	Categorizar básica de residuos sólidos.	Pimienta-Prieto, 2012
	2.3. Participo en actividades que fomenten la disminución de residuos en el manglar.	Trabajo comunal: Basado en resolución de problemas ambientales.	Campaña.	Campaña de recolección de desechos sólidos.	Hernández y Donato, 2016
	3.1. Diferencio las especies de moluscos de interés comercial.	Organizadores previos: Información inicial contextualizada, permite ser un puente cognitivo entre la información nueva y la previa.	Exposición.	Presentación sobre moluscos bivalvos.	Martínez, 2015

3. Identifico las especies de moluscos de interés comercial en el manglar de Chacarita y la importancia de respetar sus tallas de extracción.		Seminario: Estrategia expositiva, que puede incluir debate y análisis.	Exposición y discusión grupal.	Construir una receta basada en moluscos bivalvos.	Pimienta-Prieto, 2012.
		SQA (qué sé, qué quiero, qué aprendí): El participante indaga, cuestiona lo que desea aprender y verifica lo que aprendió.	Discusión grupal.	Collage.	Pimienta-Prieto, 2012.
		Preguntas guiadas: Permite visualizar las temáticas desde una manera global, por medio de interrogantes que ayudan a esclarecer un tema.	Discusión guiada.	Juego de la papa caliente.	Pimienta-Prieto, 2012.

	3.2. Analizo las diferentes tallas de extracción permitidas por la legislación costarricense.	Simulación.	Uso categorías.	Hechos que identificas del manglar de Puntarenas.	Pimienta-Prieto, 2012
		Preguntas guía.	Discusión guiada.	¿Quién quiere ser millonario?	Pimienta-Prieto, 2012
	3.3. Propongo medidas que colaboren con la protección de los moluscos bivalvos.	Ilustración.	Discusión grupal.	Cómics	Cortés, 2008
		Simulación.	Discusión grupal.	Juego de las botellas con arena.	Pimienta-Prieto, 2012; Moreira, 2016
4.1. Caracterizo las especies de mangle presentes en Chacarita.	Pregunta guía	Discusión grupal.	Preguntas sobre el manglar.	Cortés, 2008	
	Ilustración.	Juego.	Visita de marciano.	Pimienta-Prieto, 2012	

4. Analizo las diferencias entre las especies de mangle presentes en el manglar de Chacarita y su contribución al equilibrio natural y climático del planeta.	4.2. Explico el aporte de los mangles a la regulación climática y al mantenimiento de la vida en el planeta.	Recursos audiovisuales (Tecnologías Información y Comunicación).	Discusión grupal.	Canción Manglar eterno.	Pimienta-Prieto, 2012
		Ilustración.	Discusión grupal.	Infografía.	Pimienta-Prieto, 2012
	4.3. Analizo las principales problemáticas presentes en el manglar causadas por el ser humano.	Ilustración.	Discusión guiada.	Infografía.	Pimienta-Prieto, 2012
		Ilustración.	Discusión guiada de ilustraciones.	Láminas ilustrativas.	Cortés, 2008

5. Evalúo algunos beneficios económicos que obtengo del manglar.	5.1. Enuncio algunos beneficios económicos que se obtienen del manglar.	Proyectos: Procesos integrados que involucra a los participantes a las problemáticas ambientales.	Discusión grupal.	Elaboración de prototipo de negocio.	Rentería,2008
		Preguntas guía.	Discusión grupal.	Luvia de ideas.	Pimiento-Prieto,2012
	5.2. Explico atractivos turísticos presentes en el manglar, con base a los conceptos aprendidos y a la experiencia personal, que contribuya al crecimiento de la actividad en la comunidad.	Proyectos.	Discusión grupal.	Elaboración de prototipo publicidad.	Rentería, 2008
	5.3. Valoro los beneficios de los servicios	Pregunta guía.	Discusión grupal.	“Esto me recuerda”	Pimienta-Prieto,2012

	ecosistémicos del manglar y su aprovechamiento económico.				
		Preguntas guiadas.	Juego.	Memoria.	Pimienta-Prieto, 2012
		Recursos audiovisuales (Tecnologías Información y Comunicación).	Discusión guiada de documental.	Documental alusivo al Plan de Educación Ambiental	Pimienta-Prieto, 2012, Moreira, 2016
6.Evalúo la necesidad de formar parte de grupos comunitarios que ayuden con la protección del manglar.	6.1. Enumero beneficios de la existencia de grupos organizados que coadyuven a la protección del manglar.	Resolución de problemas.	Drama.	Elección de una problemática del manglar y hacer un socio drama.	Hernández y Donato, 2016
		Ilustración.	Discusión guiada.	Mapa de problemas.	Pimienta-Prieto, 2012
	6.2. Aprecio la cooperación que pueda desarrollarse	Pregunta guía.	Juego.	Redacción grupal.	Pimienta-Prieto, 2012

	entre los vecinos de la comunidad para incentivar la protección del manglar.				
		Seminario.	Exposición.	Conformación de asociación.	Pimienta-Prieto, 2012
		Ilustración.	Discusión grupal.	Ilustración de beneficios de estar en comunidad y conservar el manglar.	Cortés, 2008
	6.3. Propongo actividades que puedo realizar en grupo en beneficio del cuidado y uso sostenible del manglar.	Ilustración.	Discusión grupal.	Cómic.	Cortés, 2008

1. Cortés, L. (2008). *La ilustración como Estrategia de enseñanza y aprendizaje Para la comprensión lectora en 3º de la Escuela Simón Bolívar*. México.

2. Hernández, L. y Donato, F. (2016). *De la sensibilización a la educación ambiental*. Costa Rica: EUNED.

3. Mata, A., Zúñiga, C., Brenes, O., Carrillo, M. A., Charpentier, C., Hernández, L. y Zúñiga, M. E. (2003). *Estrategias innovadoras para la formación inicial de educadores en el campo ambiental*. Cartago, Costa Rica: Imprenta Obando.

4. Moreira, C. (2016). *Plan de educación por competencias para la conservación del recurso hídrico en comunidades de la Cuenca del Río San Carlos, Costa Rica*. Tesis de Doctorado, Instituto Tecnológico de Cartago, Costa Rica.

5. Pimienta-Prieto, J. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje: docencia universitaria basada en competencias*. México.

6.Rentería, Y. (2008). Estrategias de educación ambiental de institutos descentralizados en el sistema educativo colombiano en Medellín. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*,26(1): 90-8

7.Martínez, V. (2015). *Estrategias didácticas en educación ambiental para la materia de ciencias naturales de sexto grado de primaria*. Tesis de Licenciatura. Universidad Pedagógica Nacional, México.

Anexo 9. Criterios de evaluación utilizados en el Plan de Educación Ambiental en Chacarita.

Criterios de evaluación e indicadores					
Contexto	Competencia general	Competencia general NAAEE	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Indicadores de competencia
<p>1.Las personas de la comunidad poseen un conocimiento débil en temáticas relacionadas a los servicios ecosistémicos tales como definiciones y categorizaciones de los mismos. Relacionan el manglar como una fuente de alimentos por las producciones de piangua. No consideran que son dependientes a beneficios que ofrece el manglar. Tienen alta disposición a asistir a actividades educativas ambientales y enseñar a otros lo que aprendan.</p>	<p>1.Identifico los principales servicios ecosistémicos presentes en el manglar, que benefician la calidad de vida de las personas en sus zonas aledañas.</p>	<p>*Identifica problemas ambientales.</p> <p>*Analiza problemas ambientales.</p>	<p>1.1. Caracterizo los diferentes tipos de servicios ecosistémicos presentes en el manglar.</p>	<p>*Colabora en la discusión y construcción de la definición de manglar.</p>	<p>*Reconoce la definición de manglar.</p>
			<p>1.2. Argumento la importancia de los servicios ecosistémicos para los pobladores de Chacarita.</p>	<p>*Participa activamente con láminas de servicios ecosistémicos.</p>	<p>*Proporciona una razón de la importancia de proteger los servicios ecosistémicos.</p>
			<p>1.3. Propongo medidas que me permitan colaborar con el cuidado de los servicios ecosistémicos que provee el manglar.</p>	<p>*Participación activa en discusión sobre documental en manglar.</p> <p>*Trabajo en hoja sobre beneficios del manglar.</p> <p>*Participa en actividad de resolución de problemas.</p>	<p>*Propone una medida simple para proteger el manglar.</p>

<p>2.Las personas de la comunidad poseen un conocimiento débil en la categorización base de los residuos sólidos. La mayoría no ha participado en actividades de recolección de residuos sólidos en el manglar. Cerca del 47% de la comunidad reconoce al manglar con un centro de contaminación. Aunque muestran interés es separar los desechos sólidos en sus casas pues consideran que la principal forma de proteger el manglar es no tirar desechos sólidos (basura de manera general).</p>	<p>2.Analizo las diferentes formas en que el buen manejo de los residuos sólidos favorece la conservación de los servicios ecosistémicos del manglar.</p>	<p>*Identifica problemas ambientales.</p> <p>*Analiza los problemas ambientales.</p> <p>*Evalúa las posibles soluciones.</p>	<p>2.1. Identifico categorización base de los residuos sólidos con el fin de contribuir en la conservación de los servicios ecosistémicos del manglar.</p>	<p>*Participa en la lluvia de ideas sobre los efectos negativos del manejo inadecuado de residuos sólidos.</p> <p>*Colabora en la categorización base de algunos ejemplos de residuos sólidos.</p>	<p>* Categoriza de manera correcta tres ejemplos de residuos sólidos.</p>
			<p>2.2. Valoro los efectos de la correcta disposición de los residuos sólidos y su impacto en la salud del manglar.</p>	<p>*Trabaja en la actividad de la categorización de residuos en el hogar.</p> <p>*Participa en la definición de residuos sólidos.</p>	<p>*Identifica dos beneficios de separar los residuos sólidos en el hogar.</p>
			<p>2.3. Participo en actividades que fomenten la disminución de residuos en el manglar.</p>	<p>*Participa en la actividad de recolección de desechos sólidos en el manglar.</p>	<p>* Reconoce de manera básica el procedimiento para realizar campañas de recolección de desechos.</p>

<p>3.La producción de piangua es el mayor beneficio que la comunidad identifica del manglar. La comunidad reconoce que las pianguas tienen una talla para extracción, además la existencia de las vedas, sin embargo, se requiere ahondar en las características macroscópicas de las especies bivalvo de interés comercial y referirse al Plan de Manejo del Estero de Puntarenas. Además, informar el estado de la población de moluscos en la comunidad.</p>	<p>3.Identifico las especies de moluscos de interés comercial en el manglar de Chacarita y la importancia de respetar sus tallas de extracción.</p>	<p>*Identifica problemas ambientales.</p> <p>*Analiza los problemas ambientales.</p> <p>*Evalúa las posibles soluciones.</p> <p>*Propone y justifica acciones.</p>	<p>3.1. Diferencio las especies de moluscos de interés comercial.</p>	<p>*Realiza trabajo de construcción de receta basada en moluscos.</p> <p>*Reflexiona en la presentación de moluscos bivalvos dada por el facilitador (a) y plasma lo aprendido en un collage.</p> <p>*Participa activamente en juego de la papa caliente.</p>	<p>*Diferencia correctamente entre al menos dos moluscos bivalvos.</p>
			<p>3.2. Analizo las diferentes tallas de extracción permitidas por la legislación costarricense.</p>	<p>*Realiza hoja de trabajo de los hechos del manglar de Chacarita.</p> <p>*Participa activamente en juego de quién quiere ser millonario.</p>	<p>*Suministra una razón de la importancia de proteger las poblaciones de bivalvos.</p>

			3.3. Propongo medidas que colaboren con la protección de los moluscos bivalvos.	*Participa de manera activa en juego con botella y actividad con cómic.	*Justifica la importancia del trabajo en equipo para obtener mejores resultados.
4.La comunidad infiere la función de las raíces en los mangles, pero visualmente solo reconocen a <i>Rhizophora mangle</i> . Desconocen términos como propágulos. No relacionan los mangles con el equilibrio climático. Aunque si consideran, que el cambio climático podría afectar los manglares. Sienten compromiso con la protección de los mangles, aunque consideran que a pocos les interesa protegerlo.	4.Analizo las diferencias entre las especies de mangle presentes en el manglar de Chacarita y su contribución al equilibrio natural y climático del planeta.	*Identifica problemas ambientales. *Analiza los problemas ambientales.	4.1. Caracterizo las especies de mangle presentes en Chacarita.	*Participa activamente en juego del marciano. *Colabora en construcción de respuestas relacionadas a los mangles.	*Brinda dos diferenciais entre dos especies de mangle.
			4.2. Explico el aporte de los mangles a la regulación climática y al mantenimiento de la vida en el planeta.	*Participa activamente en discusión sobre infografía relacionada al manglar de Chacarita. *Realiza actividad con canción del Manglar Eterno.	*Brinda una razón de la importancia de los mangles en el equilibrio del clima en el planeta.

			4.3. Analizo las principales problemáticas presentes en el manglar causadas por el ser humano.	*Realiza hoja de trabajo de problemáticas asociadas al manglar.	*Propone una medida para proteger los mangles.
5.La población de Chacarita identifica las pianguas como fuente de ingresos económicos. Aunque no se da el turismo si lo consideran una posibilidad. En general consideran que los organismos como peces tienen un mayor valor económico que lo que pagan en el mercado. No aprecian el manglar como una fuente importante de ingresos económicos. Consideran que el manglar no tiene un valor monetario (desde una perspectiva positiva). Requieren apoyo en el aprendizaje de algunas	5. Evalúo los beneficios económicos que obtengo del manglar.	*Evalúa las posibles soluciones. *Propone y justifica acciones.	5.1. Enuncio algunos beneficios económicos que se obtienen del manglar.	*Participa en actividad de especies del manglar. *Colabora en la creación de prototipo de negocio familiar.	* Cita dos fuentes de ingreso sostenible que pueda obtener del manglar.
			5.2. Identifico potenciales atractivos turísticos del manglar.	*Participa en actividad de atractivos turísticos. *Colabora en una propuesta sencilla de publicidad. *Construye de manera grupal el poema relacionado al manglar.	*Brinda un atractivo turístico sostenible en el manglar.

<p>especies de aves que podrían atraer el turismo.</p>			<p>5.3. Valoro los beneficios de los servicios ecosistémicos del manglar y su aprovechamiento económico.</p>	<p>*Participa activamente en esto me recuerda a. *Juega con actividad de memoria.</p>	<p>*Justifica un beneficio del aprovechamiento sostenible del turismo en el manglar.</p>
<p>6.La comunidad considera, que el aporte como individuos puede hacer poco por la protección del manglar ya que suponen que debería ser comunitario. Están interesados de participar en asociaciones con objetivos ambientales y asistir a reuniones donde se informe sobre el estado ambiental del manglar. Además de que poseen un alto interés en participar en actividades comunitarias.</p>	<p>6.Evalúo la necesidad de formar parte de grupos comunitarios que ayuden con la protección del manglar.</p>	<p>*Evalúa las posibles soluciones. *Propone y justifica acciones.</p>	<p>6.1. Enumero beneficios de la existencia de grupos organizados que coadyuven a la protección del manglar.</p>	<p>*Participa activamente en socio drama. *Colabora en construcción de mapa comunitario.</p>	<p>*Enunciar dos beneficios de conformar grupos comunitarios.</p>
			<p>6.2. Aprecio la cooperación que pueda desarrollarse entre los vecinos de la comunidad para incentivar la protección del manglar.</p>	<p>*Participa en actividad de redacción grupal. *Dibuja acerca de los beneficios de los grupos comunitarios.</p>	<p>*Brinda dos requisitos para la conformación de una asociación.</p>
			<p>6.3. Propongo actividades que puedo realizar en grupo en beneficio del cuidado y uso sostenible del manglar.</p>	<p>*Participa en actividad de cómic.</p>	<p>*Propone una actividad que en la comunidad para proteger el manglar.</p>

Anexo 10. Análisis estadístico realizado al pre y post test.

Prueba T (muestras apareadas)

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
TOTAL	Columna3	{POST}	{PRE}	135	135	3,82	3,59	0,23	0,08	0,38	<0,0001	3,02	0,0028	Bilateral

Prueba T (muestras apareadas)

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
PREGUNTA 1	Columna3	{POST}	{PRE}	15	15	3,93	3,93	0,00	-0,28	0,28	0,0402	0,00	>0,9999	Bilateral

Prueba T (muestras apareadas)

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
PREGUNTA 2	Columna3	{POST}	{PRE}	15	15	3,87	3,27	0,60	0,08	1,12	0,0014	2,44	0,0251	Bilateral

Prueba T (muestras apareadas)

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
PREGUNTA 3	Columna3	{POST}	{PRE}	15	15	3,60	3,07	0,53	-0,21	1,27	0,0190	1,50	0,1484	Bilateral

Prueba T (muestras apareadas)

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
PREGUNTA 4	Columna3	{POST}	{PRE}	15	15	3,80	3,93	-0,13	-0,39	0,12	0,0881	-1,06	0,2990	Bilateral

Prueba T (muestras apareadas)

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
PREGUNTA 5	Columna3	{POST}	{PRE}	15	15	3,60	3,33	0,27	-0,38	0,91	0,0696	0,84	0,4055	Bilateral

Prueba T (muestras apareadas)

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
PREGUNTA 6	Columna3	{POST}	{PRE}	15	15	3,87	3,67	0,20	-0,12	0,52	0,2335	1,29	0,2084	Bilateral

Prueba T (muestras apareadas)

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
PREGUNTA 7	Columna3	{POST}	{PRE}	15	15	3,93	3,47	0,47	-0,01	0,94	0,0001	2,07	0,0539	Bilateral

Prueba T (muestras apareadas)

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
PREGUNTA 8	Columna3	{POST}	{PRE}	15	15	3,93	3,93	0,00	-0,19	0,19	>0,9999	0,00	>0,9999	Bilateral

Prueba T (muestras apareadas)

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
PREGUNTA 9	Columna3	{POST}	{PRE}	15	15	3,87	3,73	0,13	-0,17	0,44	0,3363	0,89	0,3787	Bilateral

Anexo 12. Lista de asistencia al taller de validación.

Taller San Luis, Chacarita

Hoja de asistencia

Fecha: 18 de octubre del 2022

Nombre	Teléfono
Deivis Ríos Acuña	63-67-10-07
Ana Laccna Jiron Rosales	62-09-45-64
Jose Sanchez	60620061
Diana Molina Ortiz	60048907
Lilian Juarez Juarez	62777469
Jessy Jiron Rosales	63865095
Fabiola Reyes Reyes	64847201
Cynthia Masís Marchero	8347-67-06
Katherine Tenorio Bejarano	84815857
Dany Carrillo Marchena	6352-8167
Nuria Méndez Vazquez	83416630
Maria Justina Jiron	72602419
Jose Serracin Serracin	60861399
Roxana Morán P	6124-21-18

Anexo 13. Autorización de conformación de Asociación en Chacarita.



DINADECO

MINISTERIO DE GOBERNACIÓN Y POLICÍA
DIRECCIÓN NACIONAL DE DESARROLLO DE LA COMUNIDAD
DIRECCIÓN LEGAL Y DE REGISTRO
TEL: 2528-4000 FAX: 2253-5993 APARTADO: 5433-1000

25 de Noviembre de 2022
DINADECO-DR-OF-135-2022

Señor
JOSE ALBERTO SANCHEZ CASTILLO
Representante
Pro Comité ASOCIACIÓN DE DESARROLLO ESPECÍFICA PARA LA PROTECCION DE LOS RECURSOS NATURALES CON ENFOQUE SOCIO PRODUCTIVO, CHACARITA, PUNTARENAS, PUNTARENAS

Ref: DINADECO-DTO-OF-397-2022

Estimado(a) Señor:

Me dirijo a usted en atención a la propuesta del Estatuto de la ASOCIACIÓN DE DESARROLLO ESPECÍFICA PARA LA PROTECCION DE LOS RECURSOS NATURALES CON ENFOQUE SOCIO PRODUCTIVO, CHACARITA, PUNTARENAS, PUNTARENAS, que pretenden construir en dicha comunidad. Al respecto, me permito indicarle que se procedió a la revisión del mismo, y éste Departamento de Registro, autoriza la realización de la asamblea general de constitución de la asociación propuesta una vez hayan coordinado tal actividad con el equipo técnico regional de DINADECO destacado en la Región Pacífico Central (Puntarenas).

Sin otro particular se suscribe cordialmente,

**ROSIBEL
CUBERO
PANIAGUA
(FIRMA)**

Firmado digitalmente por
ROSIBEL CUBERO
PANIAGUA (FIRMA)
Fecha: 2022.11.25
15:08:55 -06'00'

Licda. Rosibel Cubero Paniagua
Jefa Departamento de Registro
DINADECO

Anexo 14. Link de videos utilizados en Plan de Educación Ambiental.

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1KUC2HCDq9ueh9XOQF3egDk9ZJvuwBcE4>

Anexo 15. Permiso de SINAC para realizar investigación Doctoral.



**SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
ÁREA DE CONSERVACIÓN PACIFICO CENTRAL
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN**



*Resolución
SINAC-ACOPAC-D-RES-033-2020
Página. 02*

Por tanto,

Luis Sánchez Arguedas
Director Regional Área de Conservación Pacífico Central

RESUELVE:

PRIMERO: Aprobar el permiso de Investigación presentada por Milagro Carvajal Oses, identificación número 112320346 en calidad de investigador principal, para desarrollar la investigación denominada "Plan de educación ambiental que apoye la gestión sostenible de los principales servicios ecosistémicos de aprovisionamiento y culturales en el manglar de Chacarita, Puntarenas, Costa Rica".

SEGUNDO: Este permiso es válido para realizar la investigación bajo el desarrollo de las siguientes actividades metodológicas:

El enfoque en esta investigación será mixto (cualitativa y cuantitativa), ya que se utilizarán encuestas para conocer opiniones, valores y actitudes de los pobladores de Chacarita con respecto al manglar. Las encuestas se analizarán con programas estadísticos. Además, se realizará una línea base florística; un análisis de poblaciones de moluscos comerciales y evaluaciones económicas con metodologías ya establecidas para la obtención de datos rigurosos cuantitativamente. Se puede identificar también como descriptiva pues busca reunir información tanto social de la población como ambiental del manglar que será útil para los tomadores de decisión.

