

Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico / Para la Naturaleza /
Proyecto Ciudadano Científico Comunitario

Informe de Evaluación del Aprendizaje: Ciudadanos Científicos para la Defensa de su Medio Ambiente Comunitario

Investigaciones: Arqueología, Aves, Crustáceos, Murciélagos y Sedimentos

1 de diciembre de 2015

Rubén Estremera Jiménez, Ph.D.-Ed.D. - Evaluador
Sra. Génesis Álvarez Rosario, M.T.S.C. - Asistente Principal
Sr. William A. Vigo Morales, M.T.S. - Asistente



Tabla de contenido	Página
Resumen ejecutivo	9
Capítulo I: Introducción	10
Propósito y organización del informe	10
Antecedentes del proceso evaluativo	11
Problema evaluativo	12
Capítulo II: Marco conceptual evaluativo	14
Introducción	14
Educación informal de las ciencias	14
Conocimiento científico	16
Conocimiento declarativo y procesal	18
Taxonomía del conocimiento (Bloom)	20
Conocer	21
Comprender	21
Traducir	22
Interpretar	22
Extrapolar	22
Aplicar	22
Aplicar destrezas de investigación	23
Concepto de assessment y evaluación	24
Comunicación científica	25
Cocreación de proyecto científico	26
Actitudes científicas	28
Sistematización de modelo de enseñanza	29
Proyecto de investigación	31
Investigaciones de apoyo evaluativo	33
Síntesis	37
Capítulo III: Metodología evaluativa	38
Introducción	38
Diseño	38
Definiciones conceptuales y operacionales	39
Sujetos	42
Logística del proceso evaluativo	44
Plan Lógico para administrar instrumentos	45
Instrumentos	46
Estrategia general previa al diseño de los instrumentos	46
Fase I: Visualización del proyecto	46
Fase II: Conceptuación del proyecto	46
Fase III: Operacionalización de los proyectos	47

Fase IV-Diseño de instrumentos y validación	47
Cuestionario y escala Likert	49
Descripción y justificación	49
Procedimiento para diseñar instrumento	50
Procedimiento para administrar instrumento	51
Autoevaluación del aprendizaje	52
Descripción y justificación	52
Procedimiento para diseñar instrumento	52
Procedimiento para administrar instrumento	52
Rúbrica sobre proceso de la ciencia	53
Descripción y justificación	53
Procedimiento para diseñar instrumento	54
Procedimiento para administrar instrumento	54
Grupo focal	55
Descripción y justificación	55
Procedimiento para diseñar instrumento	56
Procedimiento para administrar instrumento	56
Hoja de cotejo	57
Descripción y justificación	57
Procedimiento para diseñar instrumento	57
Procedimiento para administrar instrumento	57
Observación partícipe	58
Descripción y justificación	58
Procedimiento para diseñar instrumento	58
Procedimiento para administrar instrumento	59
Matriz de objetivos de investigación	59
Descripción y justificación	59
Procedimiento para diseñar instrumento	59
Procedimiento para administrar instrumento	59
Capítulo IV: Análisis de hallazgos evaluativos	61
Introducción	61
Proceso de assessment realizado	61
Conocimientos, destrezas y actitudes científicas	64
Nivel de información científica de voluntarios al inicio del proyecto	64
Nivel de dominio de conocimiento, destrezas y valores por investigaciones al inicio por proyectos científicos	65
Análisis de antes y después de Cocreadores	70

Análisis de antes y después de Colaboradores	72
Análisis de después de Cocreadores y Colaboradores	73
Conocimientos, destrezas y valores por proyectos: antes y después	74
Proyecto de investigación de Arqueología	75
Proyecto de investigación de Aves	76
Proyecto de investigación de Costas	78
Proyecto de investigación de Crustáceos	80
Proyecto de investigación de Murciélagos	81
Conocimientos y destrezas en los cinco proyectos: antes y después	83
Niveles de valoración de actitudes científicas en los cinco proyectos: antes y después	83
Niveles de información del proceso científico en los cinco proyectos: antes y después	84
Información evaluativa de apoyo al aprendizaje declarativo y procesal	85
Observación partícipe	85
Observación al inicio	86
Observación de desarrollo	87
Comprensión de instrucciones	87
Proceder activo sobre su aprendizaje	87
Diálogo y confianza entre voluntarios y con el científico	88
Aprendizaje basado en escuchar y practicar	88
Igualdad, distanciamiento, tipo de diálogo formal o informal	88
Proyecto del investigación de Murciélagos	88
Participación del investigador, voluntarios e intérpretes	89
Observación de cierre	89
Síntesis	89
Grupo focalizado	90
Conocimiento científico y aplicación técnica	90
Comunicación de la investigación científica	92
Comunicación de proyectos de Murciélagos	94
Comunicación de proyectos de Aves	94
Comunicación de proyectos de Crustáceos	95
Comunicación de proyectos de Arqueología	96
Comunicación de proyectos de Costas	96

Datos de apoyo al objetivo de comunicación	97
Grupo focalizado	97
Comportamiento para co-crear proyectos científicos	99
Proyecto de investigación: Arqueología	99
Proyecto de investigación: Crustáceos	100
Proyecto de investigación: Costas	100
Proyecto de investigación: Aves	101
Proyecto de investigación: Murciélagos	102
Proyecto científicos dirigidos por Cocreadores	103
Sistematización del modelo de enseñanza informal	106
Evaluación formativa general del plan de trabajo en noviembre de 2014	106
Aprendizajes del proyecto Ciudadano Científico Comunitario	108
Características del modelo de educación científica	109
Perfil de voluntarios de los proyectos de investigación	113
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones	115
Introducción	115
Perfil de los voluntarios	116
Conocimiento, destrezas y actitudes científicas hacia la biodiversidad ambiental	117
Hallazgos de aprendizaje al inicio del proyecto	118
Datos primarios (cuestionario)	119
Datos secundarios (observación participante y grupo focalizado)	121
Comunicación de hallazgos científicos	122
Comportamiento sobre proceso científico e investigaciones	124
Sistematización del modelo de enseñanza informal	124
Claridad y coherencia en los objetivos y preguntas de investigación	125
Aprendizajes de conocimientos, destrezas y actitudes	125
Modelo emergente de educación informal	127
Perfil de grupo de interés y modelo de educación informal	128
Recomendaciones	130
Apoyo gerencial de la organización Para la Naturaleza	130
Proyecto de evaluación de educación informal	132
Trascendencia del proyecto Ciudadano Científico Comunitario	134
Referencias	136

Índice de Tablas	Página
Tabla 1: Problema, interrogantes, objetivos, variables y diseño de áreas del plan de evaluación	39
Tabla 2: Género de los voluntarios del proyecto y los identificados como Cocreadores	43
Tabla 3: Edad de los voluntarios de la población general y la de Cocreadores	44
Tabla 4: Relación entre instrumentos administrados en las diversas fases evaluativas, las variables y objetivos generales del proyecto	44
Tabla 5: Construcción de instrumentos durante los meses de enero a marzo de 2013	48
Tabla 6: Proceso científico alineado conforme a los niveles de ciudadanía científica	50
Tabla 7: Dominio de proceso científico por los niveles de contribuidor, colaborador y cocreador	53
Tabla 8: Tareas logradas y observaciones por fases	61
Tabla 9: Opinión de los voluntarios sobre el nivel de información que tenían sobre temas científicos al iniciarse en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario	65
Tabla 10: Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener voluntarios al iniciarse en la investigación de Arqueología	66
Tabla 11: Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener voluntarios al iniciarse en la investigación de Aves	67
Tabla 12: Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener voluntarios al iniciarse en la investigación de Costas	67
Tabla 13: Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener voluntarios al iniciarse en la investigación de Crustáceos	68
Tabla 14: Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener voluntarios al iniciarse en la investigación de Murciélagos	69
Tabla 15: Opinión de los Cocreadores sobre el nivel de información obtenida antes y después en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario	71
Tabla 16: Opinión de los Colaboradores sobre el nivel de información obtenida antes y después en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario	72
Tabla 17: Opinión de los Colaboradores y Cocreadores sobre el nivel de información obtenida al finalizar el proyecto Ciudadano Científico Comunitario	74
Tabla 18: Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener los Cocreadores al inicio y luego al finalizar su participación en la investigación de Arqueología	75
Tabla 19: Opinión de los Cocreadores sobre el nivel de información que opinaron tener al inicio y luego al finalizar en la investigación de arqueología en torno a temas del proceso científico	76
Tabla 20: Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener los	

Cocreadores al inicio y luego al finalizar su participación en la investigación de Aves	76
Tabla 21: Opinión de los Cocreadores sobre el nivel de información que opinaron tener al inicio y luego al finalizar en la investigación de Aves en torno a temas del proceso científico	77
Tabla 22: Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener Cocreadores al inicio y luego al finalizar su participación en la investigación de Costas	78
Tabla 23: Opinión de los Cocreadores sobre el nivel de información que opinaron tener al inicio y luego al finalizar en la investigación de Costas en torno a temas del proceso científico	79
Tabla 24: Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener Cocreadores al inicio y luego al finalizar su participación en la investigación de Crustáceos	80
Tabla 25: Opinión de los Cocreadores sobre el nivel de información que opinaron tener al inicio y luego al finalizar en la investigación de Crustáceos en torno a temas del proceso científico	81
Tabla 26: Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener Cocreadores al inicio y luego al finalizar su participación en la investigación de Murciélagos	81
Tabla 27: Opinión de los Cocreadores sobre el nivel de información que opinaron tener al inicio y luego al finalizar en la investigación de murciélagos en torno a temas del proceso científico	82
Tabla 28: Opinión de los Cocreadores sobre el dominio de conocimientos y destrezas científicas al inicio y luego al finalizar en las investigaciones	83
Tabla 29: Valores que informaron tener los Cocreadores al inicio y luego al finalizar su participación en los cinco proyectos de investigación de Murciélagos	84
Tabla 30: Niveles de información sobre el proceso científico que informaron tener los Cocreadores al inicio y luego al finalizar su participación en los cinco proyectos de investigación	85
Tabla 31: Evaluación de la investigadora sobre los voluntarios medulares para investigar antes de iniciarse en el proyecto de Arqueología y luego de finalizar el mismo	99
Tabla 32: Evaluación de la investigadora sobre los Cocreadores y Colaboradores en torno al dominio de la destreza de investigación científica en el proyecto de Crustáceos	100
Tabla 33: Evaluación de la investigadora sobre los Cocreadores y Colaboradores en torno al dominio de la destreza de investigación científica en el proyecto de Costas	100
Tabla 34: Evaluación del investigador sobre los Cocreadores en torno al dominio de la destreza de investigación científica en el proyecto de Aves (no tiene Colaboradores)	101
Tabla 35: Evaluación del investigador sobre los Cocreadores en torno al dominio de la destreza de investigación científica en el proyecto de	102

Murciélagos

Tabla 36: Comportamiento científico de los Cocreadores de los proyectos de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos	103
Tabla 37: Enfoques de los proyectos de investigación de los Cocreadores	105
Tabla 38: Análisis evaluativo de relación entre objetivos y preguntas de investigación	106
Tabla 39: Objetivos, variables e instrumentos de la evaluación del proyecto Ciudadano Científico Comunitario	115

Índice de Figuras

	Página
Figura 1: Zona geográfica de la cuenca del Río Grande de Manatí	42
Figura 2: Modelo lógico de assessment del aprendizaje	45
Figura 3: Porcentaje de nivel informativo sobre ciencia conforme a voluntarios organizados en el grupo general, Colaboradores y Cocreadores	73
Figura 4: Diferencia porcentual de aumento en el aprendizaje de voluntarios medulares por proyecto de investigación	103
Figura 5: Técnicas de enseñanza predominantes en los proyectos científicos	110
Figura 6: Roles de diversos grupos que colaboraron en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario	110
Figura 7: Estructura general de las actividades de las investigaciones	111
Figura 8: Niveles generales de comunicación e interacción entre los grupos de interés	112
Figura 9: Actividades administrativas generales del proyecto Ciudadano Científico Comunitario	112
Figura 10: Componentes relacionados con el proyecto Ciudadano Científico Comunitario	113
Figura 11: Tipos y actividades de comunicación	123

Resumen Ejecutivo

El propósito de la evaluación fue analizar la aplicación de la estrategia de *assessment* y evaluación propuesta para el proyecto Ciudadano Científico Comunitario con énfasis formativo, así como evidenciar sus logros (sumativo). La evaluación se fundamentó en el concepto de la educación informal. Además, se analizaron varios conceptos que orientaron el desarrollo de instrumentos y otros componentes de la evaluación: taxonomía de objetivos, *assessment* y evaluación participativa, comunicación científica, cocreación de proyectos científicos, actitud científica, comunicación y sistematización del modelo educativo. Se aplicó un diseño evaluativo mixto, no experimental, con alcances descriptivo y longitudinal en un periodo de dos años. Se utilizaron medidas triangulares cuantitativas (cuestionario, autoevaluación, rúbrica, hoja de cotejo, matriz del proceso de investigación y análisis de contenido) y cualitativas (análisis de tarea, observación partícipe y grupo focal). Los hallazgos evaluativos evidenciaron la aportación del proyecto para lograr los objetivos relacionados con aprendizajes de conocimientos, destrezas y valores científicos. Se evidenció que los Cocreadores de los proyectos de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos lograron el objetivo de comunicar los hallazgos de sus investigaciones utilizando una diversidad de medios. Todos los Cocreadores desarrollaron comportamientos científicos mediante estudios de investigación y diversos tipos de proyectos científicos de interés a la comunidad, logrando el objetivo trazado. Como resultado del proceso de investigación en acción se logró diseñar un modelo de educación informal. Finalmente, el estudio derivó conclusiones que explican conceptualmente los hallazgos evaluativos. Se formularon recomendaciones en las áreas administrativas, el proceso evaluativo y la trascendencia del proyecto.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Propósito y Organización del Informe

Este informe tiene el propósito de analizar el proceso seguido en la aplicación de la estrategia de *assessment* propuesta para el proyecto Ciudadano Científico Comunitario, adscrita a la organización Para la Naturaleza de Conservación de Puerto Rico. Se adelanta al lector las gestiones que precedieron el proceso de evaluación del proyecto. Se analiza el marco conceptual y operativo del proceso de *assessment* como referente orientador del análisis de los resultados evaluativos. Un segundo propósito de este escrito es presentar hallazgos del proceso evaluativo del aprendizaje en las actividades del proyecto Ciudadano Científico Comunitario (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos). Se utiliza este informe evaluativo para evidenciar el logro de los objetivos del proyecto. Se da explicación de los hallazgos evaluativos de los aprendizajes obtenidos por los voluntarios del proyecto, dando atención particular al impacto de tales aprendizajes para la defensa del medio ambiente de las comunidades. Se sugieren lineamientos para que la organización Para la Naturaleza, unidad del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (PLN) continúe con la misión de formar ciudadanos con un conjunto de competencias científicas que los prepare para la defensa de su medio ambiente comunitario.

El informe se organiza en las siguientes cinco secciones. La primera sección presenta un breve relato de cómo surge el proyecto Ciudadano Científico Comunitario y cómo se inserta el proceso evaluativo. Se presenta la pregunta general de evaluación, así como las sub preguntas que de esta se derivan. En la segunda sección se presenta el marco conceptual de la que parte la estrategia de evaluación del proyecto. Se analizan la, teorías, conceptos, metodología e investigaciones que apoyan la estrategia de evaluación. En la tercera sección se analiza la metodología de trabajo utilizada hasta el momento, en particular: diseño, sujeto, instrumentos, plan y diagrama del proceso evaluativo). La cuarta sección analiza los hallazgos de *assessment* para evidenciar el logro de los objetivos del proyecto. En esta sección se triangula información a través de los siguientes medios: cuantitativos (cuestionario, autoevaluación, rúbrica, hoja de cotejo y matriz del proceso de investigación) y cualitativos (análisis de tarea, observación participante y grupo focal) a través de las fases del proyecto (*Contribuidor, Colaborador y Cocreador*) con propósitos formativos y sumativos. Finalmente, en la quinta sección se derivan conclusiones de los hallazgos y se presentan recomendaciones consensuados entre evaluador e investigadores.

En la producción final de este escrito colaboraron la señora. Génesis Álvarez Rosario como asistente principal y el señor William A. Vigo Morales como asistente. Ambos asistentes de evaluación son estudiantes graduados de Trabajo Social de la Universidad de Puerto Rico y han demostrado competencias de investigación a través de diversos programas dirigidos por el evaluador principal de este proyecto. La colaboración de los asistentes se centró en la entrada de datos, la presentación de informes evaluativos, la participación en grupos focales, el análisis de algunos hallazgos y de tareas administrativas. La señora Álvarez colaboró directamente con las

observaciones partícipes de las actividades de los investigadores y tuvo una participación directa en procesos administrativos del proyecto. Los apéndices del informe evaluativo se incluirán en un segundo volumen, dada la cantidad de documentación. En dicho volumen se incluyen: instrumentos, planes, presentaciones, evidencias de medios de comunicación, modelos de informes, guías de trabajo y otros.

Antecedentes al Proceso Evaluativo

La evaluación del proyecto Ciudadano Científico Comunitario (CCC) hay que visualizarla en su trayectoria histórica con el propósito de dar una visión de conjunto al lector. Por consiguiente, los antecedentes del programa CCC aprobado entre 2012 al 2015 se remonta a una primera iniciativa dada entre 2008 a 2010. Ambos programas implementados en épocas diversas tenían en común su interés por formar ciudadanos con destrezas científicas para lidiar con la conservación y el uso apropiado de la biodiversidad. Desde sus inicios, el programa CCC ha partido del supuesto que las experiencias ciudadanas de la cotidianidad, el conocimiento tradicional, la curiosidad y el conocimiento científico pueden integrarse en un programa educativo no tradicional para formar ciudadanos científicos que se interesen por la conservación y el uso apropiado de la biodiversidad en las comunidades. En el programa CCC de 2008 al 2010 se visualizó “unir ambas visiones, la de la ciencia formal y la ciudadana, dentro un mismo contexto” (Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, 2010, p.11) con el propósito de aumentar el conocimiento de la biodiversidad como base medular para su uso y conservación.

La diversidad de ecosistemas de la Reserva Natural Hacienda La Esperanza (RNHLE) y áreas aledañas fueron el laboratorio para que los voluntarios aspirantes a ser ciudadanos científicos comunitarios lograran articular el manejo y la conservación de la biodiversidad para defender nuestro patrimonio natural. Conforme al proyecto inicial (2008-2010) y el proyecto actual (2012-2015) su “objetivo ha sido que el ciudadano compruebe por sí mismo que puede aportar a la ciencia y entenderla, y que lo que hace día a día puede contribuir al conocimiento y a la toma de decisiones para el beneficio de todos” (p. 12).

El objetivo principal del programa Ciudadano Científico Comunitario era motivar a que los ciudadanos participaran en la conservación de los ecosistemas, al exponerse a experiencias directas con el medio ambiente y su naturaleza con una visión científica. En dichos programas, en ambos periodos, los voluntarios se expusieron a experiencias prácticas en la que exploraron, investigaron y conocieron sobre los diversos ecosistemas, su interacción con los seres humanos y los esfuerzos para su restauración (p. 40)”. Al igual que en el proyecto inicial, los voluntarios del programa actual han colaborado en el proceso educativo y han desarrollado investigaciones en la que aplican el método científico a la vida cotidiana.

El programa CCC finalizó sus cinco investigaciones en las áreas de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos en el mes de julio de 2015. En el primer programa fueron implementadas seis investigaciones: Arqueología, Aves, Botánica Costas, Jueyes y Murciélagos). Las actividades de estos proyectos aportaron al desarrollo

de nuevas experiencias científicas en el segundo periodo del programa Ciudadano Científico (2012-2015). En ambos proyectos, los asistentes de investigación e intérpretes fueron claves en la formación de ciudadanos y la participación de voluntarios fue variada.

Lo antes expuesto es una breve reseña de atributos comunes del programa CCC implementado en diversos periodos para destacar el esfuerzo histórico del PLN por impulsar proyectos de impacto ecológico y pertinencia ciudadana. Si bien el programa CCC ha tenido atributos más similares que diversas (área de impacto, proyectos de investigación, procesos evaluativos y algunas experiencias de trabajo), amerita destacar el proceso sistemático seguido para fortalecer experiencias educativas orientadas a formar ciudadanos científicos comunitarios.

A diferencia del proyecto inicial, el proyecto actual implementó una estrategia de *assessment* formativa y sumativa para evidenciar aprendizajes y para elaborar un modelo sistemático de experiencias educativas. A través de estas estrategias de evaluación e investigación se identificaron fortalezas y limitaciones, asunto tratado en el capítulo cinco. Además, como resultado de la investigación y el proceso evaluativo se elaboró un modelo educativo que se pretende aplicar en otros contextos en el ámbito nacional e internacional.

De igual manera, el programa actual ha mostrado mayor sistematización sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje informal. Se parte del supuesto que la enseñanza informal de ciencias (ISE) es una estrategia educativa que propicia aprendizaje en un ambiente participativo, democrático e informal. La propuesta aprobada por la National Science Foundation (NSF) tiene como eje medular la educación informal, como estrategia para formar ciudadanos que puedan crear proyectos científicos en beneficio de la comunidad. Este proceso evaluativo estuvo dirigido a evidenciar la efectividad de una educación informal para formar ciudadanos científicos.

Problema Evaluativo

Conforme a lo antes expuesto se presenta el problema de evaluación: ***¿La enseñanza informal de ciencias (ISE) promueve conocimientos, destrezas, actitudes y comportamientos que lleve a sujetos a convertirse en ciudadanos científicos Cocreadores?*** Se evalúa si los voluntarios del proyecto han adquirido aprendizajes que los lleven a ser ciudadanos científicos Cocreadores. Se espera que un Ciudadano Científico Comunitario Cocreador tenga las competencias requeridas para aplicar el método científico en el manejo y la conservación de la biodiversidad, así como defender el patrimonio natural. De la pregunta general evaluativa se infieren las siguientes seis sub preguntas. Estas serán elaboradas en el capítulo de metodología.

1. ¿Cuáles son los conocimientos que debe demostrar un participante que aspira ser ciudadano científico?
2. ¿Cuáles destrezas deben demostrar los voluntarios del proyecto para convertirse en ciudadano científico?
3. ¿Cuáles prácticas deben utilizar los voluntarios del proyecto para comunicar los resultados de su quehacer científico?

4. ¿Cuáles proyectos pueden elaborar los voluntarios del proyecto para representar a un ciudadano científico al finalizar el proyecto?
5. ¿Cuáles actitudes demuestran los participantes en las diversas fases del proyecto?
6. ¿Cuáles serán las características del modelo educativo para el proyecto Ciudadano Científico?

En la sección que sigue se analiza el marco teórico que orienta a la pregunta de evaluación general, así como las sub preguntas derivadas. En este marco teórico se precisan los conceptos a ser evaluados y se justifican los mismos para respuestas a las preguntas evaluativas.

CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL EVALUATIVO

Introducción

El propósito de este capítulo es presentar paradigmas, principios y conceptos que orienten el análisis evaluativo del aprendizaje de los voluntarios del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Con esta conceptualización se da una base teórica a los resultados encontrados teniendo como norte los objetivos de evaluación que están dirigidos al conocimiento de los ciudadanos sobre conceptos, métodos y procesos de investigación científica. Otras áreas en las que se profundiza en este capítulo son la aplicación de técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en investigación científica. Asimismo, se explica lo relacionado a la actitud en las ciencias y la comunicación científica. Por último, se exploran los conceptos de proyectos de investigación, co-crear proyectos científicos y sistematización de modelo educativo, estos como ejes principales del programa Ciudadano Científico Comunitario.

Educación Informal de las Ciencias

La Fundación Nacional de las Ciencias (NSF, siglas en inglés) posee un programa llamado Educación Informal de las Ciencias (National Science Foundation, 2006). Su modelo educativo se caracteriza principalmente por llevarse a cabo fuera de la estructura tradicional de una escuela y/o salón de clases (National Science Foundation, 2006). Además, pueden participar en este modelo personas de todas las edades y el aprendizaje adquirido es uno autodirigido (Ucko, 2008). De acuerdo a este programa, el modelo también se caracteriza por su *continuidad* ya que se pueden establecer relaciones entre conceptos teóricos y la realidad circundante en un espacio informal y natural (National Science Foundation, 2006). De igual manera, todo aprendiz tiene *equidad* en el acceso al proceso de enseñanza-aprendizaje y *amplitud en la práctica de las ciencias* ya que este se ofrece en cualquier ambiente natural y se enfrenta al fenómeno natural directamente. De este modelo educativo también se desprenden dos características que benefician a los aprendices, su *coherencia* y la oportunidad de *avalúo*.

La coherencia se debe a que el aprendizaje es uno holístico ya que el ambiente informal provee la oportunidad de integrar al aprendiz con distintas comunidades, es una red de aprendizaje. En esta red de aprendizaje, los voluntarios comparten voluntariamente los conocimientos, siendo esto un proceso de avalúo (National Science Foundation, 2006). Las características mencionadas tienen su base dentro de la perspectiva constructivista en la educación. Figarella (2011) explica que dentro de esta perspectiva se deben presentar interacciones para que surja el conocimiento. La interacción cognitiva es un proceso que se presenta en tanto hay una interacción social y una interacción con el objeto. En el ambiente de aprendizaje deben presentarse las siguientes condiciones para que surja la interacción cognitiva: pertinencia de la actividad para los aprendices; autonomía del proceso educativo con instrucciones y/o interacciones dirigidas o negociadas con los aprendices; pertinencia del contexto donde las actividades y tareas tengan relación con la vida de los aprendices. La interacción cognitiva se desarrolla en un ambiente participativo activo del aprendizaje, entiéndase donde el aprendiz puede autogestionarse y el que enseña solo facilita los procesos. Este tipo de interacción se presenta cuando hay

un ambiente democrático en el proceso de enseñanza aprendizaje, entiéndase en donde el aprendiz no es un ente pasivo sino que participa e influye en el diseño de las actividades, logrando de esta forma ser parte del proceso de enseñanza-aprendizaje (Figarella García, 2011).

El proyecto educativo y evaluativo de Ciudadano Científico se implementó sobre las bases de educación informal.. Este tipo de educación propició un ambiente de diálogo continuo entre educador y educando, democracia participativa y activa en el proceso de aprendizaje. Se utilizó el avalúo como una estrategia educativa para fortalecer aprendizajes.

En este sentido, dicho modelo educativo provee una variedad de beneficios a los aprendices en sus destrezas de ciencias, ingeniería, tecnología y matemáticas (STEM, siglas en inglés) (National Science Foundation, 2006). De acuerdo a Sue Allen (2008) la educación informal de las ciencias tiene un impacto en distintos niveles que redundan en múltiples beneficios para los aprendices. Entre ellos se encuentra el conocimiento, los voluntarios son capaces de entender, resumir y explicar teorías e ideas centrales de las actividades que participan. Otro de los niveles de impacto es el compromiso de los voluntarios hacia respuestas emocionales vinculadas a las experiencias de las actividades en las que se ven involucrados. Allen (2008) también describe la actitud como una característica esencial del impacto de la educación informal de las ciencias. Esto lo identifica como el nivel de compromiso y apoyo que expresan los voluntarios sobre los temas que trabajan en las actividades de los proyectos. De igual manera, el comportamiento y las destrezas son características muy importantes del impacto que tiene la educación informal de las ciencias. Allen (2008) indica que los comportamientos son aquellos cambios en los voluntarios que se espera puedan aplicar en sus vidas a largo plazo. Sin embargo, las destrezas son aquellas que posee el participante sobre un tema particular y las nuevas que adquiere y puede ejecutar una vez participe de las actividades en el ambiente de aprendizaje informal.

En esta evaluación, la educación informal de las ciencias comprenderá un modelo educativo en el que se toma como característica principal el ambiente informal y natural de aprendizaje. Asimismo, pueden participar niños de 14 años en adelante, principalmente atrayendo a los voluntarios de comunidades rurales. Los voluntarios aprenderán bajo la modalidad de “aprender haciendo”, mediante el modelaje, aprendizaje cooperativo, en un ambiente democrático, dialógico y participativo. De igual manera, se toma en consideración en este proyecto las destrezas, actitudes, comportamientos y conocimientos que los voluntarios poseen y adquieren a partir de las actividades científicas en que se involucran. Dichas actividades se establecen mediante talleres en las que se enfatizan cinco áreas principales que son importantes para atender en la comunidad de la Cuenca del Río Grande de Manatí tales como: murciélagos, aves y plantas, crustáceos y ríos, costas y arqueología ambiental. De esta forma se desarrolla la comunidad de aprendizaje entre científicos y ciudadanos residentes del área o de otras partes de Puerto Rico, en la que se integran en el quehacer científico y adquieren o amplían conocimientos. Esto con el fin de desarrollar a los ciudadanos como Cocreadores de proyectos científicos y comunicar los datos encontrados.

Es importante destacar que en este proyecto la interacción cognitiva se hace de una forma articulada y holística entre los componentes del mismo, desde el nivel administrativo hasta los voluntarios. El proceso de avalúo se realizó desde la construcción de los instrumentos en colaboración con los investigadores para medir el aprendizaje de los voluntarios, como por ejemplo el cuestionario, hoja de cotejo, rúbrica y autoevaluación. El instrumento de autoevaluación le permite al voluntario reflexionar críticamente sobre los conocimientos adquiridos en las actividades y brinda la oportunidad de expresar recomendaciones a las mismas para en el proceso formativo poder integrarlas y mejorar el proceso educativo. De igual manera, el instrumento de grupo focal facilita la democratización del proceso investigativo, provee sentido de pertinencia a los voluntarios en la interacción dialógica de su proceso (Kamberelis y Dimitriadis, 2008). Mediante este instrumento le proveyó al voluntario ser protagonista en el proceso de evaluación formativa del mismo y en interacción con otros voluntarios reflexionar sobre áreas a mejorar y ofrecer alternativas al respecto.

Por otra parte, las observaciones partícipes realizadas como parte de la evaluación de las actividades de campo de los cinco proyectos del proyecto fueron claves para identificar las características esenciales de la educación informal de las ciencias en un ambiente dialógico y participativo junto a los voluntarios. La observación partícipe es aquella en donde se recopilan datos y el observador tiene la oportunidad de dialogar con las personas, indagar sobre los significados y participar en las actividades (Lucca & Berríos, 2003). Con esta estrategia, los evaluadores no son solos los expertos, sino que los voluntarios en el diálogo clarifican asuntos del proceso enseñanza-aprendizaje y brindan recomendaciones, haciendo a estos parte del proceso de evaluación de la actividad. Por consiguiente, una de las aportaciones del marco teórico del proyecto fue que nos sugirió criterios para elaborar instrumentos, así como analizar datos.

Conocimiento Científico

En un sentido amplio, la Fundación Nacional de las Ciencias define el término *literacia científica* como los conocimientos y conceptos básicos sobre la ciencia y la comprensión sobre los procesos de esta que todo ciudadano debe poseer. Cuando se tiene literacia científica, se es capaz de entender ideas básicas sobre cómo investigar, analizar los resultados de las investigaciones, evaluar la validez de los datos y poder hacer un ejercicio político con ellos. Partiendo de esto, se especifican dos componentes importantes de la literacia científica, el conocimiento científico y el proceso científico (National Science Board, 2004). Para la Fundación Nacional de las Ciencias, en específico su programa de Educación Informal de las Ciencias, el conocimiento científico está dirigido al desarrollo del conocimiento de las áreas de ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas. Sin embargo, ese conocimiento debe fundamentarse en la investigación bajo un paradigma que brinde coherencia a la misma. Desde un paradigma cualitativo el conocimiento es construido a partir de los conocimientos previos y nuevos que los voluntarios adquieren en las actividades. Desde un paradigma cuantitativo, se sigue un procedimiento riguroso y objetivo, guiado por el modelo científico para medir los fenómenos en estudio (Frechtling, Marx, Rog, Thomas, Frierson, Hood y Hughes, 2010). De acuerdo a Karl Popper, el conocimiento científico surge a partir de un conocimiento previo el cual se indaga mediante una serie de pasos conocido como el

método científico para corroborar la confiabilidad y validez de los resultados de los cuales se obtiene de la indagación (Daros, s.f.).

Teniendo esto presente, el proceso científico es el medio para llegar a ese conocimiento. De acuerdo al Museo de Paleontología de la Universidad de California (2015), este proceso es uno dinámico, complejo, no es lineal e involucra una serie de actividades y tareas que en ocasiones deben repetirse para adquirir nueva información y confirmar ideas. Entre las actividades se encuentran explorar y descubrir. Ello conlleva observar, formular preguntas, compartir datos e ideas y revisar literatura. Por otro lado, se prueban las ideas mediante la recopilación de datos para realizar una formulación de hipótesis, desarrollar una metodología para comprobar las hipótesis y colocar en acción la misma. Se realiza un análisis e interpretación de los datos para confirmar la hipótesis. Se procede a un análisis comunitario donde se discute con colegas los resultados, se recibe retroalimentación y revisión de pares, se comunican resultados, surgen nuevas ideas y/o preguntas de investigación, se replica la investigación y/o se desarrollan teorías. Esta es la forma de hacer ciencia, pero esta debe realizarse en interacción con otras personas con las que se intercambien ideas (University of California Museum of Paleontology, 2015).

El Centro para el Adelanto de la Educación Informal de las Ciencias (CAISE, siglas en inglés, 2009) desarrolló un modelo de proceso científico con los siguientes pasos: seleccionar o definir pregunta de estudio, recopilar información y recursos, desarrollar hipótesis, diseñar metodologías de recopilación de datos, recopilar muestras y/o entrar datos, analizar muestras, analizar datos, interpretar datos y redactar conclusiones, diseminar conclusiones/ traducir resultados en acciones, discutir resultados y hacer nuevas preguntas. CAISE (2009) incluye en su modelo los pasos que debe alcanzar un participante ciudadano en una investigación para maximizar los niveles de acción en el proceso científico. Es considerado un *Contribuidor* de proyectos a un participante que recolecta los datos, analiza los mismos y disemina los resultados y los convierte en acción. Por su parte, un *Colaborador* es aquel participante que diseña metodologías para recolectar datos, analizar muestras, analizar datos, interpretar y redactar conclusiones y diseminar conclusiones para convertirlas en acciones. Por último, se encuentra que el participante *Cocreador* es aquel que completa todas las actividades del proceso científico antes mencionadas. Como resultados y beneficios de este proceso de hacer ciencia se obtiene la resolución de problemas, aportación social, satisfacer curiosidades, desarrollar conocimientos y/o desarrollar tecnologías (University of California Museum of Paleontology, 2015).

En esta sección se utiliza el concepto de conocimiento científico para explicar cómo fue utilizado para articular el instrumento *Rúbrica sobre el Proceder Científico*. La rúbrica es un instrumento de evaluación formativa que permite ofrecer seguimiento al logro de aprendizajes, conocimientos y competencias de un aprendiz (Gatica-Lara y Uribarren-Berrueta, 2013). Para evidenciar en este proyecto el desarrollo de los voluntarios en el proceder científico, se identificó esta herramienta como una esencial para medir el dominio de estos antes y después de finalizado el proyecto *Ciudadano Científico Comunitario*. El concepto de conocimiento científico permite la comprensión de la construcción del instrumento debido a que se refleja la indagación del conocimiento de forma sistematizada como lo plantea Popper.

El instrumento *Rúbrica sobre el Proceder Científico* utiliza los criterios del modelo de Participación Pública en Investigaciones Científicas de CAISE como guía para medir la evolución de los voluntarios en los proyectos de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. El proceso científico como parte integral del conocimiento científico, se refleja en los criterios específicos de cada reactivo en la rúbrica, lo cual le permite a los investigadores junto a sus voluntarios aplicar el instrumento y determinar con precisión el dominio que estos últimos tienen sobre el reactivo. De igual manera, se provee una escala de excelente, bueno, regular, deficiente y no logro que permite medir el nivel de ejecución de los voluntarios.

A partir del modelo propuesto por CAISE para identificar al Contribuidor, Colaborador, Contribuidor y Cocreador, se puede determinar el progreso de los voluntarios en el proceder científico y el nivel de dominio. De igual manera, su aplicación antes y después, resulta en evaluar los cambios en el tiempo, en término de nivel de ejecución y el progreso en el proceder científico. En síntesis, este instrumento provee criterios amplios de trabajo tales y como los describe el Museo de Paleontología de la Universidad de California. En el área de criterios específicos se refleja la complejidad y nivel de sistematización que conlleva el proceder científico, por ejemplo: desarrollar una hipótesis conlleva sugerir alternativas preliminares para dar solución al problema, justificar con evidencia las opciones propuestas y departir opciones con miembros de la comunidad. A su vez, se sustenta mediante este instrumento que el conocimiento científico no es producto de un trabajo individual, sino participativo y dialógico entre miembros de la comunidad científica y de la ciudadanía en general.

Conocimiento Declarativo y Procesal

Dado que esta evaluación trata sobre objetivos de aprendizaje de conocimiento, destrezas, actitudes y comportamientos científicos (conocimiento científico), se requiere de una teoría que pueda explicar cómo fluye el aprendizaje desde la comprensión como punto referencial para la aplicación en el contexto de la educación informal. Conforme a esta idea se presenta la teoría sobre conocimiento declarativo y procesal formulada por Tennyson en 1986 y Kurfiss (1988). La interpretación conceptual formulada por Tennyson sugiere que el conocimiento declarativo (comprensión) que tenga un educando sobre determinado concepto incidirá en su ejecución. Desde esta perspectiva, no es posible aplicar lo que no se conoce. Según Tennyson demostrar ejecución en una determinada tarea requiere demostrar los siguientes dos dominios: declarativo y procesal.

Para Kurfiss (1988) el conocimiento declarativo se representa de las siguientes dos maneras: identificación de los atributos del concepto y la comprensión de la estructura lógica del concepto, así como este se relaciona con otros conceptos. Desde esta perspectiva comprender un concepto implica tener una idea sistémica de cuáles son los principios y atributos importantes del concepto, incluyendo los métodos y procesos vinculados con el mismo. Esta idea es parecida a la que expone Bloom (1981) sobre el significado de conocer. Este educador establece que tener conocimiento sobre un saber conlleva identificar tres ideas principales: a. principios, teorías y conceptos; b. modos, medios, métodos y procesos y c. datos, hechos y acontecimientos. Lo importante de los teóricos antes mencionados (Tennyson, Kurfiss y Bloom) es que reconocen la

importancia de tener un dominio conceptual como punto de referencia para aplicar el mismo a un nuevo contexto.

Tennyson (1986) describe este primer paso como necesario para comprender los atributos críticos del concepto. El conocimiento declarativo hace referencia a la información considerada fundamental en el área de estudio y para propósito de este estudio aplica a la comprensión que tienen los estudiantes de sexto grado en torno a la literacia de información, así como a los atributos de la criticidad. Los atributos del juicio crítico se conciben como un tipo de saber que tiene que comprenderse para pasar a una segunda fase de aplicación o para ejercer la crítica.

Además de los atributos críticos hay que conocer los modos y medios de cómo realizar una tarea o aplicar el conocimiento. Se puede conocer el cómo se hace algo, sin embargo tal conocimiento no implica su aplicación a una situación. Por ejemplo, es requerido conocer los principios y prácticas para propiciar el aprendizaje de la literacia de información (qué). Si no se comprenden los principios y los procesos que requiere la literacia de información es poco probable que pueda acceder información adecuada en internet (cómo) debido a que carece de una visión comprensiva de lo que implica tal ejecución no fundamentada.

El conocimiento declarativo del *cómo* presta atención a los modos y los medios que se siguen para llevar a cabo una tarea, sin que esto implique su uso concreto. Los contenidos de modos y medios representan un nivel intermedio de dificultad debido a que establecen unos criterios, secuencias y maneras de organizar los datos ya conocidos (como). Esta sección utiliza el concepto de conocimiento declarativo propuesto por Tennyson (1986) para organizar la información en el cuestionario en tres grandes dimensiones del saber: principios, conceptos, procesos científicos y destrezas técnicas en cada una de las investigaciones del proyecto Ciudadano Científico Comunitario (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos). La primera fase del conocimiento declarativo se enfoca en comprender su secuencia lógica como fundamento para aplicar la segunda fase de destrezas técnicas (conocimiento procesal).

De acuerdo con Kurfiss (1988), el conocimiento procesal se manifiesta al utilizar el referente de conocimiento declarativo o conceptual (de qué y el cómo) para resolver un problema específico o para demostrar ejecución en un área del saber. Esta idea es cónsona con esta evaluación debido a que la primera pregunta del plan de evaluación se enfoca en la comprensión que tienen los voluntarios del proyecto en torno a los conceptos, métodos y procesos de la investigación científica en el estudio de los ecosistemas. En el cuestionario no solo se incluye reactivos de conocimiento de conceptos, sino que también se incluye reactivos sobre técnicas y métodos. Si al finalizar el proyecto los voluntarios demuestran tener conocimiento declarativo (qué y cómo) sobre conceptos y métodos científicos, entonces es más probable que pueda comportarse como un ciudadano científico, meta principal del proyecto.

El conocimiento procesal conlleva demostrar de manera consciente el proceso de la ciencia, así como las técnicas que usan los investigadores en las áreas de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. La aplicación se fundamenta en el dominio

conceptual que se tiene del área de estudio. El conocimiento procesal se orienta hacia la aplicación de prácticas, tareas y procesos fundamentados en un campo de saber, en particular el proceso de las ciencias, así como las técnicas de las diversas investigaciones que colaboran los contribuidores, Colaboradores y Cocreadores.

De acuerdo con Kurfiss y Tennyson el conocimiento procesal da seguimiento al conocimiento declarativo. Ambos tipos de conocimientos interaccionan de tal manera que el uso del último en la solución de un problema científico o la ejecución de una tarea cognoscitiva específica de una investigación conlleva el desarrollo del primero. Se demuestra conocimiento procesal cuando el estudiante posee conocimiento declarativo sobre los datos, modos y conceptos más esenciales sobre los procesos de la ciencia y las técnicas de la metodología de la investigación y la relación con otros conceptos. Esto se puede observar en el uso de la computadora, tomar muestras de agua, utilizar equipo para medir temperatura [pH, oxígeno disuelto, nitrato, fosfato y salinidad] , montar y desmontar redes para capturar murciélagos, hacer prueba de granulometría, usar el GPS, identificar minerales por medio de estereoscopio y tomar fotografías de los mismos y otros).

Este análisis solo pretende justificar el uso de la teoría de conocimiento declarativo y procesal para comprender el proceso mental que enfrenta el participante cuando trata de aprender conceptos o procesos científicos matemáticos a través de la enseñanza informal. El análisis presentado hasta aquí conduce a concluir la importancia del dominio conceptual de conocimiento declarativo y procesal científico para fomentar comportamiento de ciudadanía científica.

Taxonomía del Conocimiento (Bloom)

Una de las variables principales de esta evaluación trata los conceptos de conocimiento, comprensión y aplicación como medios de comportamiento científico. Hay varios teóricos que han tratado el concepto de dominio del aprendizaje en el proceso instruccional. (Bloom, 1981; Webb, 1996; Ausubel, 1983; Bruner, 1990; Piaget, 1975). Sus aportaciones han estado centradas en representar conceptualmente el significado de aprender y su vínculo con el conocimiento. No obstante, entre las diversas teorías que más impacto han tenido sobre el proceso instruccional en la educación puertorriqueña ha sido la taxonomía de objetivos educativos propuesta por Benjamin Bloom. La importancia de esta taxonomía del conocimiento y el aprendizaje es que representa conceptual y operacionalmente los diversos niveles del conocer, comprender y aplicar. Entre los teóricos antes referidos se optó por seleccionar a Bloom (1981) como marco de esta evaluación del aprendizaje debido a la capacidad conceptual y operativa de su teoría y su estrecho vínculo con dominios cognoscitivos. Además, la misma explica el significado de las variables centrales de esta evaluación, a saber: conocer, comprender y aplicar. Finalmente, se destaca que la taxonomía de los objetivos de Bloom es parte de la vida cotidiana de los educadores en el proceso de enseñanza formal e informal, así como de evaluación. Se utilizó la conceptualización de Bloom, Kurfiss y Tennyson al elaborar el cuestionario, la rúbrica y la autoevaluación.

Conocer

El proceso mental de conocer representa el nivel más simple del saber o del aprendizaje. Conocer conlleva evocar información pertinente al área de estudio. Cuando se conoce se recuerda información fragmentada en torno a hechos, sucesos, acontecimientos, fechas, métodos, estrategias, técnicas, conceptos básicos, teorías y principios. El estudiante no solo recuerda el dato aislado de un evento, sino que puede evocar definiciones básicas de conceptos. Por consiguiente, el conocer conlleva a su vez niveles de complejidad. Según Bloom (1981) hay los siguientes tres niveles de complejidad en el conocer: datos y hechos particulares, modos y medios, conceptos y generalizaciones. En los datos y hechos particulares se ubican recordar acontecimientos, fechas, nombres y otros datos básicos. En los modos y medios se encuentran todo lo relacionado con información procesal, como pasos, procedimientos, métodos, técnicas y formas de hacer algo. Finalmente, el nivel más complejo es el de los conceptos y generalizaciones que incluyen teorías, estructuras, principios e ideas generales.

Se tomó la variable conocimiento como uno de los temas centrales durante el proceso de evaluación. En particular, da atención al nivel de conocimiento de conceptos, procesos y técnicas. No se incluye la de concepto y generalizaciones debido a que el proyecto Ciudadano Científico Comunitario partió de conceptos básicos (no teorías o principios) y se enfoca en el escenario práctico en la formación de ciudadanos a ser científicos. Para esta evaluación no es fundamental que los Colaboradores y Cocreadores demuestren dominio de las teorías, principios y generalizaciones de las ciencias en general o de las áreas de investigación. Solo le interesa explorar, describir y juzgar si los Colaboradores y Cocreadores han fortalecido los conocimientos básicos de conceptos, procesos, técnicas y actitudes científicas, luego de haber pasado por un proceso de educación informal. Conforme a esta delimitación, se optó por seleccionar los niveles básicos de conocimiento agrupados en conceptos, modos y medios científicos.

Comprender

Un segundo nivel de complejidad en la taxonomía de Bloom es la de comprender. La comprensión se fundamenta en el conocer. Se parte del supuesto que el aprendiz no puede comprender ideas básicas si no tiene conocimiento de datos particulares y de modos o medios. Esto implica que el énfasis inicial del proceso de aprendizaje se centra en el conocer y luego dirigir el aprendizaje hacia el comprender.

Comprender es utilizar los conocimientos adquiridos y darle significado. El aprendiz se hace más autónomo en torno a las fuentes literales de información ya que puede asignar significado a lo que aprendió como mera memoria. El significado del conocer puede manifestarse mediante la exposición oral, escrita, auditiva, visual u olfativa. El aprendiz puede utilizar los cinco sentidos para demostrar que una idea o su conjunto le son significativos. Cuando el aprendiz le asigna significado a una idea, su proceso cognoscitivo se transforma a uno más complejo y a este proceso mental se le llama comprender.

Traducir. Según Bloom (1981) hay tres niveles de comprender: traducir, interpretar y extrapolar. El nivel de traducción en la comprensión conlleva explicar la idea lo más textualmente posible según fue conocido. El aprendiz se limita a representar la idea tal como lo aprendió o como lo expone el escrito o su autor. Este nivel de comprensión es básico debido a que el ejercicio mental que realiza el aprendiz se limita a decir lo mismo que dijo el otro.

Interpretar. El segundo nivel de complejidad de la comprensión es la interpretación. Este nivel conlleva un nivel más complejo que la traducción. Aquí el aprendiz compara, contrasta, establece relaciones sobre lo conocido y presenta ejemplos para significar lo que conoce y expone en sus propias palabras con ejemplos u otras ideas el significado que le asigna a lo conocido. La complejidad de este nivel está mediatizada por establecer relaciones entre ideas y modificar el lenguaje en la que se expone la idea inicial.

Extrapolar. El tercer nivel de complejidad de la comprensión hace referencia a la extrapolación de ideas. Se extrapola cuando el aprendiz aplica lo aprendido a una situación similar en la que conoció y comprendió (traducir o interpretar) una idea. La extrapolación se fundamenta en los niveles que le anteceden (traducir e interpretar) para poder demostrar lo que conoce con una acción determinada. La diferencia de este nivel con los anteriores es que el aprendiz aplica a una situación sencilla o ya conocida y en las anteriores el aprendiz se limita a interpretar en su propio lenguaje o a representar textualmente una idea.

Si bien el cuestionario se elaboró fundamentado en conocimiento. En los otros instrumentos (grupo focal, autoevaluación y en la rúbrica) se elaboraron reactivos en los que se demuestra la comprensión. Esta evaluación se interesa por los primeros dos niveles de comprensión (interpretación y traducción) de Bloom debido que el interés principal es que el aprendiz pueda representar las ideas tal como la conocen, puedan visualizar una imagen e interpretar su significado o sentir que comprende ideas. No se incluye la extrapolación debido a que tal nivel se recoge de manera más compleja en el nivel de la aplicación.

Aplicar

Aplicar es el tercer nivel de complejidad de la taxonomía de los objetivos educativos formulados por Benjamin Bloom (1981). Aplicar según Bloom es poner en práctica lo que uno comprende en una situación diversa o más compleja de la que fue aprendida. Se parece a la extrapolación en la medida que es poner en práctica lo que se comprende y la diferencia está en que la ejecución de aplicación conlleva una nueva situación o una mayor complejidad en la ejecución.

Se aplica mediante simulaciones, ilustraciones y demostraciones de una tarea y en este sentido la aplicación es un ejercicio procesal o lo que Tennyson (1986) llama conocimiento procesal. El conocimiento procesal de la aplicación se fundamenta en el nivel de conocimiento y comprensión que le antecede. Si el estudiante demuestra comprensión de determinada idea entonces es más ágil en ejecutar la acción solicitada.

La aplicación puede ser observada mediante criterios de ejecución debido a que la misma se manifiesta a través de destrezas manuales o destrezas mentales que pueden ser fácilmente observables. Ejemplo de destrezas manuales podrían ser: utilizar equipo para medir temperatura [pH, oxígeno disuelto, nitrato, fosfato y salinidad], montar y desmontar redes para capturar murciélagos; hacer prueba de granulometría, identificar minerales por medio de estereoscopio y otros. Ejemplos de destrezas intelectuales podrían ser: establecer relación entre plantas y aves, aplicar procesos para identificar aves y plantas y otras.

La variable aplicar es medular en esta evaluación, ya que se interesa conocer si los Cocreadores demuestran comportamiento de ciudadano científico. Tal comportamiento implica aplicar el proceso de la ciencia y técnicas en tipos diversos de investigación. El estudiante puede resolver un problema matemático al que no ha estado expuesto anteriormente en el salón de clases. Esta evaluación quiere demostrar como los Colaboradores y Cocreadores alcanzan el nivel de aplicación con los conceptos que conoce y comprende. En este sentido la teoría de Bloom explica dicho proceso y es útil para dar respuesta a los objetivos uno, dos cuatro y cinco del plan de evaluación.

Aplicar destrezas de investigación. Definir la aplicación de destrezas de investigación requiere de una definición sobre las destrezas del proceso científico. Por un lado, se encuentra que el currículo desarrollado en 1960 titulado Science: A Process Approach (SAPA) definió que las destrezas son un conjunto de habilidades que pueden ser aplicadas a distintas disciplinas. En este currículo se dividen las destrezas del proceso científico en dos grupos: las básicas y las integradoras. Entre las destrezas básicas del proceso de la ciencia se encuentran: observar, inferir, medir, clasificar, predecir y comunicar. Dentro de las destrezas integradoras del proceso de la ciencia se encuentran: formular hipótesis, definir operacionalmente, controlar variables, experimentar, interpretar datos y formular modelos (Padilla, 1990).

CAISE (2009) menciona unas destrezas específicas de las ciencias tales como: identificar organismos, utilizar instrumentos de medición, diseñar metodología, recopilar datos, recopilar datos en el campo de trabajo, seguir protocolos específicos, recopilar muestras, leer e interpretar gráficas, elaborar conclusiones y comunicar resultados. Por otra parte, Aktamis y Ergin (2008) indican que las destrezas del proceso científico pueden ser aplicadas para las actividades diarias de toda persona y desarrolla la literacia científica de las mismas, promoviendo la comprensión de los fenómenos a su alrededor. Estas destrezas son herramientas no solo para desarrollar investigaciones científicas, sino para la solución de problemas y desarrollar y hacer uso de información científica. La aplicación de estas destrezas surge a partir de la manifestación del conocimiento procesal en la investigación científica que Kurfiss (1988) plantea. Este conocimiento a su vez ayuda a afianzar el conocimiento declarativo, teniendo una comprensión del objeto de estudio y permitiendo al participante llevar a la acción dicho conocimiento (Tennyson, 1986).

Para fines de esta evaluación, se entenderá como la aplicación de las destrezas de investigación aquellas identificadas y establecidas por cada investigador en el área de especialidad (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos). Estas se

operacionalizan en el instrumento cuestionario en donde se consideran destrezas del currículo SAPA tales como observar y experimentar. Los investigadores reforzaron las destrezas del uso y aplicación de técnicas de instrumentos de campo para recopilar datos. El cuestionario brinda a los voluntarios la oportunidad de clasificar el nivel de dominio de las destrezas y el incremento de estas se registra en la aplicación antes y después del instrumento. Esto es producto de la participación de los voluntarios en las actividades científicas en donde tienen la oportunidad de adquirir destrezas básicas, hasta las integradoras en un proceso de conocimiento procesal-declarativo recíproco.

Concepto de Assessment y Evaluación

El proceso de educación informal en esta propuesta requirió la articulación básica entre objetivos, contenidos, actividades y procesos evaluativos en la tarea de formar ciudadanos científicos. Dado que el enfoque educativo del proyecto Ciudadano Científico Comunitario se fundamenta en la implementación de prácticas educativas informales, fue requerido implementar un enfoque de *assessment* del aprendizaje que estuviera alineado con dicho enfoque educativo. La observación antes expuesta representó un componente medular de la estrategia de *assessment* establecida en la propuesta original del proyecto.

Desde esta perspectiva, se valora el diálogo entre el evaluador y los investigadores durante el proceso de diseñar instrumentos, seleccionar criterios de efectividad del aprendizaje, revisar instrumentos y conceptos durante el proceso, reflexionar sobre los resultados de *assessment* durante el proceso de los proyectos de investigación y proponer recomendaciones de manera colegial entre investigadores y el evaluador. Por consiguiente, el diálogo y la discusión de los hallazgos del proceso de *assessment* (formativo) es un componente medular del plan de trabajo para orientar la toma de decisión en equipo.

El modelo de evaluación del aprendizaje centró su atención en la siguiente definición conceptual: la evaluación del aprendizaje es un proceso coherente entre objetivos, contenidos, actividades, medios diversos de recopilar información, proceso de análisis para inferir y tomar decisiones orientadas al aprendizaje (Webb, 1997). Este proceso de alineación evaluativa fue realizado antes de ser sometida la propuesta a NSF. Se alinearon los objetivos de aprendizaje de cada proyecto de investigación con los objetivos generales y la meta de la propuesta para asegurar su validez interna. Una vez aprobada la propuesta, se nos facilitó el proceso evaluativo del aprendizaje.

El centro de atención de la evaluación interna se enfocó en el impacto de aprendizaje de conocimiento, destrezas, actitudes, comportamientos y comunicación en cada una de las fases (*Contribuidor, Colaborador y Cocreador*). Se asignó atención especial al *assessment* del aprendizaje de los voluntarios que continúan (*core*) a través de las tres fases para formar ciudadanos científicos. Este proceso evaluativo conllevó la aplicación de diversos tipos de evaluación (formativa y remedial) como base para el fortalecimiento del logro de determinados aprendizaje (evaluación sumativa).

Comunicación Científica

Dentro del quehacer de las ciencias, es importante comunicar a diversos sectores sociales los hallazgos de la investigación científica para crear conciencia ambiental o tomar decisiones que afectan a la población en general. La comunicación científica es uno de cinco componentes (conocimiento científico, destrezas, comunicación, comportamiento y actitud) del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Se espera que los voluntarios Cocreadores comuniquen a diversos sectores de la comunidad (expertos, comunidad informada y público en general) su problema objeto de estudio, la metodología y los hallazgos más relevantes de su investigación. Esta información le es útil a la ciudadanía en general para mejorar la calidad de vida y ambiental del ciudadano en sociedad. Conforme a lo antes expuesto, en esta sección se analiza conceptualmente la función de la comunicación en los proyectos de investigación. Además, se justifica por qué se evalúa este componente.

De acuerdo a Martín Sempere y Rey Rocha (2007), la comunicación de hallazgo es el medio principal para mantener a la ciudadanía informada. Estos autores apoyan sus observaciones basados en la *American Association for the Advancement of Science (AAAS)*, quien expresa que la comunicación de los resultados de investigaciones, es un paso imprescindible para motivar a la ciudadanía general por los temas de ciencia y a interesarse por el ejercicio de la ciencia. De igual manera, los autores indican que el ejercicio de comunicación científica tiene unos factores que inhiben esta práctica: la escasa valoración a la participación en actividades de transmisión de los datos, el tiempo y la falta de interés. Para que las personas que hacen ciencia transmitan al público los datos, se debe saltar de la idea de obligatoriedad a una de concienciación, motivación y facilitación por parte de las agencias y/o instituciones que apoyan los proyectos investigativos. Esta observación fue clave al concebir la comunicación de los proyectos como componente necesario en las investigaciones.

Teniendo en cuenta su importancia, la comunicación es un término general pero que alberga un proceso complejo donde se intercambia información en códigos entre emisor y receptor de forma recíproca (Martín Sempere y Rey Rocha, 2007). La comunicación en el proceso de la ciencia es discutida por Antonio Pasquali como uno que conlleva tener en cuenta no solo la transmisión de códigos y decodificación entre emisor y receptor, sino tener en cuenta factores como: capacidad cognoscitiva de receptor, los medios de comunicación y los medios de información (en Olmedo Salar, 2011). Precisos estos factores, Pasquali identifica tres procesos de comunicación que se diferencian por el nivel de conocimiento que un receptor posee sobre un tema determinado que le es transmitido. Los niveles de comunicación son los siguientes (Martín Sempere y Rey Rocha, 2007):

- *Diseminación*: se transmite información científica en un lenguaje especializado. Se caracteriza por transmitirse entre pares que son expertos en un tema específico. La comunicación se presenta por ejemplo, en congresos y revistas académicas/científicas para una población restringida.
- *Difusión*: se caracteriza por tener como emisor a un experto transmitiendo información científica a un receptor que posee conocimiento general sobre un

tema. El receptor es uno con educación, pero el emisor debe tener en cuenta un lenguaje universal, menos especializado y que sea accesible a la audiencia, contemplando el contexto socio-geo-político-cultural.

- *Divulgación*: es el proceso donde el lenguaje es sencillo y accesible para público general y libre de vocabulario especializado. El conocimiento científico o técnico es transmitido mediante una educación informal o un medio educativo equivalente, pero no tiene la finalidad de informar a expertos.

En esta evaluación se adoptó la definición de Pasquali de comunicación científica donde se hace énfasis de los tres procesos de comunicación (diseminación, difusión y divulgación). Los voluntarios del programa *Ciudadano Científico Comunitario*, tienen la oportunidad de completar el proceso científico mediante la comunicación de resultados de las investigaciones que trabajan en el mismo. Esto se registra mediante el instrumento *Hoja de Cotejo: Comunicación de Ciudadanía Científica Comunitaria*.

Este instrumento se provee a los voluntarios con el propósito de registrar las actividades de comunicación ejecutadas, las que tienen planificadas realizar o las que desean realizar. El instrumento consiste de ocho reactivos que representan diversos medios de comunicación, factor importante a contemplar en el proceso de comunicación como es discutido por Pasquali. Se provee un espacio para redactar los objetivos de la actividad y comentarios donde se puntualiza la población a quienes se le transmitió la información, tipo de evento, lugar y los medios de información utilizados, que tienen planificado utilizar o desean realizar. De esta forma, el análisis de los datos permite agrupar los mismos en los tres tipos de comunicación utilizados por los voluntarios (diseminación, difusión y divulgación).

Cocreación de Proyecto Científico

Dentro de los proyectos de ciencia ciudadana se agrupan a los voluntarios dentro de tres categorías: *Contribuidores*, *Colaboradores* y *Cocreadores*. Esto se hace tomando en cuenta los roles que tienen los ciudadanos y los científicos dentro de un proyecto. CAISE (2009) presenta un modelo educativo donde se incluyen las distintas categorías de participación de un ciudadano en un proyecto científico que se llama Modelo para la Participación Pública en Investigación Científica. Este comprende de nueve pasos del proceso científico en los cuales cada categoría de proyecto asigna actividades y tareas específicas que pueden ejecutar los ciudadanos. Las tres categorías se definen a continuación:

- *Proyectos de contribuidores*: diseñados en su totalidad por los científicos desde el proceso de planteamiento de problema o preguntas. En estos, los voluntarios ciudadanos contribuyen en la recopilación de datos siguiendo las instrucciones y/o protocolos diseñados por los científicos. De igual manera, pueden participar en el reporte de los datos, siguiendo los protocolos establecidos.
- *Proyectos colaborativos*: diseñados por científicos, iniciando con el planteamiento del problema y/o formulación de preguntas. Sin embargo, en estos

proyectos los voluntarios ciudadanos tienen la oportunidad de ayudar a los científicos a diseñar o refinar la metodología de recopilación de datos y presentar resultados al público o comunidad científica. También los ciudadanos tienen una participación activa en la recopilación de datos, así como en el análisis de muestras, interpretación de datos y desarrollo de conclusiones.

- *Proyectos de co-creación*: tiene participación activa tanto de los investigadores como de los ciudadanos en el diseño del proyecto y en la ejecución de los pasos del proceso científico.

De acuerdo a lo presentado, se observa una evolución en el nivel de participación en el proceso científico por parte de los ciudadanos en una investigación científica. En el caso de los proyectos de cocreación, los ciudadanos tienen oportunidad de desarrollar, planificar y conducir investigaciones junto a científicos y de forma individual. Los ciudadanos tienen un rol autónomo y pueden ejecutar pasos del método científico tales como definir hipótesis, diseñar metodología, interpretar datos y diseminar conclusiones (Toerpe, 2013).

Este proyecto de evaluación adoptó el modelo de Participación Pública en Investigación Científica propuesto por CAISE. Este modelo fue adaptado para desarrollar el instrumento Rúbrica con el fin de observar y medir el progreso de los voluntarios en la formación de actitudes, destrezas y comportamientos en el quehacer del proceso científico en diversos proyectos de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. A diferencia del modelo propuesto por CAISE, en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario, se utilizó el instrumento Rúbrica en dos fases para medir el cambio en el dominio de las destrezas de investigación con el propósito de determinar la capacidad de aprendizaje sobre las mismas.

Los criterios asignados a las categorías de los proyectos de contribución, colaboración y co-creación permitieron identificar el nivel de dominio de destrezas de investigación, el nivel de aportación al quehacer de las ciencias, el nivel de independencia y autonomía de los voluntarios en las investigaciones. Por último, a partir de este instrumento, se brindó una guía a los investigadores de los proyectos de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos para identificar a los ciudadanos en sus distintas categorías, por consiguiente, así modificar el acercamiento, tipo de comunicación y tipo de enseñanza.

El modelo de CAISE también se utilizó en el diseño de la tercera parte del cuestionario y en el grupo focal. En el cuestionario se analizó el nivel de información demostrado por los voluntarios sobre el proceso científico al iniciar el proyecto y luego se administró el mismo instrumento al finalizar el proceso educativo. Finalmente, se analizó si hubo cambios significativos de aprendizaje entre antes y después del proceso científico. El grupo focal atendió la siguiente pregunta relacionada con el cocreador: ***¿Qué acciones en la comunidad puede llevar a cabo con los conocimientos aprendidos en el Proyecto Ciudadano Científico Comunitario para atender los problemas ambientales de la comunidad?***

En resumen, el modelo CAISE fue medular en la construcción de varios instrumentos evaluativos en el proyecto Ciudadano Científico. Este modelo nos ofreció criterios específicos para enseñar y evaluar procesos científicos.

Actitudes Científicas

La actitud es un elemento complejo de las personas debido a que comprende una interrelación afectiva, cognoscitiva y conductual compleja (Prieto & Vera, 2008). De igual manera, la actitud es considerada como la disposición de carácter evaluativo que se expresa en respuestas de favorecer o desfavorecer un elemento determinado (Prieto & Vera, 2008). De acuerdo al modelo ABC (“affect, behaviour and cognition”) la actitud se manifiesta cuando se tiene conocimiento de la misma. Para ejercer un valor o actitud consciente, se requiere un previo conocimiento del mismo. A su vez el pensamiento (cognición) genera un juicio valorativo del que media la parte afectiva. A través de determinadas conductas observadas se logra evaluar tal proceder. (En Prieto & Vera, 2008).

Esta conceptualización es adaptada por Gardner en donde define la actitud hacia las ciencias como la disposición de las personas para responder a asuntos relacionados al aprendizaje de la ciencia (Vázquez & Manassero, 1995). Los autores Vázquez y Manassero (1995) identifican como características de las actitudes científicas las siguientes: racionalidad, objetividad, humildad, respeto por la naturaleza y la vida, escepticismo y creatividad. Por su parte, Gardner clasificó en dos categorías las actitudes: actitudes hacia la ciencia y actitudes científicas. Por un lado, las actitudes hacia la ciencia se refieren a los intereses hacia los científicos, sus logros, sus trabajos, los logros de la ciencia en pos de la responsabilidad social y a los contenidos de las disciplinas de la ciencia. Por otro lado, las actitudes científicas se refieren a los intereses que las personas tienen en las investigaciones científicas y cómo esta se lleva a cabo (Vázquez & Manassero, 1995).

La definición propuesta por Gardner en torno a las actitudes hacia las ciencias fue adoptada en la presente evaluación. Estas características valorativas fueron las identificadas por cada uno de los investigadores, las cuales fueron incluidas en el cuestionario. De forma general los diversos proyectos investigativos (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos) tomaron en consideración la responsabilidad social, objetividad, honestidad, interés y compromiso en el quehacer de las investigaciones científicas. Los investigadores de los proyectos mencionados, acordaron que las actitudes a medir por los voluntarios debían dirigirse en torno a la responsabilidad social de usar y preservar cuerpos de agua; honestidad en la búsqueda y análisis de información científica; interés de realizar estudios de cada área de especialidad y creencias en torno a la organización comunitaria como medio para defensa del ambiente. Los reactivos expuestos responden a actitudes de nivel conductual, sin embargo ello conlleva el ejercicio afectivo y cognoscitivo (conocimiento científico) para expresar dicha actitud como una conducta, como es establecido en el Modelo ABC de las actitudes.

Para este proyecto también es necesario precisar los conceptos que avalan la manera particular de evaluar las actitudes científicas, en particular los niveles en que estos se

desarrollan. Para propósito de esta evaluación aplicamos los niveles afectivos propuestos por Benjamin Bloom (1981) para elaborar la escala de actitud que contestaron los voluntarios del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Según Bloom, un proyecto educativo puede desarrollar valores en los educando siguiendo los próximos cinco niveles.

1. Recepción: Es el nivel más bajo y el estudiante presta atención en forma pasiva. Sin este nivel no puede haber aprendizaje.
2. Respuesta: El estudiante participa activamente en el proceso de aprendizaje, no solo atiende a estímulos, el estudiante también reacciona de algún modo.
3. Valoración: El estudiante asigna un valor a un objeto, fenómeno o información.
4. Organización: Los estudiantes pueden agrupar diferentes valores, informaciones e ideas y acomodarlas dentro de su propio esquema; comparando, relacionando y elaborando lo que han aprendido.
5. Caracterización: El estudiante cuenta con un valor particular o creencia que ahora ejerce influencia en su comportamiento de modo que se torna una característica.

Los primeros dos niveles demuestran conciencia cognoscitiva y cierta disposición para apoyar determinado valor. En el tercer nivel el educando asume un rol más activo en la defensa del valor. En los últimos dos niveles el educando lograr cimentar el valor y hacerlo suyo en la vida cotidiana. Para esta evaluación se acordó desarrollar en los voluntarios hasta el tercer nivel de los valores identificados por los investigadores. Se espera que con la base valorativa desarrollada en el proyecto los voluntarios continúen haciendo suyo el valor una vez finalice el mismo. Estos valores se van internalizando una vez se hace suyo sus conceptos básicos.

Se utilizó la conceptualización de actitudes científicas para elaborar reactivos en el cuestionario. Mediante conversación dialógica con los investigadores se precisó el nivel del valor a desarrollar en los voluntarios y los contenidos a ser evaluados.

Sistematización de Modelo de Enseñanza

El proyecto Ciudadano Científico Comunitario se guía por el modelo de Participación Pública en Investigaciones Científicas propuesto por CAISE, es por ello, que dicho programa tiene como innovación realizar una investigación en acción para sistematizar un modelo educativo basado en la educación informal en las ciencias. La sistematización comprende la estructuración y organización racionalizada de conceptos e ideas para lograr una conceptualización de un proceso o experiencia (Ayllón Viaña, 2001). En otras palabras, es un ordenamiento orientado a colocar un sistema donde no existía anteriormente.

La sistematización de un modelo de enseñanza es un proceso complejo que reconoce en sí misma la complejidad de las prácticas educativas. Es por esto que parte de un paradigma construccionista, donde se reconstruyen las ideas y generan nuevos conocimientos y modelos en una totalidad y no así de forma fragmentada (Torres Carrillo, s.f.). Torres Carrillo define la sistematización de modelos educativos como un proceso de

recolección, organización de información, procedimientos de redacción e interpretación, comunicación de resultados concurrente donde ocurren las experiencias educativas y de debates con otros. Esta sistematización es conocida como una modalidad de conocimiento colectivo ya que se parte de las experiencias educativas de los(as) actores/actrices que se construyen y se lleva a cabo una interpretación crítica la cual se conceptualiza para producir modelos y teorías (Torres Carrillo, s.f.).

El proceso de sistematización es uno participativo, pero no implica que todas las personas de un proyecto o experiencia educativa participarán de la sistematización, sino que se organiza una comisión o comité que tomará las decisiones de qué y por qué se sistematiza algo, metodología recopilación de información, procesos de análisis e interpretación y procesos de comunicación de resultados (Torres Carrillo, s.f.). Es importante destacar, que no es un proceso mecánico, sino que requiere en primera instancia de un ejercicio epistemológico para estar consciente de para qué, cómo y para qué se producirán los conocimientos. Dicho proceso, a su vez, es dinámico ya que los actores/actrices involucrados en la experiencia educativa tendrán distintas perspectivas de acuerdo a las experiencias que estén expuestas, por lo que el relato descriptivo de la experiencia estará impactado de dicho dinamismo. Es en esta dinámica fragmentada, que se sistematiza la experiencia, mediante la búsqueda de factores influyentes y relaciones estructurales para conformar un sistema de ideas común (Torres Carrillo, s.f.).

La sistematización de modelo de enseñanza descrito es lo que se conoce en el enfoque cualitativo como el modelo de teoría emergente. Esta es una de las formas de análisis donde lo que se pretende es conceptualizar ideas de forma sistémica. De acuerdo a Lucca Irizarry y Berríos Rivera (2009), este proceso de análisis organiza los eventos, objetos y situaciones de una experiencia en categorías las cuales se codifican. A partir de ello se identifican, desarrollan y establecen relaciones lo que da paso a las explicaciones que conforman la teoría emergente. En este ejercicio se descubren significados a partir de la información que se recopila de los(as) participantes de la investigación. Investigaciones cualitativas con diseños de estudio de caso (y de acuerdo a los objetivos de investigación) pueden emplear el procedimiento antes descrito. Esto se debe a que los estudios de caso son unos que indagan a profundidad sobre un evento o experiencia, se utilizan en asuntos que son poco estudiados y de los que se puede obtener una gran aportación para conocimiento a un campo de estudio. Estos se utilizan en situaciones investigativas de alcance exploratorio. En estos estudios se utilizan como técnica de recopilación de datos la observación, la entrevista y análisis de documentos.

Es claro que la sistematización se retroalimenta de la investigación. Sin embargo, es importante destacar que la sistematización de igual manera se retroalimenta conjuntamente de los procesos de evaluación. De acuerdo a Jara Holliday (2012) la sistematización y la evaluación buscan la elaboración conceptual de la práctica y/o experiencia que está en estudio. De igual modo, ambas hacen una abstracción de las experiencias o prácticas, pero la evaluación cumple principalmente con el fin de medir resultados y la sistematización, la de comprender e interpretar las dinámicas en los procesos, sin embargo el complemento de ambos produce conocimientos sobre temas de educación.

Se reitera como uno de los objetivos principales del proyecto Ciudadano Científico Comunitario es el modelo emergente de enseñanza de educación informal en las ciencias, es por esto en la presente evaluación, se utiliza como guía la concepción del modelo de teoría emergente y el diseño de estudio de caso de la investigación cualitativa. El proyecto que mide y construye el modelo de enseñanza en el mencionado programa, utiliza como técnicas de recopilación de datos las entrevistas, grupos focales, análisis de videos y observaciones participativas. A partir de ello, se tiene un grupo especializado en el análisis e interpretación de los datos, los cuales categorizan y codifican las experiencias de los(as) participantes del proyecto Ciudadano Científico Comunitario.

Conforme a lo antes expuesto, la sistematización del modelo de enseñanza es un componente central del plan de evaluación, al dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿Cuáles serán las características del modelo educativo para el proyecto Ciudadano Científico Comunitario? Desde el inicio del proyecto, el evaluador y el personal de la organización Para la Naturaleza acordaron unos principios claves para conformar el modelo de enseñanza, a saber: educación informal, procesos evaluativos participativos, aprender haciendo, procesos democráticos en la enseñanza y la evaluación, apoyo administrativo, avalúo formativo a través del proceso educativo, participación ciudadana, enseñanza en un ambiente natural y sistematización de la enseñanza.

Son estos principios los que orientaron gran parte de las actividades educativas de Ciudadanos Científicos, incluyendo la evaluación de dichos procesos. La conceptualización de la sistematización de la enseñanza se utilizó como principio rector para evaluar dicho componente. En particular, se elaboró una matriz con el propósito de evaluar el proceso para conformar el modelo. Primeramente, se dio atención a que la sistematización respondiera a los principios antes expuestos y mediante la matriz se analizaron la coherencia de los siguientes tres procesos: objetivos de sistematización propuestos, acciones realizadas para la sistematización y resultados obtenidos.

Proyecto de Investigación

El concepto proyecto de investigación es uno compuesto y cuya explicación representa un todo. Soberal (2006) define como *proyecto* a un conjunto de actividades que deben interrelacionarse, estar organizadas, coordinadas, ser palpables y dirigidas a resolver un problema. Por su parte, una *investigación* consiste en un proceso sistemático y crítico que permite dar respuestas a unas preguntas de investigación por medio de la aplicación de instrumentos y procedimientos que permitan la recopilación e interpretación de datos confiables (Soberal, 2006). El común denominador de ambas definiciones es la búsqueda de una respuesta. El logro de respuestas requiere de una serie de pasos de actividades interrelacionadas coherentemente que permiten la sistematización para la búsqueda de información confiable a preguntas investigativas dirigidas a resolver un problema.

CAISE (2009) entiende los proyectos de investigación de forma similar, ya que para esta organización las investigaciones científicas son una serie de procesos, pasos y actividades. Dicha organización integra dentro del modelo de Participación Pública en Investigaciones Científicas, que los ciudadanos pueden participar e integrarse en la serie

de actividades que conforman las investigaciones científicas. Para ello, establecieron tres categorías para diferenciar el nivel de participación, actividades, pasos y procesos que ejecutan los ciudadanos dentro de las investigaciones, estas son: *Contribuidor*, *Colaborador* y *Cocreador*.

Estos proyectos se caracterizan por trabajar con preguntas científicas u objetivos de aprendizaje que deben ser atendidos mediante la amplia recolección de datos y su análisis durante un largo periodo de tiempo. De igual manera, los proyectos conllevan las siguientes actividades: “definir pregunta de investigación; recopilar información y recursos; desarrollar explicaciones o hipótesis; diseñar metodologías de recopilación de datos; recopilar muestras y/o recopilar datos; analizar muestras; analizar datos; interpretar datos e inferir conclusiones; diseminar conclusiones/ traducir resultados en acción; discutir resultados y realizar nuevas preguntas” (CAISE, 2009, p. 17). Un aspecto que diferencia cada proyecto es el tipo de actividad que ejecutan los ciudadanos y su nivel de integración en la investigación como se discutió en pasadas secciones. Hay que destacar que estos proyectos de investigación deben ser el resultado de aprendizajes de un proceso educativo científico.

En la presente evaluación el concepto de proyecto de investigación comprende aquellas actividades del proceso científico completadas por los voluntarios ciudadanos en la fase de Cocreador en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Es importante resaltar que la fase de Cocreador se concibe como en el modelo de Participación Pública en Investigaciones Científicas de CAISE donde los ciudadanos tienen una participación activa en la ejecución de tareas y actividades del proceso científico. Sin embargo, para efectos de esta evaluación dicho modelo se redujo de nueve a ocho pasos, uniendo la recopilación de muestras y datos, debido a que en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario contiene cinco proyectos de diversas temáticas (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos) y de acuerdo a ella y la metodología a utilizar (cuantitativa y/o cualitativa) será que adquirirán la información para analizar.

Los proyectos realizados por los Cocreadores en colaboración con los investigadores-mentores, contenían los procesos científicos de: formular problema y recopilar información sobre el mismo, presentar hipótesis, elaborar metodología, recopilar información de las muestras y analizar hallazgos, interpretar datos, inferir conclusiones, divulgar las conclusiones, traducir resultados en acciones, formular nuevas preguntas y organizar grupos de trabajo (CAISE, 2009). Además, se incluyeron conceptos destrezas y actitudes específicas por niveles (*Contribuidor*, *Colaborador* y *Cocreador*) elaboradas por los cinco investigadores que se especifican en el cuestionario (ejemplo de destreza: Identificar minerales por medio de estereoscopio y tomar fotografías de los mismos; ejemplo de actitud: Puedo describir cómo usar responsablemente los ríos y conservarlos.)

Investigaciones de Apoyo Evaluativo

Se utilizan varias investigaciones como base para justificar la utilización de nuestros instrumentos de evaluación, la manera en que estos se aplican y como se analizan los datos resultantes. Los siguientes estudios tratan los temas de la construcción del conocimiento científico, la cultura de las ciencias en estudiantes, el impacto de las actividades de ciudadano científico comunitario en el comportamiento de las personas y el rol de las ciencias en la formación ciudadana. Dichos temas son vinculantes a los objetivos del proyecto Ciudadano Científico Comunitario.

La investigación titulada *The Impact of Citizen Science activities on participant behaviour and attitude*, de Megan Jones exploró la exposición de personas en actividades de Ciencia Ciudadana, los cambios en la valorización, sus actitudes, motivaciones y comportamiento respecto al medio ambiente. Además, la investigación dio una explicación cualitativa a estos cambios, según los voluntarios. Los hallazgos de este estudio se resumen en que la mayoría de los voluntarios informaron que su comprensión del ambiente aumentó como resultados de actividades de Ciencia Ciudadana. Otro hallazgo sobresaliente, es que la valorización, actitudes, motivaciones y comportamiento pro ambiente es menos marcados en los voluntarios que están comenzando a integrarse en la Ciencia Ciudadana.

Los resultados se dividieron en aquellos referentes a los voluntarios existentes y los nuevos. Sobre los datos demográficos de los voluntarios existentes, según los resultados indican que la mayoría de los voluntarios, un 55% eran féminas; la mayoría están entre las edades de 26 a 40 años; y el 67% tienen un empleo a tiempo completo. Estos datos son muy similares a los del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Otros hallazgos pertinentes a nuestro estudio son que el 90% de los encuestados indicaron haber escuchado de procesos de Ciencia Ciudadana, y el 68% informó haber sido parte de los mismos. Los sujetos que tuvieron una participación más activa informaron aumentar su entendimiento y cambiar actitudes y comportamientos que los voluntarios menos activos. Algunos de estos cambios lo fue la visión hacia la influencia que tiene el ambiente en el humano, sentimiento de conexión con la naturaleza, aumento en su participación en actividades comunales y en prácticas ambientales, y mejor entendimiento del valor del registro biológico y monitoreo ambiental. Según la investigación, estos cambios han llevado a los voluntarios a tomar más acciones pro ambientales.

Hay que destacar que uno de los pilares del proyecto Ciudadano Científico Comunitario es fomentar un aprendizaje activo entre sus voluntarios. El principio del aprendizaje activo fue una variable medular en nuestro proyecto, en particular lo relacionado al desarrollo de los instrumentos. En cada uno de los instrumentos se daba atención a recopilar información dirigida a conocer el rol activo del voluntariado. La investigación presentada en el párrafo anterior apoya esta variable como componente central en el aprendizaje de las ciencias. Esta y otras investigaciones ofrecieron un referente a considerar al elaborar los instrumentos de evaluación, así como a fundamentar teóricamente la educación constructorista (se aprende haciendo).

El estudio correlacionó las variables de entendimiento y conocimiento obtenido, con las de actitudes y comportamiento. Los resultados apuntaron a que aquellos que obtuvieron conocimiento tenían más probabilidad de aumentar su actitud y comportamiento ambiental, al igual que el uso de sus espacios verdes. Aquellos voluntarios que valoraban sus espacios verdes tenían más probabilidad de tener cambios en su comportamiento ambiental, mientras que aquellos que sentían más motivación por proteger su ambiente, tenían más probabilidad de cambiar su comportamiento ambiental.

Una de las razones por la que el proyecto Ciudadano Científico Comunitario optó por evaluar las actitudes de los voluntarios fue que tal variable incidía notablemente en los aprendizajes de conocimientos y destrezas sobre los procesos de la ciencia. A mayor actitud positiva hacia las ciencias, asociado a un aprendizaje activo, mayor aprendizaje. La actitud, según Piaget, es la energía que orienta la estructura del conocimiento. Por consiguiente, el estudio antes mencionado ofrece una justificación para evaluar el valor hacia las ciencias, como antesala al conocimiento. Hay que destacar que en la evaluación de los cinco proyectos de investigación de Ciudadano Científico se evidenció una correlación entre altos niveles de actitudes positiva hacia las ciencias y altos niveles de conocimiento y destrezas.

Otros hallazgos importantes sobre la sección de voluntarios existentes fueron aquellos sobre los valores de los voluntarios. Algunos de los elementos que se consideran como indicadores de conexión con la naturaleza según el estudio lo es: el disfrute de la naturaleza, empatía por las criaturas, el sentido de unidad con la naturaleza, y el sentido de responsabilidad por el ambiente. Aquellos factores asociados al cambio de comportamiento fueron: conexión con la naturaleza, valorización de los espacios verdes, y motivación ambiental. Por último, una gran mayoría de los voluntarios reportó un aumento en el entendimiento del ambiente en la salud.

Cada uno de los proyectos de investigación del proyecto Ciudadano Científico Comunitarios propuso un conjunto de reactivos en torno a valores relacionados a cambios de comportamientos en su área de estudio (Ej. Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos). En particular, se dio atención a comportamientos ambientales ya que cada uno de los proyectos de investigación generaban valores en la que se correlacionaba su área de estudio con comportamientos ambientales (ej. conservación y uso responsable de los ríos; realizar estudios sobre las descargas contaminadas que afecten a los ríos y otros). Al igual que el estudio anterior, se evaluó la conexión entre la naturaleza y los proyectos de investigación científica. Como antes señalados, fue central en el proceso evaluativo la relación ética hacia la protección de la naturaleza con aprendizajes científicos.

Sobre los voluntarios nuevos, en los datos demográficos se encontró que la mayoría eran hombres, y la mayoría estaba entre las edades de 41 a 65 años. El 39% había escuchado sobre Ciencia Ciudadana. En este caso la mayoría no informó aumento en conocimiento, cambios de actitudes, percepción del impacto humano al ambiente, valorización de los espacios verdes, y motivación a proteger y desarrollar el ambiente. Los mismos indicaron que los responsables por la protección del ambiente deben ser (en el siguiente orden): gobierno y autoridades locales, organizaciones ambientales,

organizaciones locales y comunales, y los individuos. El comportamiento ambiental también permaneció relativamente constante, con inclinación hacia la protección ambiental. Solo un tercio de los voluntarios informó un aumento en los niveles de conexión con la naturaleza luego de participar. Estos hallazgos difieren de nuestro estudio, debido a que aunque los voluntarios con perfiles similares tenían experiencias sobre las ciencias, su participación en el proyecto aumentó sus aprendizajes. Es posible que el énfasis en la participación activa en sus aprendizajes haya sido una variable que incidió en aumento en aprendizajes científicos.

En el estudio anterior se observó la influencia que puede tener los proyectos de Ciencia Ciudadana en el comportamiento, actitudes y conocimiento de ciudadanos comunes hacia el ambiente. Por lo tanto, se convierte en un método pedagógico viable para la protección ambiental. Los resultados de esta investigación son pertinentes para el proyecto Ciudadano Científico Comunitario de Para la Naturaleza debido a que son programas similares en objetivos, aunque puedan haber datos que difieran.

Una segunda investigación de interés a nuestro proyecto de evaluación es el titulado el *Papel de las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y ambiente en la Formación Ciudadana* de Jordi Solbes y Amparo Vilches. La investigación se justifica siguiendo uno de los principios de la Declaración de Budapest (1999), “Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad... a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicaciones de los nuevos conocimientos” (p. 338). El autor complementa lo anterior explicando que: diversos autores coinciden en que se requiere un mayor compromiso desde todos los ámbitos y los diferentes aspectos que constituyen el proceso de enseñanza- aprendizaje en la educación científica para lograr los objetivos de alfabetización científica y tecnológica.

El marco teórico utilizado por esta es investigación nos es muy pertinente, pues es similar a la estrategia que utiliza el proyecto Ciudadano Científico Comunitario para educar en ciencia. Ramsey (1993) “Desde la perspectiva de la responsabilidad social, la formación científica debería dar lugar a alumnos que puedan participar – y de hecho participen- en la resolución de asuntos sociales relacionados con la ciencia. Esto supone que el alumnado esté dispuesto a actuar (porque a su vez es capaz), y pueda hacerlo efectivamente como ciudadano usando los valores y habilidades que proceden tanto de la ciencia como de la democracia”. Esto lo complementan con lo dicho por Hicks y Holden (1995), si los estudiantes han de llegar a ser ciudadanos y ciudadanas responsables, es preciso que les proporcionemos ocasiones para analizar los problemas globales que caracterizan esa situación de emergencia planetaria y considerar las posibles soluciones.

La importancia que tiene este estudio para la evaluación del proyecto Ciudadano Científico Comunitario es que en ambos se establecen lineamientos teóricos similares. En ambos proyectos se valoriza la responsabilidad social como componente central en el aprendizaje. En los cinco proyectos de investigación se propició que se evaluara la responsabilidad ciudadana hacia el medio ambiente para formar un Ciudadano Científico

Comunitario. Esta formación ciudadana era pertinente cuando el aprendizaje acontecía en un ambiente democrático y participativo.

Al igual que en esta investigación, nuestra evaluación parte del supuesto que se puede promover cambios en el medio ambiente, si se tiene las competencias científicas básicas para impulsar cambios ambientales. Por consiguiente, el proceso evaluativo del proyecto Ciudadano Científico Comunitario dio gran atención a los valores democráticos, responsabilidad social y acción ciudadana como ejes medulares en el aprendizaje científico. Antes de iniciar el proceso evaluativo, el evaluador y los cinco investigadores seleccionaron el conjunto de valores, destrezas y conocimientos a enseñar y luego evaluar. Desde el inicio del proyecto, el proceso evaluativo estuvo vinculado al componente curricular para asegurar evaluar asuntos reconocidos en el campo de las ciencias informales importantes al formar ciudadanos científicos.

Para recopilar la información se utilizaron cuestionarios abiertos, y se le realizaron entrevistas a profesores y estudiantes voluntarios de la Comunidad Valenciana (Ramsey, 1993). Los resultados del estudio se resumen en que los estudiantes tienen desconocimiento de las relaciones de la ciencia y la tecnología con el medio natural y social. Por esto los autores concluyen que los aspectos de la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente no son tenidos en cuenta en la enseñanza de las ciencias. El estudio concluye que las siguientes prácticas son imprescindibles para la formación de ciudadanos en el campo de las ciencias: reflexionar y analizar con profundidad las repercusiones de la ciencia y la tecnología en la sociedad, evaluar y argumentar en torno a los problemas, considerar el «principio de precaución» al estudiar una situación y comprender la importancia de nuestras acciones individuales (Solbes & Vilches, 2004). El estudio recomienda adquirir una visión adecuada de los problemas de la humanidad, conocer y saber valorar ejemplos de responsabilidad social de científicos y técnicos, así como comprender las implicaciones sociales de la ciencia, la tecnología y sus repercusiones en todos los ámbitos.

El componente tecnológico es de gran prioridad en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Desde el inicio del proyecto, el evaluador y los investigadores acordaron identificar aquellos medios tecnológicos que los voluntarios debían aprender, así como evaluarse (ej. análisis de la composición de sedimento mediante prueba de HCI; uso de cinta métrica, refractómetro, sistema de posición global (GPS); uso de bases de datos; análisis de muestras de agua y utilizar equipo para medir temperatura, pH, oxígeno). El proyecto Ciudadano Científico Comunitario contempló desde sus inicios el impacto de estos medios tecnológicos en el aprendizaje de las ciencias, así como el uso responsable de los mismos como ciudadanos científicos. El estudio de Solbes & Vilches (2004), valida el esfuerzo del proyecto Ciudadano Científico Comunitario por integrar la competencia tecnológica en el currículo de una educación informal y por ende su evaluación.

Si bien la tecnología es un componente importante en la formación ciudadana, esta tiene igual importancia al comunicar a la comunidad en general los resultados de las investigaciones en pro del medio ambiente. El proyecto evaluativo contempló el uso de

diversos medios tecnológicos (ej. uso de página Web, radio, video y otros) para dar a conocer los proyectos de investigación realizados en compañía de los investigadores. Al igual que el estudio de Solbes y Vilches (2004) se reconoce la importancia y función de la tecnología para formar ciudadanos y orientar a la comunidad resultados de la investigación.

Los dos estudios antes mencionados presentan hallazgos que fundamentan y dan dirección a algunas de las variables objetos de evaluación en este informe. Los estudios dan respuestas a las primeras tres y quinta preguntas evaluativas (Ver p. 9). Los hallazgos de estos dos estudios fundamentan la estrategia utilizada en el proyecto de evaluación, en particular, iniciar el proceso evaluativo a partir del diseño curricular; considerar conjunto de conocimientos, destrezas y valores reconocidas importantes en las investigaciones como ejes centrales en el currículo y la evaluación.

Síntesis

En el capítulo de marco teórico se presentaron un conjunto de teorías, conceptos e investigaciones que son puntos referentes al plan, diseño e implementación del proceso evaluativo del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Primeramente, se analizaron los siguientes conceptos con sus implicaciones teóricas para la evaluación: educación informal en ciencia, conocimiento científico, conocimiento declarativo y procesal, taxonomía del conocimiento, *assessment* y evaluación, comunicación científica, cocreación de proyectos científicos, actitudes científicas, sistematización de un modelo de enseñanza y proyectos de investigación. Estos conceptos y variables fueron derivados de los objetivos y preguntas del proceso evaluativo. Conforme a estos conceptos, se elaboró la conceptualización y el proceso operativo de los instrumentos evaluativos.

Una segunda fuente de validación conceptual del proceso evaluativo fue el análisis de investigaciones que trataban asuntos relacionados a algunas variables del proceso evaluativo. Estas investigaciones establecieron lineamientos operativos de qué factores considerar al elaborar instrumentos evaluativos para el proyecto Ciudadano Científico Comunitario y fueron puntos de referencias para el lineamiento evaluativo que habíamos realizado.

En el próximo capítulo se analiza la metodología utilizada en la evaluación del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Se analiza el diseño evaluativo, las definiciones conceptuales y operacionales, los sujetos voluntarios del proceso evaluativo y el análisis de los instrumentos del plan de evaluación.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA EVALUATIVA

Introducción

Este capítulo tiene el propósito de presentar la metodología evaluativa utilizada para dar respuestas a las preguntas y objetivos del plan de evaluación del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. El capítulo se organiza en torno a los siguientes componentes: diseño, sujetos e instrumentos.

Diseño

Esta evaluación aplica un diseño mixto, no experimental con alcances descriptivo y longitudinal en un ambiente natural para dar respuestas al siguiente problema de evaluación: *¿La enseñanza informal de ciencias (ISE) promueve conocimientos, destrezas, actitudes y comportamientos que lleve a sujetos a convertirse en ciudadanos científicos Cocreadores?* De este problema inicial (interrogante) se infirieron seis sub preguntas alineadas a los objetivos del proyecto evaluativo de Ciudadano Científico Comunitario. De las preguntas y objetivos se infirieron, a su vez, las variables a evaluar con su respectivo diseño (Ver Tabla 1). Las variables de las preguntas 1, 2 y 5 se observaron en varios momentos (X---X) con el propósito de comparar cambios en el aprendizaje a través del tiempo. Aunque las variables 3, 4 y 6 se observaron en varios momentos, su propósito principal fue observar resultados finales (X).

Esta evaluación aplica de manera sistemática los procedimientos de la investigación social para juzgar los aprendizajes de los voluntarios del proyecto Ciudadano Científico Comunitario (Freeman & Rossi, 1993; Hernández y otros, 2010). El diseño es uno mixto dado que integra medidas cuantitativas y cualitativas con propósitos sumativos y formativos (Frechtling y otros, NSF, 2010). Se integran en el diseño la evaluación de impacto al elaborar estrategias para valorar el logro de objetivos de aprendizaje (Tyler, 1991; Bloom, 1975) y se consideran efectos colaterales asociados al logro de objetivos (Verdung, 1997). Dado que el proyecto de Ciudadano Científico Comunitario se fundamenta en la educación no tradicional e informal para promover aprendizajes, se utilizan estrategias de evaluación participativa (Guba & Lincoln, 1989). La evaluación cuantitativa y cualitativa tiene varios propósitos, a saber: evidenciar logro de objetivos de aprendizaje¹ y presentar recomendaciones para la toma de decisión en programas educativos futuros.

¹ Aunque el enfoque principal de la evaluación fue evidenciar logros en el aprendizaje, se integró en la estrategia la evaluación del componente modelo de enseñanza. Esta última evaluación se limitó a evidenciar la secuencia seguida (formativa) para conformar el modelo de enseñanza (sumativa).

Tabla 1

Problema, interrogantes, objetivos, variables y diseño de áreas del plan de evaluación

Interrogantes	Objetivos a evaluar	Variables y diseño
¿La enseñanza informal de ciencias (ISE) promueve conocimientos, destrezas, actitudes y comportamientos que lleve a sujetos a convertirse en ciudadanos científicos Cocreadores?		
1. ¿Cuáles son los conocimientos que debe demostrar un participante que aspira ser ciudadano científico?	Demostrar conocimiento sobre los conceptos, métodos y procesos de la investigación científica en el estudio de los ecosistemas.	Conocimiento científico GO X ₁
2. ¿Cuáles destrezas deben demostrar los voluntarios del proyecto para convertirse en ciudadano científico?	Aplicar técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en las siguientes áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos.	Aplicar destrezas de investigación GO X ₂
3. ¿Cuáles prácticas deben utilizar los voluntarios del proyecto para comunicar los resultados de su quehacer científico?	Comunicar a través de diversos medios los hallazgos de investigación en cada una de las áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos.	Comunicación científica GO X ₃
4. ¿Cuáles proyectos pueden elaborar los voluntarios del proyecto para representar a un ciudadano científico al finalizar el proyecto?	Co-crear proyectos científicos en coordinación con los investigadores en cada una de las áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos.	Co crear proyecto científico GO X ₄
5. ¿Cuáles actitudes demuestran los participante en las diversas fases del proyecto?	Demostrar actitud de interesarse por analizar los efectos del urbanismo en la diversidad de especies y la dinámica comunitaria circundante a la cuenca del Río Grande de Manatí.	Actitud científica GO X ₅
6. ¿Cuáles serán las características del modelo educativo para el proyecto Ciudadano Científico?	Sistematizar un modelo educativo para el proyecto Ciudadano Científico	Sistematización de modelo de enseñanza GO X ₆

Definiciones Conceptuales y Operacionales

Las definiciones conceptuales y operacionales en una evaluación programática representan los referentes de términos que tienen un mismo significado para el lector y que se usan de una manera particular en el proceso evaluativo. Además, estas definiciones establecen criterios para observar y medir las variables evaluativas

(Hernández, 2010; Frechtling y otros, NSF 2010). Aunque las variables objeto de evaluación son analizadas en el marco teórico del informe, aquí se presentan de manera sucinta para dar un punto de referencia al lector. A continuación se presentan las definiciones de las seis variables del diseño evaluativo:

1. **Conocimiento científico:** es la manifestación de conocimiento declarativo (comprender ideas) sobre temas específicos científicos, conceptos, métodos o información científica específica de los proyectos de investigación de las siguientes investigaciones del proyecto Ciudadano Científico Comunitario: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. El conocimiento declarativo conlleva comprender el proceso de la ciencia, así como los conceptos propuestos en cada uno de los proyectos científicos (ej. relación entre plantas y animales, significado de humedales, ecosistemas, comunidad biológica, cuenca, biodiversidad, organismo del río, especies de camarones, arqueología ambiental, materiales arqueológicos, principios éticos de la arqueología, Murciélagos, fragmentación de hábitat, mitos del vampiro, playa, sedimentología y otras). El conocimiento declarativo hace referencia a memorizar conceptos, métodos, procesos vinculados al proceso de la ciencia (Tennyson, 1986; Kurfiss, 1988; Bloom, 1988). El conocimiento científico se operacionalizó en reactivos específicos conforme a lo establecido por cada investigador y se utilizó la escala para precisar el nivel de aplicación (Ver Cuestionarios en Apéndice 1). La variable de conocimiento científico se mide mediante una escala Likert de cinco niveles (Gran dominio, Buen dominio, Dominio, Parcial dominio y poco dominio).
2. **Aplicar destrezas de investigación:** se refiere a la manifestación del conocimiento procesal (como hacer cosas a partir de lo que se conoce) en la investigación científica (formular problemas, aplicar técnicas para recopilar información, analizar información, anotar observaciones, y otras), así como el uso de diversos medios científicos para la investigación (utilizar los siguientes instrumentos: GPS, cinta métrica, lupa de campo, construir transectos, uso de redes, utilizar equipo para medir temperatura, uso de refractómetro). Estas destrezas están identificadas por investigaciones (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos). La variable se mide mediante una escala Likert de cinco niveles (Gran dominio, Buen dominio, Dominio, Parcial dominio y Poco dominio). La aplicación de destrezas de investigación se operacionalizó en destrezas específicas conforme a lo establecido por cada investigador y se utilizó la escala para precisar el nivel de aplicación (Ver Cuestionario en Apéndice 1).
3. **Comunicación científica:** Se refiere al proceso de diseminación, difusión y divulgación de conocimiento científico. La diseminación científica atañe al proceso de comunicación de conocimiento científico entre pares a través de diversos medios (ej. publicaciones, congresos y otros). La difusión hace referencia a la comunicación de información científica a una audiencia educada, pero no necesariamente experta en el tema y el lenguaje utilizado es menos especializado. Finalmente, la divulgación científica va dirigida al público en general y el lenguaje utilizado es sencillo comprensible para miembros de la

comunidad o la población en general (Sempere & Rey, 2007). La comunicación científica se medirá y observará mediante una Hoja de cotejo (Ver Hoja de Cotejo en Apéndice 2) que contiene ocho medios de comunicación y objetivos por cada medio utilizado. Mediante el análisis de los objetivos de las actividades se establece si la comunicación fue de diseminación, difusión o divulgación.

4. Cocrear proyecto científico: El Cocreador es uno de tres componentes de participación ciudadana en la investigación científica. El primer componente del modelo Caise (2009) es el de Contribuidor los ciudadanos participan con el investigador recopilando datos. El segundo componente del modelo es el Colaborador, los ciudadanos ayudan a recopilar datos, colabora en el diseño del estudio, analiza datos y comunica hallazgos a la comunidad en general. Finalmente, la última categoría es la del ciudadano Cocreador en la que participa como miembro del equipo de investigadores y participa activamente en la mayoría o todos los pasos del proceso científico. Se espera que demuestre comportamientos relacionado a un investigador científico. (Caise, 2009, p. 17). Para propósito de esta evaluación se identificaron 19 ciudadanos Cocreadores en las cinco investigaciones (Ver Apéndice 3).
5. Actitud: son las disposiciones, tendencias o inclinaciones a responder hacia todos los elementos (acciones, personas, situaciones o ideas) implicados en el aprendizaje de las ciencias (Gardner, 1975). Para propósito de esta evaluación se consideraron las siguientes actitudes científicas: responsabilidad social, objetividad y honestidad al recopilar información e interés por la investigación. Estas actitudes hacen referencia al compromiso respecto a los recursos y el medio ambiente y al interés por las ciencias. Se elaboró una escala Likert de cuatro niveles (Bien alta, Alta, Regular y Poca) con cinco reactivos adaptados a cada investigación para medir la variable actitud y/o comportamiento científico (Ver escala de actitud en cuestionario, Apéndice 1).
6. Sistematización del modelo de enseñanza: es el estudio de caso del modelo emergente utilizado en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario en la cuenca hidrográfica del Río Grande de Manatí, Puerto Rico. Como resultado de esta investigación se presentará un modelo de enseñanza para ciudadanos científicos, basado en la educación informal (ISE).
7. Proyectos de investigación: solo aplica a los trabajos realizados por los Cocreadores del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Su significado implica realizar investigación con la colaboración del investigador. Esta investigación debe contener de manera parcial o total el siguiente proceso científico: formular problema y recopilar información sobre el mismo, presentar hipótesis, elaborar metodología, recopilar información de las muestras y analizar hallazgos, interpretar datos, inferir conclusiones, divulgar las conclusiones, traducir resultados en acciones, formular nuevas preguntas y organizar grupos de trabajo (Caise, 2009). Además, puede incluir conceptos destrezas, actitudes

específicas por niveles (*Contribuidor, Colaborador y Cocreador*) elaboradas por los cinco investigadores (Ver marco general de aprendizajes Apéndice 4).

8. Cuenca del Río Grande de Manatí: la cuenca del Río Grande de Manatí se localiza en la zona rural de varios municipios del norte centro de la Isla. Las cinco investigaciones realizada en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario se localizaron en los municipios de Barceloneta, Ciales, Florida y Manatí de dicha zona geográfica (Ver mapa que sigue - The Conservation Trust of Puerto Rico, 2011).

Figura 1

Zona geográfica de la cuenca del Río Grande de Manatí



9. Proyecto Ciudadano Científico Comunitario: se refiere a la propuesta titulada "Practice and evaluation of informal science education: assessing the effects of urban expansion on the Río Grande of Manatí Watershed" aprobada por el programa NSF al Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico Recursos en el 2012. Es un proyecto a tres años dirigido a promover aprendizaje de ciudadanía científica en seis áreas de investigación: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos y Enseñanza. El proyecto se organizó en cuatro etapas: Plan y diseño (octubre 2012 a marzo de 2013), Contribuidor (abril de 2013 a enero de 2014), Colaborador (febrero de 2014 a septiembre de 2014), Cocreador (octubre de 2014 a septiembre de 2015). El proyecto tiene los siguientes objetivos: a. Estudiar la eficacia en la aplicación de prácticas de educación informal en ciencias (ISE) y b. Aumentar la participación y formación de ciudadanos científicos de hispanos (puertorriqueños). Como resultado del proceso formativo, los voluntarios de dicho proyecto deben participar en actividades que los lleven a contribuir, colaborar y crear proyectos de investigación en la ciencia. Se espera que los ciudadanos científicos puedan contribuir a lidiar con los efectos de la expansión urbana en la cuenca del Río Grande de Manatí mediante competencias adquiridas en los cinco proyectos de investigación. Como parte de este esfuerzo, se integra una sexta investigación orientada a elaborar un modelo de educación informal.

Sujetos

La unidad de análisis seleccionada para el proceso evaluativo consistió de los voluntarios de las actividades organizadas por los investigadores de los siguientes temas

de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. Si bien el foco de atención de los sujetos de la evaluación fueron los Cocreadores, se tomó en consideración los Colaboradores y los contribuidores. Además, se integró en el proceso evaluativo el proceso y resultado de las tareas realizadas por el componente de modelo educativo.

Se seleccionó la totalidad de los voluntarios que asistieron a la actividad para administrarle cuestionarios, autoevaluaciones y observaciones partícipes (fase de contribuidor). Además, se seleccionaron los voluntarios considerados Colaboradores y Cocreadores en las dos fases finales del proyecto para proveer información variada mediante los siguientes instrumentos: cuestionarios, autoevaluaciones, observaciones partícipe, hoja de cotejo, grupo focalizado, rúbrica. Finalmente, se integró las aportaciones del investigador de modelo educativo en el proceso evaluativo.

Primeramente, se analiza el perfil sociodemográfico de todos los sujetos que participaron en las actividades de las cinco investigaciones y luego se analiza el perfil de los voluntarios agrupados en las categorías de Colaboradores y Cocreadores. Hubo una participación de 1,337 sujetos en las cinco investigaciones (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos).² De este total, 548 (59%) eran masculinos y 789 (41%) femeninas (Ver tabla que sigue). La participación de sujetos por edad fue diversa (menores, jóvenes, jóvenes adultos y adultos). El por ciento mayor de voluntarios (56%) se agrupó en las categorías de jóvenes (14 a 18 años) y jóvenes adultos (19-28 años).

El perfil de la población general de los voluntarios del proyecto en las áreas de género y edad es relativamente similar al perfil de los Cocreadores seleccionados por el proyecto Ciudadano Científico Comunitario. La diferencia porcentual de la distribución de edad entre la población y los Cocreadores es mínima (1%). De igual manera, la diferencia porcentual de la distribución por edad es relativamente parecida. La distribución promedio de la población general fue de 56% y la de los Cocreadores fue de 52%. En ambos grupos, la mayoría de los voluntarios tienen edad que fluctúa entre 14 a 28 años. Hay un por ciento más alto de personas de sobre 44 años en el grupo de Cocreadores (32%), al compararlos con la población general (Ver Tabla 3).

Tabla 2

Género de los voluntarios del proyecto y los identificados como Cocreadores

Sujetos	Masculino		Femenino	
	f	%	f	%
Participación total (N=1,337)	548	59	789	41
Cocreadores (n=19)	11	58	8	42

² Según datos recopilados por la organización Para la Naturaleza, se realizaron 600 actividades, con una participación de 2,322 sujetos y 1,106 con cierta recurrencia (Govender, 2015). Los 1,337 voluntarios que hacemos referencias son aquellos que se les administró cuestionario por vez primera.

Tabla 3

Edad de los voluntarios de la población general y la de Cocreadores

Edad	Voluntarios N = 1125		Cocreador n=19	
	f	%	f	%
1 a 13 años	51	5	2	11
14 a 18	178	16	4	21
19 a 23	322	29	1	5
24 a 28	129	11	5	26
29 a 33	62	6	0	0
34 a 38	64	6	0	0
39 a 43	77	7	1	5
Más de 44	242	22	6	32

Logística del Proceso Evaluativo

Se utilizó la triangulación de información a través de una diversidad de medios cuantitativos (cuestionario, rúbrica y hoja de cotejo) y cualitativos (análisis de tareas, grupo focal y observación partícipe) (Campbell & Stanley, 1963; Denzin, 2000 & Creswell, 1998). Los instrumentos se alinean a variables de los objetivos generales del proyecto. Estos instrumentos se administraron a través de las fases del proyecto (*Contribuidor, Colaborador y Cocreador*) con propósito formativo y sumativo, según se representa en la tabla que sigue:

Tabla 4

Relación entre instrumentos administrados en las diversas fases evaluativas, las variables y objetivos generales del proyecto

Objetivos generales	Variables	Instrumentos		
		Contri: Fase I	Cola: Fase II	Co crea: Fase III
1. Demostrar conocimiento sobre los conceptos, métodos y procesos de la investigación científica en el estudio de los ecosistemas.	Conocimiento científico	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario <ul style="list-style-type: none"> ○ Antes • Autoevaluación de voluntarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Autoevaluación de voluntarios • Obs. partícipe 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario: <ul style="list-style-type: none"> ○ Después • Autoevaluación de voluntarios
2. Aplicar técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en las siguientes áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos.	Aplicar destrezas de investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Obs. partícipe 		<ul style="list-style-type: none"> • Obs. partícipe
3. Demostrar actitud de interés por analizar los efectos del urbanismo en el ecosistema (diversidad de especies y la dinámica comunitaria) circundante a la cuenca del Río Grande de Manatí.	Actitud	<ul style="list-style-type: none"> • Escala actitud: <ul style="list-style-type: none"> ○ Antes ○ Recibir 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo focal 	<ul style="list-style-type: none"> • Escala actitud: <ul style="list-style-type: none"> ○ Después • Grupo focal

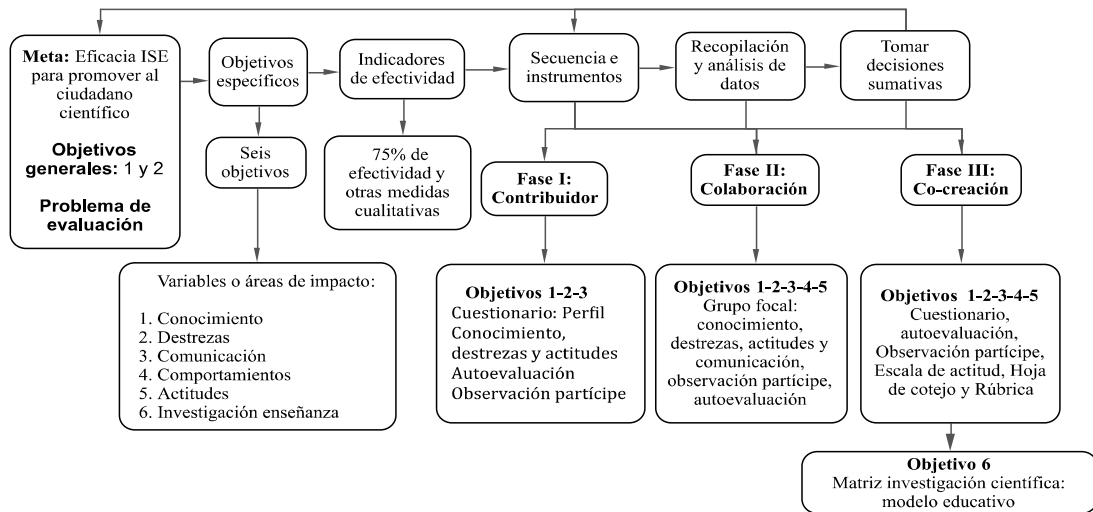
Objetivos generales	Variables	Instrumentos		
		Contri: Fase I	Cola: Fase II	Co crea: Fase III
4. Comunicar a través de diversos medios los hallazgos del análisis de los hallazgos en cada una de las áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos.	Comunicación	• No aplica	No aplica	• Hoja de cotejo
5. Co-crear proyectos científicos en coordinación con los investigadores en cada una de las áreas de: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos.	Comportamiento	• No aplica	• Rúbrica ○ Antes ○ Grupo focal	• Rúbrica ○ Después • Grupo focal
6. Sistematizar un modelo educativo para el proyecto Ciudadano Científico.	Enseñanza	• No aplica	• Matriz de objetivos	• Matriz de objetivos

Plan Lógico para Administrar Instrumentos

Una de las tareas del plan evaluativo fue someter informes evaluativos a los investigadores para que reflexionaran sobre los aprendizajes que estaban demostrando los voluntarios que participaban en sus actividades educativas (Ver modelos de informes evaluativos en Apéndice 5). Este diseño concibió la evaluación formativa en las fases del proyecto para asegurar el progreso del proceso de enseñanza-aprendizaje (Wiggins, 1998; Estremera, 2001), según se presenta en la figura que sigue:

Figura 2

Modelo lógico de assessment del aprendizaje



El diseño estableció como variable medular proveer rápida información a cada investigador del proceso evaluativo para que este la integrara a sus prácticas educativas. Por acuerdo con los investigadores, se estableció un 75% de efectividad en los indicadores de aprendizaje. Conforme al diseño y el modelo lógico evaluativo se elaboró un plan de *assessment* del aprendizaje que contiene objetivos, áreas de impacto

(variables) y fases en que se administrarán la diversidad de instrumentos que se elaboró en coordinación con los investigadores. Conforme al modelo se tomaron decisiones durante el proceso y al final del proyecto (Ver Tabla 4 y Figura 2).

Instrumentos

Esta sección se inicia con un análisis general de la estrategia utilizada previa a la construcción de los instrumentos con el propósito de dar al lector una visión contextualizada de la estrategia evaluativa. Luego se analizan cada uno de los instrumentos elaborados para recopilar información cuantitativa (cuestionario, rúbrica y hoja de cotejo) y cualitativa (análisis de tareas, grupo focal y observación participante) del proceso evaluativo. Se describe cada uno de los instrumentos y a qué objetivo da respuesta. Luego se da explicación de cómo los instrumentos fueron construidos y validados. Finalmente, se explica como estos medios fueron administrados a través de las tres fases del proceso evaluativo, así como las modificaciones implementadas fueron resultado de cambios en el periodo de formación de los contribuidores, Colaboradores y Cocreadores.

Estrategia General Previa al Diseño de los Instrumentos

Previo al desarrollo de los instrumentos para recopilar información se construyó con los investigadores del proyecto la estructura conceptual y operativa que dio dirección a la elaboración de los instrumentos del proyecto. Estas gestiones se organizaron en las siguientes cuatro fases: 1. Visualización de los proyectos de investigación, 2. Conceptuación del proyecto evaluativo, 3. Operacionalización de los proyectos y 4. Diseño de los instrumentos. Se analiza cada una de estas fases para ubicar al lector en el contexto en que los instrumentos fueron elaborados.

Fase I: Visualización del Proyecto

Finalizando el 2011 nos reunimos con cada uno de los investigadores para explorar los temas centrales de sus estudios, así como su estrategia de enseñanza para formar ciudadanos científicos. Además, se realizaron varias reuniones con la Profa. María Vilches para cuajar el concepto del modelo de investigación y evaluación. Como resultado de este diálogo evaluador-investigador se preparó un plan de assessment preliminar para ser incluido en la propuesta que fue sometida a NSF.

Fase II: Conceptuación del Proyecto

Una vez aprobada la propuesta nos volvimos a reunir con cada uno de los investigadores para asegurar si se mantenían o no los objetivos iniciales. En términos generales, hubo cambios en los proyectos, en particular se precisaron más los conceptos, destrezas y actitudes a fomentar en las investigaciones. En la reunión con cada uno de los investigadores se analizó una tabla titulada: Instrumento de exploración de conceptos, metodologías y actitudes por nivel de formación del ciudadano científico comunitario. La tabla estaba organizada en tres columnas que representaban los tres niveles de desarrollo

del ciudadano científico comunitario. Los investigadores debían dar respuesta a las preguntas formuladas para cada nivel de desarrollo del ciudadano científico comunitario (*Contribuidor, Colaborador y Cocreador*). En esta descripción debían considerar los siguientes conceptos medulares del proyecto ISE: conocimiento científico e investigación, comunicación y trabajo comunitario. Se analizó la información provista por cada investigador. Este proceso fue clave para comprender los conceptos, metodologías y enfoques de los investigadores (Ver modelo para conceptualizar el proyecto y el marco general de aprendizajes en Apéndice 4).

Fase III: Operacionalización de los Proyectos

Con la información provista se elaboró un plan operacional correlacionando los objetivos con conceptos, destrezas, actitudes, comunicación y comportamientos científicos. Cada una de las áreas temáticas se organizaron conforme a los siguientes niveles: *Contribuidor, Colaborador y Cocreador*. Esta información fue validada con los investigadores y una vez ellos aprobaron el plan operacional, se procedió con el plan de assessment e identificación de los instrumentos para recopilar información (Ver Tabla 2). Se dio seguimiento sistemático para que los investigadores clarificaran el marco conceptual y operativo de las investigaciones para elaborar el plan de assessment (Ver actas de seguimiento en Apéndice 6).

Fase IV: Diseño de Instrumentos y Validación

Finalmente, se elaboraron los medios para recopilar información a ser administrados en diversos momentos de manera diferenciada. Los instrumentos se distribuyeron en diversos tiempos, cumplen propósitos formativos-sumativos y están alineados a objetivos de aprendizaje (Ver Tabla 5). El cuestionario, rúbrica, hoja de cotejo y autoevaluación fueron elaborados entre enero a marzo de 2013. Entre los meses de mayo a junio de 2013 se elaboraron los otros instrumentos: observación partícipe y el grupo focalizado. Cada uno de estos instrumentos fueron validados y fueron autorizados a ser administrados por el IRB. Se elaboró una guía para administrar, recopilar y analizar datos con el propósito de operacionalizar el plan de assessment (Ver Guía en Apéndice 7). A continuación se explica cada uno de los instrumentos a partir de: criterios de aprendizajes que son objeto de evaluación, el procedimiento para administrar el instrumento y el periodo de tiempo para someter informes con carácter formativo y sumativo.

Tabla 5

Construcción de instrumentos durante los meses de enero a marzo de 2013

Objetivos específicos de los proyectos	Calendario para crear instrumentos		
	enero	febrero	marzo
1. Comprender conocimiento básico sobre los principios, conceptos, proceso científico y técnicas de investigación científica utilizada en el estudio de (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos).	Pre pruebas de dominio		Post pruebas de dominio
2. Aplicar técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en las siguientes áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. (Destrezas)	Pre pruebas de dominio		Pre pruebas de dominio
3. Comunicar a través de diversos medios los hallazgos de investigación en cada una de las áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. (Comunicación)			Hoja de cotejo
4. Co crear proyectos científicos en coordinación con los investigadores en cada una de las áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. (Comportamiento)	Escala	Rúbrica	Rúbrica Lista de investigaciones
5. Demostrar actitud de interés por analizar los efectos del urbanismo en el ecosistema (diversidad de especies y la dinámica comunitaria) circundante a la cuenca del Río Grande de Manatí. (Actitud)			Escala
6. Evaluar la relación entre los objetivos propuestos por el proyecto de sistematización del modelo educativo para la formación de ciudadanos científicos, las actividades realizadas y el resultado.		Matriz de objetivos	Matriz de objetivos

Se hicieron modificaciones al plan original. El análisis de hallazgos de los datos recopilados mediante el cuestionario se modificó a dos tiempos para concentrar esfuerzos en los Colaboradores y Cocreadores. La hoja de cotejo se había planificado en dos tiempos y se delimitó al final del proyecto ya que la mayoría de los proyectos de comunicación comenzaron a darse de diciembre de 2014 en adelante y se acordó que el énfasis debía ser en resultados finales. La planificación del tiempo en que serían administrados los instrumentos cambiaron. El hecho que cada investigación iba en tiempos diversos, limitó administrar los mismos en el tiempo planificado. El tiempo en que se iban formando los Colaboradores y Cocreadores varió entre los cinco proyectos de investigación, por lo que la administración de los instrumentos tuvo que modificarse conforme a tal variación.

Cuestionario y Escala Likert

Descripción y Justificación

El cuestionario tiene el propósito de recopilar información de los voluntarios del proyecto Ciudadano Científico Comunitario en torno a su experiencia con los procesos de la ciencia en su quehacer cotidiano, así como los aprendizajes obtenidos en las actividades de los proyectos científicos. La selección de los reactivos está organizado en las siguientes categorías: perfil, conocimiento, destrezas y actitudes científicas, proceso científico y ciudadanía científica y preguntas generales en torno a motivaciones y expectativas en tono al proyecto Ciudadano Científico Comunitario (Ver cuestionario en Apéndice 1). Los reactivos del 1 al 2 representan variables contextuales que pueden incidir en el aprendizaje de los voluntarios. En la segunda parte se representan indicadores de aprendizajes según concebidos por los investigadores. Los mismos están organizados en conocimientos, destrezas y valores. Para evaluar los valores se utilizó una escala Likert que se integró en el cuestionario. Se le preguntó a los voluntarios ¿Cuánto valoraban las afirmaciones presentadas en la escala? La escala tiene los siguientes niveles: Bien alta, Alta, Regular y Poca. La cantidad de reactivos varía entre los proyectos de investigación, a saber:

1. Arqueología ambiental: 12 reactivos
2. Aves y Plantas: 12 reactivos
3. Costas y Playas: 14 reactivos
4. Crustáceos: 13 reactivos
5. Murciélagos: 10 reactivos

La tercera parte del instrumento tiene el propósito de explorar el nivel de información que considera tener los voluntarios en torno al método científico. En la columna izquierda del instrumento se presentan los temas del proceso científico y en las columnas del lado derecho de la tabla se presentan los niveles de información que se tiene en cada uno de los temas. La última columna se le da opción al participante de no contestar. Esta sección contiene 8 reactivos.

Una segunda sección de la tercera parte del cuestionario contiene 8 reactivos y los mismos hacen referencia a los procesos de la ciencia. A través de estos reactivos se interesa conocer si los voluntarios que están en cada una de las fases (Contribuidor, Colaborador y Cocreador) comprenden los pasos del proceso de la ciencia que competen al nivel. Se espera que el ciudadano científico comunitario (Contribuidor, Colaborador y Cocreador) demuestre dominio sobre determinados procesos de la ciencia en cada nivel, según concebido por el *Inquiry Group Report en julio de 2009*. A continuación se presenta los procesos que deben dominar los voluntarios conforme a su nivel de ciudadanía científica:

Tabla 6

Proceso científico alineado conforme a los niveles de ciudadanía científica

Proceso científico	Contribuidor	Colaborador	Cocreador
1. Formular problemas de investigación sobre asuntos ambientales de la comunidad.			X
2. Analizar información sobre el problema de investigación y de sus manifestaciones.			X
3. Presentar hipótesis de trabajo que den respuestas preliminares al problema de investigación.			X
4. Elaborar metodología para recopilar información sobre las hipótesis de trabajo.		X	X
5. Recopilar, registrar y analizar información en torno a las hipótesis o preguntas que dan respuestas al problema de investigación.	X	X	X
6. Inferir conclusiones que den respuestas al problema de investigación y solucionen el problema ambiental en la comunidad.		X	X
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	X	X	X
8. Discutir resultados con otros y formular nuevas preguntas.		X	X

Finalmente, en la cuarta parte del instrumento, que fue administrado inicialmente, se tenía el propósito de explorar las razones por las que se registró en el proyecto y la pregunta varió en la que se administró en la fase final del proyecto y dice: ¿Qué cualidades crees haber desarrollado en el proyecto que representa a un ciudadano científico?

Los reactivos del cuestionario dan respuesta a los siguientes objetivos evaluativos: 1. Demostrar conocimiento sobre los conceptos, métodos y procesos de la investigación científica en el estudio de los ecosistemas. 2. Aplicar técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en las siguientes áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. Mediante este cuestionario se recopiló información de conocimientos y destrezas que tenían los voluntarios antes de iniciar en el proyecto y luego se administró al finalizar el proyecto con el propósito de observar cambios en el aprendizaje.

Procedimiento para Diseñar Instrumento

El cuestionario se construyó entre enero y marzo de 2013 en coordinación directa con cada uno de los investigadores y conforme a la literatura relacionada con la formación de ciudadanos científicos (Caise, 2009; Frechtling, 2010, Sempere & Rocha, 2007). Se realizaron reuniones con los investigadores para que identificaran conceptos, destrezas y actitudes relacionadas con sus respectivos proyectos. Como resultado de estas reuniones se construyeron reactivos en las diversas partes del instrumento.

El cuestionario fue validado con los mismos investigadores y con jóvenes universitarios para asegurar sustantividad en los reactivos del instrumento y claridad en el lenguaje. Se modificaron instrucciones, lenguaje conceptual y cantidad de reactivos. El primer cuestionario contenía 92 reactivos (Ver primer borrador cuestionario en Apéndice 8), el segundo se redujo a 68 reactivos (Ver segundo borrador del cuestionario en Apéndice 9) y el último constó entre 27 a 37 reactivos (Ver cuestionarios finales en Apéndice 1). La cantidad de reactivos varió conforme a lo acordado con cada uno de los investigadores. A petición de los investigadores y cuerpo directivo del proyecto Ciudadano Científico Comunitario se redujo notablemente los reactivos de perfil. El primer instrumento contenía 12 reactivos de perfil y el último se limitó a seis. Se utilizaron los indicadores de perfil de la base de datos del proyecto para el análisis de los hallazgos de esta evaluación.

Procedimiento para Administrar Instrumentos

Una vez el IRB autorizó el uso de los instrumentos, se procedió con la fase de administración de los mismos desde mayo de 2013. Este instrumento se continuó administrando una vez llegaba un nuevo participante en el proyecto. Entre los meses de noviembre a diciembre de 2014 se administró por segunda ocasión el instrumento. Se esperaba que esta segunda administración del instrumento concordara con la segunda fase del proyecto de Colaborador. No obstante, cada uno de los proyectos no lograron seguir las fases del proyecto, unos continuaban con voluntarios al nivel de Contribuidor y otros de Colaborador. Este desfase en la que se movieron cada una de las investigaciones afectó la administración del cuestionario en la segunda fase.

Otro factor que afectó a esta segunda fase es que a algunos voluntarios medulares no les fueron administrados el cuestionario. Dado que el proceso de administración del instrumento en la segunda fase, se optó por eliminarla y seguir con el diseño de antes y después. Aunque al inicio del proyecto se estableció administrar el instrumento en septiembre de 2015, a petición del cuerpo directivo del proyecto Ciudadano Científico Comunitario se acordó adelantar la administración del mismo a junio de 2015 (fase de Cocreador). Se establecieron reglas de cómo administrar el cuestionario, destacando la firma de consentimiento informado, asignar código a cada voluntario y procedimiento al administrar el mismo. Se orientó al señor Jean Manuel Sandoval, funcionario de la organización Para la Naturaleza sobre dichas reglas a ser consideradas al momento de administrar el instrumento. Como parte de la orientación se formularon posibles preguntas que podían formular los voluntarios, así como posibles respuestas (Ver Reglas para administrar instrumentos Apéndice 10).

Dado que el diseño evaluativo cumplía un propósito formativo, luego de administrado el cuestionario le fue sometido a los investigadores informe de hallazgos con el propósito que estos diagnosticaran el nivel de aprendizaje demostrado por los voluntarios al iniciarse en su taller. Estos informes narrativos resumidos de los datos se departieron con el personal del proyecto, así como con los investigadores (Ver ejemplos de informes en Apéndice 11).

Autoevaluación del Aprendizaje

Descripción y Justificación

La autoevaluación es un instrumento que tiene el propósito que el voluntario juzgue su aprendizaje en las actividades organizada por los investigadores (Ver Hoja de autoevaluación en Apéndice 12). Los reactivos de la autoevaluación dan respuesta a los siguientes objetivos del proyecto: Comprender conocimiento básico sobre los principios, conceptos, proceso científico y técnicas de investigación científica utilizada en los estudios de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos y aplicar técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en los estudios de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. La selección de los reactivos están organizados en las siguiente tres categorías: aprendizaje directo, aprendizaje activo y expectativas hacia el aprendizaje. Los reactivos del 1 al 4 representan la categoría de aprendizaje directo debido a que juzgan directamente los criterios asociados al aprendizaje. Los reactivos del 5 al 7 están agrupados en la categoría de aprendizaje activo debido a que el aprendiz demuestra una actitud dinámica hacia el aprendizaje. Los reactivos del 8 al 10 se relacionan con las expectativas del participante frente al aprendizaje, en particular lo innovador y el rol de la experiencia en el aprendizaje. Finalmente, en la sección dos del instrumento se formula una pregunta abierta para una evaluación orientada a fortalecer aprendizaje.

Procedimiento para Diseñar Instrumento

Entre enero a marzo de 2013 se elaboró el primer borrador de autoevaluación con 18 reactivos. Este fue analizado con los investigadores y fue administrado a los asistentes de investigación con el propósito de evaluar el lenguaje, en particular la comprensión de instrucciones y de reactivos (Salvia & Seldyke, 1998). Luego de revisado, el instrumento se redujo a 10 reactivos y una pregunta abierta.

Se destaca que el cuerpo directivo del proyecto Ciudadano Científico Comunitario diseñó un formulario para dirigir las actividades de aprendizaje para asegurar lograr los objetivos específicos propuestos. Este formulario contiene objetivo, beneficio del estudio, nombre de la actividad y 17 sub áreas a considerar al diseñar la actividad. Si bien nuestro plan de evaluación no integró este formato como parte de su estrategia evaluativa, si sugiere un riguroso proceso a considerar al crear un modelo de enseñanza efectivo. Esta estrategia de planificación educativa da apoyo a las diversas dimensiones a considerar al organizar procesos de enseñanza-aprendizaje (Ver formato en Apéndice en 13).

Procedimiento para Administrar Instrumento

Se siguió un procedimiento para administrar la hoja de autoevaluación, recopilar y someter un informe evaluativo a los investigadores. Primeramente, nos reunimos con cada uno de los investigadores para explicar el propósito del instrumento, en particular el interés por proveer información formativa para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Cinco minutos antes de finalizar la actividad, un asistente de la organización Para la Naturaleza administraba la hoja a los voluntarios de la actividad. Se recogía el instrumento y luego se nos entregaba. Se establecieron reglas de cómo administrar la autoevaluación,

destacando la firma de consentimiento informado, asignar código a cada voluntario y procedimiento al administrar el mismo. Se orientó al Sr. Jean Sandoval, funcionario del programa Para la Naturaleza sobre dichas reglas a ser consideradas al momento de administrar el instrumento. Como parte de la orientación se formularon posibles preguntas que podían formular los voluntarios, así como posibles respuestas (Ver Reglas para administrar instrumentos Apéndice 10).

La información era registrada en una base de datos y se elaboraban informes evaluativos de cada proyecto, los cuales eran enviados a cada uno de los investigadores. Como parte de la estrategia de evaluación formativa, se acordó con los investigadores y el cuerpo directivo del proyecto someter un informe evaluativo a cada uno de los investigadores en no más de dos semanas de los voluntarios auto evaluarse. En ocasiones esto se logró y en otras no. Luego en el 2014, se les sometió un informe global (Ver informes en Apéndice 14). Una vez los investigadores recibían los informes evaluativos, se revisaban los mismos para reflexionar sobre como mantener o fortalecer el aprendizaje de los voluntarios.

Rúbrica sobre Procesos de la Ciencia

Descripción y Justificación

La rúbrica analítica es un instrumento de avalúo que tiene el propósito de juzgar el dominio que demuestran los voluntarios sobre el proceder científico en su área de estudio y determinar la fase en que se encuentra el mismo (*Contribuidor, Colaborador o Cocreador*). Este instrumento da respuesta al siguiente objetivo del proyecto: Aplicar técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en las siguientes áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. El instrumento contiene los 8 pasos del método científico que estarán trabajando los investigadores en sus respectivos proyectos.

Para cada paso se establecieron criterios que precisan el procedimiento. Se establecieron cinco indicadores de evaluación organizado en los siguientes niveles: 4=excelente, 3=bueno, 2=regular, 1= deficiente y 0= no logro. Se espera que el Contribuidor demuestre los siguientes procesos: 5 y 7. El Colaborador debe demostrar los siguientes procesos: 4, 5, 6 y 7 (Ver tabla que sigue). El Cocreador debe demostrar los ocho procesos de la ciencias. Finalmente, cada investigador podía hacer comentarios relevantes a la evaluación particular de cada voluntarios (Ver rúbrica en Apéndice 15).

Tabla 7

Dominio de proceso científico por los niveles de Contribuidor, Colaborador y Cocreador

Proceso científico	Contribuidor	Colaborador	Cocreador
1. Seleccionar o definir pregunta de estudio o seleccionar y definir un problema.			X
2. Recopilar información en torno a la pregunta de estudio o recopilar información en torno a un problema.			X
3. Desarrollar un explicación preliminar de			X

Proceso científico	Contribuidor	Colaborador	Cocreador
cómo dar respuesta al problema (hipótesis o preguntas) o desarrollar un plan preliminar de cómo atender el problema.			
4. Diseñar la metodología para recopilar datos o diseñar estrategia para atender el problema.		X	X
5. Recopilar información de las muestras y / o registro de datos y análisis hallazgos.	X	X	X
6. Interpretar datos y inferir conclusiones.		X	X
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	X	X	X
8. Departir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.			X

Procedimiento para Diseñar Instrumento

Se utilizó el modelo Caise (2009) para precisar el proceso científico que debe dominar para ser ciudadano científico comunitario. Aunque en el escrito titulado “*For public participation in scientific research - A caise inquire group report – julio de 2009*” presenta 10 pasos del método, se optó por acotarlo a 8 pasos. Esta decisión se fundamentó en diálogos sostenido con investigadores en la que sugirieron simplificar el proceso. Se integraron procedimientos (*a. recopilar muestra, b. registrar datos, c. analizar muestras y d. analizar datos*) bajo una nueva categoría titulada *recopilar información de las muestras y / o registro de datos y análisis hallazgos* para simplificar la identificación dicho proceso en los voluntarios. Hay que destacar que cada una de estas acciones (representan pasos) conlleva un proceso de análisis con cierto nivel de complejidad.

La rúbrica inicial fue validada con los cinco investigadores y estos recomendaron simplificar aun más el instrumento inicial, en particular recomendaron revisar los indicadores de efectividad, flexibilizar el juicio de los investigadores y revisar las instrucciones conforme a los cambios (Ver rúbrica inicial en Apéndice 16). La rúbrica final fue aprobada por los investigadores y se sometió al IRB para autorizar su uso.

Procedimiento para Administración del Instrumento

Una vez el IRB autorizó el uso de la rúbrica, se procedió con la fase de administración del instrumento. Desde noviembre de 2014 se inició la administración de la rúbrica (antes) y luego en el mes de junio de 2015 se administró por segunda ocasión (después). Se esperaba que la primera administración del instrumento concordara con la segunda fase del proyecto de Colaborador. No obstante, cada uno de los proyectos no lograron seguir las fases del proyecto establecidos en la propuesta, unos continuaban con voluntarios al nivel de Contribuidor y otros de Colaborador. Cada proyecto fue a su ritmo. Este desfase en la que se movieron cada una de las investigaciones afectó la administración de la rúbrica en la segunda fase del proyecto. Otro factor que afectó a esta segunda fase es

que algunos voluntarios medulares (core) no fueron evaluados mediante la rúbrica. Aunque al inicio del proyecto se estableció administrar el instrumento en septiembre de 2015, a petición del cuerpo directivo del proyecto Ciudadano Científico Comunitario se acordó adelantar la administración del mismo a junio de 2015 (fase de Cocreador). Esta última administración del instrumento cumplía un propósito sumativo, es decir demostrar si los voluntarios demostraban comportamientos de ciudadanía científica comunitaria. Estos últimos hallazgos se evaluaron longitudinalmente para demostrar los logros alcanzados desde que los voluntarios se iniciaron en mayo de 2013 hasta junio de 2015 (Cocreador). Nos reunimos con cada uno de los investigadores para orientarlos de cómo administrar la rúbrica. Se orientó a los investigadores para que analizaran con los voluntarios medulares la evaluación y llegaran a acuerdos consensuados en el nivel de dominio de las destrezas. Hubo dificultades en la entrega de este instrumento y se hicieron ajustes al plan para afectar lo menos posibles al plan de evaluación.

Grupo focal

Descripción y Justificación

El grupo es una técnica cualitativa de avalúo en la que se recopila información basada en el diálogo entre un grupo de siete a 12 voluntarios acerca de un tema generador (Krueger, 1991). La técnica se representa como una reunión con una modalidad de entrevista con preguntas abiertas en un ambiente natural y sus miembros representan un grupo mayor, en nuestro caso los miembros representan a los voluntarios del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. El grupo focal da atención a categorías temáticas (no reactivos) dirigido a dar respuesta a los siguientes dos objetivos del plan de evaluación, a saber: a. Cocrear proyectos científicos en coordinación con los investigadores en cada una de las áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. b. Demostrar actitud de interés por analizar los efectos del urbanismo en el ecosistema (diversidad de especies y la dinámica comunitaria) circundante a la cuenca del Río Grande de Manatí.

El grupo focal siguió el proceso organizado mediante un guión. El guión se organizó en tres dimensiones: protocolo introductorio, preguntas claves organizadas por categorías y un cierre de acuerdo (Ver guión en Apéndice 17)³. Primeramente, en la apertura de la actividad se introdujo a los voluntarios los temas a ser tratados en la reunión. La segunda sección del guión organizó los temas y preguntas tratadas en la actividad. Estas se organizaron en significados y ejecución científica, comunicación de hallazgos científicos, acciones y valores de ciudadanos científicos comunitarios. Finalmente, se realizó la actividad de cierre.

Los voluntarios se sentaron en una mesa redonda y la reunión fue dirigida por el evaluador principal. Uno de los asistentes participó en la formulación de preguntas y el otro participó tomando notas del proceso de diálogo. La tarea de la asistente de evaluación

³ Este guión cambio en algunos énfasis de los proyectos y áreas de interés que surgieron durante el proceso evaluativo.

fue asegurar que todos los miembros de la reunión participaran y aclararan ideas en los temas de discusión.

Procedimiento para Diseñar Instrumento

El diseño de este instrumento requirió elaborar preguntas generales vinculadas a los objetivos del plan de evaluación (conocimiento, destrezas, valores y comunicación). Las preguntas guías fueron analizadas con los asistentes de investigación y con algunos de los investigadores. Además, las mismas fueron alineadas a los objetivos de evaluación para asegurar que se recopilaba información pertinente al resultado esperado. El guión fue revisado en tres ocasiones a partir de los siguientes criterios: instrucciones, secuencia lógica, elaboración de preguntas relacionadas a ejes temáticos, tiempo asignado de discusión a cada eje temático. Una vez finalizado el guión, fue sometido al IRB para autorizar el uso del mismo.

Procedimiento para Administrar Instrumento

El grupo focal fue realizado en dos momentos, el primero en diciembre de 2014 y el segundo en junio de 2015. El grupo focalizado de diciembre de 2014 tenía el propósito de explorar información en torno a logros de aprendizaje de los voluntarios en los diversos proyectos de investigación. El segundo grupo focal centró su atención en demostrar si los aprendizajes de los voluntarios se asociaban a las de Cocreadores. Se comparó información cualitativa de antes y después. A continuación se presenta una lista de tareas realizadas para organizar los dos grupos focales

1. Confirmar salón de entrevista. Dar seguimiento de recordatorio a voluntarios y promocionar actividad.
2. Dar seguimiento para que esté presente un representante de la organización Para la Naturaleza
3. Preparar merienda para 15 personas.
4. Gestionar grabadora con baterías y *cassette*.
5. Traer radio para fondo musical y cámara.
6. Adaptar hojas de confidencialidad y autorización
7. Resumir aprendizajes básicos elaborados durante el proyecto
8. Preparar gafete para identificar voluntarios y recursos.
9. Controlar el tiempo por pregunta
10. Seleccionar el relator principal y secundario y planificar las funciones y secuencia de la entrevista.
11. Seleccionar la asistente de la entrevista, adiestrar al seleccionado sobre el diseño de mapa conceptual del proceso de entrevista y el proceso de grabación
12. Seleccionar al facilitador de la entrevista a partir de siguientes tareas: preparar lista de asistentes, recibir a cada uno de los asistentes y presentar a los demás, invitar a la merienda, tomar fotografías y estar pendiente sobre necesidades del grupo.
13. Preparar certificados para los voluntarios.
14. Conseguir libreta grande y caballete.

Luego de las actividades de grupo focal se transcribieron las entrevistas, se solicitó a los voluntarios que revisaran la transcripción y autorizaran su uso (Ver transcripciones en Apéndice 18). Los datos se analizaron conforme a categorías y los datos se integraron como apoyo en el informe final.

Hoja de cotejo

Descripción y Justificación

La hoja de cotejo tiene el propósito de recopilar información sobre qué medios utilizan los voluntarios *core* de cada proyecto de investigación para comunicar a la comunidad los procesos y resultados de sus respectivos estudios. La presencia o ausencia de medios de comunicación se identifican mediante una marca de cotejo. Los datos que se recopilen mediante la hoja de cotejo da respuesta al siguiente objetivo: Comunicar a través de diversos medios los hallazgos de investigación en cada una de las áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costass, Crustáceos y Murciélagos.

La Hoja de cotejo contiene tres columnas. En la primera columna se presentan ocho medios de comunicación y un noveno para seleccionar otras. En la columna que sigue se identifica el medio utilizado mediante una marca de cotejo. Finalmente, en la tercera columna se explica el objetivo del medio de comunicación y se comenta cualquier asunto de interés al investigador (impacto, fecha, lugar, voluntarios y otros) y en la cuarta columna se escribe el código del participante (Ver Hoja de Cotejo en Apéndice 2).

Procedimiento para Diseñar Instrumento

En mayo de 2013 se inició el diseño de la Hoja de cotejo. Se revisó literatura para identificar aspectos básicos de la comunicación de datos científicos y se identificaron algunos medios, los cuales se incluyeron en la Hoja de Cotejo (Sempere, J.M. & Rocha, J.R., 2007). Nos reunimos en varias ocasiones con los investigadores y ellos nos recomendaron diversos medios para comunicar sus proyectos. Finalmente, se seleccionaron los siguientes reactivos: ofrecer charlas a la comunidad, escuela, organizaciones y otras, utilizar página Web, participar en programas de radio, escribir artículos en periódicos (local, regional o nacional), colaborar con el investigador la elaboración de un artículo para una revista científica, presentar conferencia acompañado del investigador, presentar informes (organizaciones, comunidad, agencias y otros), preparar hojas sueltas o afiches informativos (comunidad y público en general) y otros.

Administración del Instrumento

Nos reunimos individualmente con cada investigador y le explicamos como contestar la hoja de cotejo. A solicitud de uno de los investigadores elaboramos un ejemplo de cómo contestar el instrumento y nos mantuvimos en comunicación constantemente para la entrega del mismo (Ver modelo de contestación de Hoja de cotejo en Apéndice 2). Hubo dificultad para que algunos investigadores entregaran la hoja de cotejo a tiempo. Una posible explicación de la entrega tardía es que algunos investigadores no habían iniciado actividades de comunicación, por lo que esperaron entregarlo hasta tanto tuvieran actividades. Se desconoce por que otros no entregaron el

instrumento a tiempo. Se celebró una reunión en mayo de 2015 y allí se presentó la situación y todos se comprometieron a entregar el instrumento en junio de 2015.

En esta última reunión se acordó que el instrumento lo podía contestar el Cocreador o el investigador. También se les sugirió que podían incluir información de actividades que pensaban realizar durante el semestre de agosto a diciembre de 2015.

Observación Partícipe

Descripción y Justificación

Durante el proceso evaluativo se determinó con los directivos del proyecto incluir un nuevo modo de recopilar información para representar la dinámica que se daba en las actividades mediante una hoja con criterios de observación. La Hoja de observación se organizó en las siguientes tres secciones: inicio, desarrollo y cierre (Ver Hoja de observación en Apéndice 19). En el inicio, se incluyeron cuatro criterios de observación (objetivos, descripción de inicio de la actividad, perfil de voluntarios, explicación del asistente o el intérprete). En la sección de desarrollo se observó el proceso de enseñanza-aprendizaje, con énfasis en comportamientos de aprendizajes (comprender instrucciones, proceder activo para aprender, diálogo, aprendizaje mediante práctica u escuchar, relación de igualdad con los recurso, reacciones de los intérpretes). Finalmente, en el cierre de la observación se hacen comentarios generales de cómo fue el aprendizaje obtenido. La información recopilada mediante la observación partícipe dio respuesta indirecta a los objetivos relacionados con aprendizaje.

Procedimiento para Diseñar Instrumento

Se utilizó la estrategia de redacción de informes en Trabajo Social y la escritura se organizó en las siguientes tres fases: inicio, desarrollo y cierre. La sección de inicio se asocia con la observación del ambiente y los objetivos que se proponen en la actividad. La sección de desarrollo trata sobre los ejes temáticos más importantes a ser observados. Finalmente, la sección de cierre infiere las ideas más importante del desarrollo y juzga los objetivos.

Se adiestró a la señora Génesis Álvarez, asistente de evaluación, en torno a los criterios de observación del aprendizaje. Hay que destacar que la asistente de evaluación tiene una formación sólida en observaciones de grupo. Las actividades de los investigadores se visitan mensualmente y el resultado de la observación partícipe se somete a los directivos del proyecto (Ver informes evaluativos en Apéndice 20). Luego, estos informes son sometidos a los investigadores para que reflexionen y nos reunimos con ellos en caso de ser requerido.

Este instrumento fue revisado en varias ocasiones y se precisaron más las conductas a ser observadas. Las observaciones mensuales realizadas por la asistente de investigación eran revisadas y analizadas cuando así era requerido.

Procedimiento para Administrar Instrumento

La observación participante fue realizada por el Dr. Rubén Estremera y por la señora Génesis Álvarez. Al iniciar el semestre se seleccionaba las actividades a ser observadas (Ver ejemplo de un plan de visita mensual en Apéndice 17). Las visitas se distribuían mensualmente, un mes asistía el Dr. Estremera y el otro mes la señora Álvarez. Durante el semestre se observaron todas las investigaciones. Los evaluadores realizaban observaciones participativas y colaboraban en todas las tareas requeridas al voluntario. Desde el inicio de la actividad se les aclaraba a los voluntarios que éramos observadores y que entre nuestras funciones estaba participar como un voluntario, así como tener diálogos con ellos.

Matriz de Objetivos de Investigación

Descripción y Justificación

Este instrumento tiene el propósito de recopilar información en torno al logro de los objetivos/preguntas de la investigación en acción del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. La información recopilada por este instrumento va dirigido a dar respuesta al siguiente objetivo: Evaluar la relación entre los objetivos propuestos por el proyecto de sistematización del modelo educativo para la formación de ciudadanos científicos, las actividades realizadas y el resultado. El instrumento consiste de una tabla con cuatro columnas. En la primera columna se presentan los objetivos del plan de evaluación del proyecto. En la segunda, tercera y cuarta columna se solicita fecha de logro del objetivo, evidencia de logro y se presentan observaciones evaluativas. Cada uno de los objetivos contiene unos criterios para ser elaborados de manera consensuada entre el investigador y el evaluador. (Ver Matriz en Apéndice 21).

Procedimiento para Diseñar Instrumento

El instrumento de Matriz de coherencia se construyó a partir de la coherencia de tres criterios evaluativos: objetivos propuestos, actividades realizadas conforme a objetivos y evidencia de logros. Este criterio es el mismo que utiliza la Middle States (MSCHE) para evaluar programas educativos. Se parte del supuesto que si los objetivos están claros y se organizan actividades conforme a objetivos, es posible que los logros se evidencien en el proceso evaluativo. En este sentido, la estrategia de evaluación del proyecto de investigación de la enseñanza va dirigido a juzgar si los resultados obtenidos se derivan de las actividades y los objetivos propuestos.

Procedimiento para Administrar Instrumento

Durante el mes de mayo de 2013 se solicitó el plan estratégico a los investigadores con el propósito de elaborar una matriz de coherencia entre objetivos, actividades y resultados. Este plan no fue entregado en la fecha solicitada debido a que el equipo de investigadores estaban recopilando datos para finalmente elaborar el plan de trabajo. En diciembre de 2014 nos reunimos con el investigador y como resultado del análisis del plan de trabajo se hicieron modificaciones al mismo. En particular, se revisaron los objetivos del plan. Estos cambios en el plan fueron resultado de un análisis formativo del plan. En

esta reunión se precisó más el resultado final del proyecto de enseñanza. En junio de 2015 nos reunimos nuevamente con el investigador y se analizó con este el plan con el propósito de determinar el logro de los objetivos propuestos. Las entrevistas al investigador se realizaron siguiendo los criterios de la Matriz y se centró en los siguientes tres asuntos: 1. clarificación de la extensión y amplitud de cada objetivo de investigación; 2. la fecha propuesta para el logro de cada objetivo y sus componentes; y 3. evidencia de logro de cada objetivo. Se anotarán los cambios ocurridos en el logro de los objetivos, fortalezas y limitaciones del proceso y observaciones relevantes en torno al resultado final esperado.

En la sección que sigue se analizan los hallazgos del proceso evaluativo. Dado que los hallazgos van dirigidos a dar respuesta a los objetivos del plan de evaluación, se organizan los mismos a partir de los objetivos del plan.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE HALLAZGOS EVALUATIVOS

Introducción

El capítulo IV tiene el propósito de analizar los hallazgos del proceso y del producto evaluativo en dos momentos diferentes. Los hallazgos se presentan de acuerdo a la secuencia en que fue implementada la estrategia de evaluación y los objetivos del proyecto. La secuencia temática que sigue: proceso de *assessment* realizado, conocimiento declarativo científico, conocimiento procesal científico, comunicación de la investigación científica, comportamiento para cocrear proyectos científicos, actitud hacia el ambiente y sistematización del modelo de enseñanza informal. Primeramente, se presentan los datos vinculados a cada una de los objetivos, luego se presenta una síntesis por cada objetivo. Al finalizar el capítulo, se expone una meta análisis de todos los hallazgos para dar respuesta a la siguiente interrogante: *¿La enseñanza informal de ciencias (ISE) promueve conocimientos, destrezas, actitudes y comportamientos que lleve a sujetos a convertirse en ciudadanos científicos Cocreadores?*

Proceso de Assessment Realizado

A continuación se demuestra una tabla en la que se representan las tareas realizadas por fases del proceso de *assessment* del aprendizaje entre octubre de 2012 hasta marzo de 2014.

Tabla 8

Tareas logradas y observaciones por fases

Fechas y tareas	Tareas logradas y algunas observaciones
<p>Fase I: octubre a diciembre de 2012 a junio de 2013: Se aprobaron objetivos, plan de trabajo y revisar instrumentos. De abril a junio de 2013: Se finalizó la validación y elaboración del plan estadístico y se inició la administración de instrumentos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdos con investigadores sobre sus objetivos y contenido curricular de las actividades de su investigación y los indicadores evaluativos. • Consenso sobre áreas de trabajo del plan de avalúo con investigadores. • Acuerdo del plan de <i>assessment</i> con los investigadores. • Validación preliminar de cuestionario y autoevaluación con los investigadores y el personal de la organización Para la Naturaleza. • Modificación de instrumento conforme a recomendaciones. • Acuerdos finales sobre la validación del cuestionario y la autoevaluación del aprendizaje de los voluntarios. Se revisaron y aprobaron ambos instrumentos por el IRB. En junio de 2013 se inició la administración de instrumentos (cuestionarios y autoevaluación). • Se inició validación de la rúbrica y revisión del diseño de la hoja de cotejo y el grupo focal. • Se elaboró plan de análisis e informes para los investigadores.
<p>Fase II: julio a septiembre de 2013: Orientación a los asistentes, envío de</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se orientó al equipo de asistentes evaluativos sobre cómo elaborar informes evaluativos, estableciendo fechas límites de envío. • Se inició el envío de informes de las auto evaluaciones para cada

Fechas y tareas	Tareas logradas y algunas observaciones
informes y elaboración de nuevos instrumentos	investigador y de las observaciones partícipes. Este proceso fue constante. <ul style="list-style-type: none"> • Se continuó orientación a los asistentes sobre el plan de <i>assessment</i>.
<p>Fase III: octubre 2013 a mayo de 2015:</p> <p>Se continuó con el plan de <i>assessment</i> por áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientación a los asistentes • Envío de informes evaluativos • Revisión de rúbrica • Reuniones formativas • Revisión de cuestionario y grupo focalizado 	<ul style="list-style-type: none"> • Se estableció un plan de análisis estadístico para correlacionar datos de antes y después con asistentes y el Dr. Luis Santiago. • Se revisó rúbrica, a petición de investigadores. El instrumento fue aprobado por IRB. • En el 2014 se ofreció dos reuniones para analizar datos de los instrumentos (formativo). Hubo dificultad para realizar más reuniones formativas.
<ul style="list-style-type: none"> • Administración de hoja de cotejo, rúbrica y grupo focalizado (durante y después) 	<ul style="list-style-type: none"> • En mayo de 2015 IRB aprobó leves modificaciones al cuestionario y al grupo focalizado. • En enero de 2015 se inició la administración de instrumento. • En junio de 2015 se entraron los datos de los últimos cuestionarios y autoevaluaciones. • En agosto de 2015 se iniciaron reuniones con miembros del cuerpo directivo, investigadores para analizar hallazgos, conclusiones y inferir recomendaciones como equipo de trabajo. • E 7 de junio de 2015 se recopilaron los últimos cuestionarios y autoevaluaciones y se entraron a la base de datos. Se inició el análisis de hallazgos el 12 de junio. • En junio de 2015 se presentó un informe sobre hallazgos preliminares del proyecto. El análisis de estos datos se inició en julio de 2015 y se espera finalizar en septiembre u octubre de 2015. • Entre el 9 al 11 de septiembre de 2015 se enviaron informes finales a los investigadores con el propósito que revisaran sus fortalezas y limitaciones. Se les solicitó participar en el desarrollo de conclusiones y recomendaciones del informe evaluativo. Se sometieron las siguientes dos preguntas guías para la elaboración de sus conclusiones: ¿Qué utilidad puedo dar a los hallazgos evaluativos? ¿Qué variables debo considerar si fuera a desarrollar un proyecto similar a este?
	<ul style="list-style-type: none"> • Se planificaron tres actividades para comunicar los hallazgos evaluativos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Conferencia magistral en la Hacienda Esperanza, 26 de septiembre de 2015 ○ Panel de ponencia en Encuentro Internacional de Educación y Pensamiento el 20 de noviembre de 2015 ○ Congreso Científico en Chile, acompañado de la Dra. Yoganí Govender y el Dr. Carlos Muñoz Osorio • El 31 de octubre de 2015 se sometió el informe preliminar de evaluación al programa Para la Naturaleza. El mismo fue revisado por funcionarios de la organización Para la Naturaleza. Se hicieron las modificaciones. • El 25 de noviembre nos reunimos en el Recinto Metropolitano de la Universidad Interamericana con el propósito de analizar hallazgos y inferir otras recomendaciones de los(as) investigadores(as). • Se sometió el informe final de evaluación en diciembre de 2015.

Si bien la información antes expuesta no va dirigida a sustentar el logro de determinados objetivos del proyecto, si evidencia la logística seguida para lograr este informe evaluativo. El plan de assessment se implementó con éxito conforme a las cinco fases propuestas. Se logró precisar junto a los investigadores los ejes temáticos y objetivos de sus investigaciones. De igual manera, se modificó, con ellos, el plan de trabajo conforme a unos resultados esperados más precisos. El cuestionario, la rúbrica y la autoevaluación fueron validados con las recomendaciones de los investigadores y con algunos miembros del equipo de trabajo de la organización Para la Naturaleza.

En varias ocasiones se sometieron a los investigadores, informes evaluativos de los hallazgos recopilados mediante el cuestionario, la autoevaluación de los voluntarios a las actividades y las observaciones partícipes. Hubo dificultades en la administración de los instrumentos. Los cuestionarios fueron administrados fuera de las fases acordadas. Aunque en el plan se propuso administrar cuestionarios en tres fases, se optó por eliminar la segunda fase por las diversas dificultades en su administración. Hubo dificultades con la entrega de las rúbricas y hoja de cotejo. Las autoevaluaciones y las observaciones partícipes se realizaron conforme al plan.

Los investigadores recibieron informes periódicos de las autoevaluaciones, las observaciones partícipes, del cuestionario y un informe evaluativo general al finalizar el proyecto. La discusión de hallazgos de aprendizajes fue realizada en una ocasión. Aunque se trató de realizar varias reuniones para la discusión de los hallazgos y profundizar en la evaluación formativa, tal gestión no se logró. Es posible que las diversas responsabilidades y el tiempo limitado de los investigadores hayan sido factores que limitaron realizar reuniones para dialogar sobre hallazgos de aprendizajes de los voluntarios del proyecto.

Como resultado de los diálogos entre investigadores, evaluador y representantes de la organización Para la Naturaleza se clarificaron varios conceptos relacionados con los voluntarios medulares (core), las características de un Cocreador y la flexibilización en el reclutamiento de nuevos voluntarios para los proyectos y la revisión de instrumentos (cuestionario y rúbrica). Los acuerdos preliminares de estos diálogos sugirieron una idea más precisa sobre los atributos de un Cocreador, así como la secuencia de su proceso formativo.

Esta reflexión nos llevó a recomendar de manera preliminar revisar uno de los reactivos del cuestionario. Se reestructuró la rúbrica para simplificarla y enfocar más en el proceder científico. Se retomó el análisis de qué cualidades representaba a un Cocreador y se estableció que este puede ser una persona que demuestra un proceder científico frente a un problema ambiental. Este proceder científico puede manifestarse de diversas maneras, a saber: realizar una investigación siguiendo el método científico e igualmente ser una persona que asume un proceder científico para impulsar acciones comunitarias o de otro tipo para proteger el medio ambiente.

Se acordó con los investigadores un indicador de 75% de efectividad en los aprendizajes obtenidos en el proyecto. Dado que no fue posible reunirnos con los investigadores para departir sobre los hallazgos del estudio, se le sometió un informe a cada uno de ellos. La entrega de este informe tenía varios propósitos, a saber: evidenciar

logros de aprendizajes demostrados por los voluntarios y que nos sometieran recomendaciones para fortalecer sus proyectos. Solo se recibieron recomendaciones de la investigación educativa. Finalmente, se presentó el primer borrador del informe evaluativo al cuerpo directivo del programa. Finalmente, se sometió el informe a fines del mes de octubre de 2015.

Conocimiento, Destrezas y Actitudes Científicas

La sección de conocimiento, destrezas y actitudes científicas da respuesta a los siguientes tres objetivos:

- 1. Comprender conocimiento básico sobre los principios, conceptos, proceso científico y técnicas de investigación científica utilizada en el estudio de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos.*
- 2. Aplicar técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en las siguientes áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos*
- 3. Demostrar actitud de interés por analizar los efectos del urbanismo en el ecosistema (diversidad de especies y la dinámica comunitaria) circundante a la cuenca del Río Grande de Manatí*

Primeramente, se analizan los hallazgos totales de los voluntarios hasta diciembre de 2014 con el propósito de evidenciar los tipos de conocimientos demostrados por los voluntarios al estos iniciarse en el proyecto. Esta sección se organiza mediante la siguiente secuencia: dominio de conocimientos y nivel de información recibida. Luego, se comparan los hallazgos recopilados de la unidad de análisis de Cocreadores al finalizar el proyecto (Ver lista de Cocreadores en Apéndice 3: n=19) con el propósito de evidenciar cambios en el aprendizaje entre antes y después. El orden temático del análisis es el que sigue: dominio de conocimientos y nivel de información recibida. Al finalizar el análisis de hallazgos se elabora una síntesis de datos más relevante vinculados a los tres objetivos del proyecto antes mencionados. De igual manera, se trianguló información de conocimiento declarativo y procesal con hallazgos de la autoevaluación, rúbrica y grupo focalizado para apoyar la toma de decisión en el logro o no de los objetivos del proyecto.

Nivel de Información Científica de Voluntarios al Inicio del Proyecto

Una vez los voluntarios del proyecto Ciudadano Científico Comunitario participaban en cualquiera de los cinco proyectos de investigación se les administraba un cuestionario inicial con el propósito de explorar sus conocimientos, destrezas y valores. Se analizó el nivel de dominio informativo de todos los voluntarios como conjunto debido a que esta área (niveles de información científica) era común a todos ellos. Las áreas de conocimiento, destrezas y valores científicos se presentará en la sección que sigue debido a que la información es particular a cada investigación.

Se administraron 405 cuestionarios durante todo el proceso educativo del proyecto, desde junio de 2012 a noviembre de 2014. Se establecieron cuatro niveles de información sobre temas científicos. Para propósito de análisis, se agruparon los niveles de altamente informado e informado en una sola categoría titulada **Informados** y los niveles de poco o nada informado se agruparon bajo la categoría **No informado**. El 61% de los voluntarios (n=405) opinaron estar informados sobre el conjunto de los ocho temas relacionados con el proceso científico. Solo un 39% de los voluntarios informó no estar informado, según se ilustra en la tabla que sigue. Los voluntarios tenían información sobre el 50% (entre 56% a 65%) de los temas científicos y el tema menos informado fue metodología para recopilar información.

Tabla 9

Opinión de los voluntarios sobre el nivel de información que tenían sobre temas científicos al iniciarse en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario

¿Cuán informado estoy de los siguientes temas científicos?	Inicio del Proyecto (n=405)	
	Informado ⁴	No Informado
1. Inferir conclusiones que den respuestas al problema de investigación y solucionen el problema ambiental en la comunidad.	231 (61%)	146 (39%)
2. Elaborar metodología para recopilar información sobre las hipótesis de trabajo.	214 (56%)	168 (44%)
3. Formular problemas de investigación sobre asuntos ambientales de la comunidad.	222 (58%)	158 (42%)
4. Recopilar y analizar información en torno a las hipótesis o preguntas que dan respuestas al problema de investigación.	231 (61%)	145 (39%)
5. Presentar hipótesis de trabajo que den respuestas preliminares al problema de investigación.	231 (61%)	146 (39%)
6. Analizar información sobre el problema de investigación y de sus manifestaciones.	223 (59%)	154 (41%)
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	225 (60%)	151 (40%)
8. Discutir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.	245 (65%)	131 (35%)
f=3006	1822	1184
Por ciento	61%	39%

Nivel de Dominio de Conocimiento, Destrezas y Valores por Investigaciones al Inicio por Proyectos Científicos

En esta sección se analizan los conocimientos, destrezas y valores que demostraron los voluntarios al iniciarse en cada una de las investigaciones, en particular: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. Primeramente se analizan los

⁴ Leyenda: Altamente Informado e Informado=Informado y Poco y nada Informado= No Informado.

conocimientos, destrezas y valores. Luego, se analizan y se interpretan estos hallazgos conforme a los objetivos evaluativos.

Tabla 10

Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener voluntarios al iniciarse en la investigación de Arqueología (n-60)

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas?	Dominio	No dominio
1. Conocer significados de arqueología ambiental y materiales arqueológicos.	13	47
2. Identificar los niveles básicos, intermedios y avanzados de materiales culturales en superficie (arqueología).	10	48
3. Identificar patrones en una base de datos.	9	50
4. Analizar la lógica de un transepto como metodología de investigación arqueológicos.	6	52
5. Identificar diferencias dentro de los distintos tipos de materiales arqueológica.	6	53
6. Describir los elementos y componentes de un sitio arqueológico.	9	50
F= 353	53	300
Por ciento	15%	85%

¿Cuánto valoro las afirmaciones que siguen?	Valoración	No valoración
1. Comprendo por qué ciudadanos comunes no deben hacer excavaciones en áreas identificadas de valor arqueológico.	56	4
2. Prefiero ser objetivo y honesto al buscar y analizar información científica.	59	1
3. Demuestro interés por realizar estudios sobre arqueología ambiental.	59	1
4. Creo que la organización comunitaria es un medio para defender el medio ambiente.	60	0
f= 240	234	6
Por ciento	98%	2%

Tabla 11

Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener voluntarios al iniciarse en la investigación de Aves (n-68)

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas?⁵	Dominio	No dominio
1. Establecer relación entre plantas y animales.	27	34
2. Realizar observaciones directas de aves.	25	37
3. Establecer relación entre plantas y aves.	15	47
4. Aplicar proceso para identificar aves y plantas	17	44
5. Aplicar técnicas para la colección de muestras y parámetros biológicos y abióticos.	14	44
6. Utilizar los siguientes instrumentos y técnicas en el análisis de la diversidad de aves y plantas: GPS, cinta métrica, lupa de campo, binocular y anotar observaciones.	29	33
f = 366	127	239
Por ciento	35%	65%

¿Cuánto valoro las afirmaciones que siguen?	Valoración	No valoración
1. Puedo describir como usar responsablemente los ríos y conservarlos.	32	30
2. Considero irresponsable a las personas que descargan contaminantes a los ríos.	47	14
3. Prefiero ser objetivo y honesto al buscar y analizar información científica.	55	7
4. Demuestro interés por realizar estudios que afecten a las aves.	41	18
5. Creo que la organización comunitaria es un medio para defender el medio ambiente.	58	4
F=306	233	73
Por ciento	76%	24%

Tabla 12

Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener voluntarios al iniciarse en la investigación de Costas (n-74)

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas?	Dominio	No dominio
1. Utilizar cinta métrica, refractómetro, sistema de posición global (GPS) y colección de sedimento.	21	49
2. Conocer sobre playa, partes de la playa, costa, sedimentología de playas y río, recursos sedimentarios (ríos vs. mar)	26	46

⁵ Leyenda: 5=Gran dominio 4= Buen dominio 3=Dominio 2= Parcial dominio 1= Poco dominio

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas?	Dominio	No dominio
3. Caracterizar la composición del sedimento (cualitativo por observación).	16	56
4. Hacer prueba de granulometría usando cernidores y preparar gráficos.	13	59
5. Identificar minerales por medio de estereoscopio y tomar fotografías de los mismos.	10	60
6. Identificar composición de sedimento usando prueba de HCl.	7	62
7. Manejar información de bancos de datos: precipitación, descarga de ríos y permisos de construcción.	12	57
f = 494	105	389
Por ciento	21%	79%

¿Cuánto valoro las afirmaciones que siguen?	Valoración	No valoración
	52	19
1. Puedo describir como usar responsablemente los ríos y de conservarlos.		
2. Considero irresponsable a las personas que descargan contaminantes a los ríos.	56	15
3. Prefiero ser objetivo y honesto al buscar y analizar información científica.	66	5
4. Demuestro interés por realizar estudios sobre las descargas contaminadas que afecten a los ríos.	66	5
5. Creo que la organización comunitaria es un medio para defender el medio ambiente.	65	6
f = 355	305	50
Por ciento	86%	14%

Tabla 13

Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener voluntarios al iniciarse en la investigación de Crustáceos (n-60)

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas?	Dominio	No dominio
1. Significado de cuenca, biodiversidad, organismos del río y uso de tierra.	30	30
2. Uso y manejo de equipo (redes y trampas) para atrapar camarones y cangrejos.	11	49
3. Identificar las diferentes especies de camarones.	6	53
4. Toma de muestras de agua y utilizar equipo para medir temperatura, pH, oxígeno disuelto, nitrato, fosfato y salinidad.	20	40
5. Utilizar hoja de datos para analizar información básica sobre la muestra de agua y la diversidad de crustáceos.	22	38
f = 299	89	210
Por ciento	30	70

¿Cuánto valoro las afirmaciones que siguen?	Valoración	No valoración
1. Puedo describir cómo usar responsablemente los ríos y	35	25

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas?	Dominio	No dominio
conservarlos.		
2. Considero irresponsable a las personas que descargan contaminantes a los ríos.	45	15
3. Prefiero ser objetivo y honesto al buscar y analizar información científica.	55	15
4. Demuestro interés por realizar estudios que afecten a los peces, camarones y cangrejos.	48	12
5. Creo que la organización comunitaria es un medio para defender el medio ambiente.	55	5
f = 310	238	72
Por ciento	77%	23%

Tabla 14

Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener voluntarios al iniciarse en la investigación de Murciélagos (n-129)

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas?	Dominio	No dominio
1. Ecosistema de los murciélagos,	37	89
2. Montar y desmontar redes para capturar murciélagos.	16	110
3. Identificar las especies de murciélagos.	13	113
4. Remover murciélagos de redes.	7	119
	73	431
f = 504		
Por ciento	14%	86%

¿Cuánto valoro las afirmaciones que siguen?	Valoración	No valoración
1. Considero irresponsable a las personas que descargan contaminantes a los ríos.	89	37
2. Prefiero ser objetivo y honesto al buscar y analizar información científica.	110	16
3. Demuestro interés por realizar estudios que afecten a los murciélagos.	77	49
4. Creo que la organización comunitaria es un medio para defender el medio ambiente.	98	28
	374	130
f = 504		
Por ciento	74%	26%

Entre el 14% al 35% de los voluntarios informaron tener dominio de los conocimientos y destrezas reconocidas como importantes para realizar investigaciones en las áreas de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. Los voluntarios de los proyectos de Arqueología (85%) y Murciélagos (86%) fueron los que menos dominios demostraron sobre conocimientos y destrezas científicas en las respectivas investigaciones. Los voluntarios de los proyectos de Aves (35%) y Crustáceos (30%) fueron los que más informaron tener dominio en dicho campo (35%). Un patrón en todos los voluntarios fue el limitado conocimiento y destrezas científicas en las cinco áreas temáticas de investigación (65% o más).

La información antes presentada contrasta significativamente con el nivel de valoración que asignaron los voluntarios a determinadas actitudes al iniciarse en cada una de las cinco investigaciones del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. En los hallazgos expuestos en el párrafo anterior se resalta un alto porcentaje de no dominio de conocimientos y destrezas en temas científicos en los cinco proyectos científicos. Los datos en la dimensión valorativa evidencian una alta valoración de un conjunto de valores correspondientes a cada investigación. Es de notar que aunque los voluntarios se iniciaron en el proyecto con bajos dominios de conocimientos y destrezas científicas, estos demostraron altos niveles de valoración de aquellas actitudes reconocidas importantes en cada uno de los proyectos de investigación.

Los datos globales (N=391) sobre el nivel de dominio de conocimiento, destrezas y valoración de actitudes científicas que se presentaron por proyectos de investigación puede arrojar datos que expliquen, entre las diversas razones, las variables que inciden en el aprendizaje. Si los proyectos de investigación científica tienen una matrícula inicial con sólidos valores hacia el rol de las ciencias para solucionar problemas ambientales, es más probable que desarrollen conocimientos y destrezas científicas para lidiar con la conservación y el uso apropiado de la biodiversidad en las comunidades aledañas a la Cuenca del Río Grande de Manatí u otras comunidades, asunto que será tratado en próximas secciones.

Análisis de Antes y Después de Cocreadores

El voluntario Cocreador es uno de tres componentes de participación de voluntarios en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario. El Cocreador participa como miembro del equipo de investigadores y participa activamente en la mayoría o todos los pasos del proceso científico. Se espera que demuestre comportamientos relacionado a un investigador científico (Caise, 2009, p. 17). Aunque se identificaron 19 Cocreadores, solo se incluyeron 14 debido a que algunos de ellos no contestaron el cuestionario al inicio del proyecto (antes), lo que imposibilitó compararlos.

El 95% de los voluntarios Cocreadores indicaron estar informados sobre diferentes temas del proceso científico al iniciarse el proyecto. Al finalizar el proyecto,

hubo un aumento de 5% en el nivel informativo sobre temas científicos. El 100% de los voluntarios Cocreadores opinaron estar informados en los ocho temas una vez finalizado el proyecto Ciudadano Científico Comunitario (Ver tabla #15). Al comparar el grupo de Cocreadores (14) con el grupo general de voluntarios que contestaron el cuestionario por vez primera (405), se evidencia que el grupo de Cocreadores tenía un marco informativo sobre temas científicos notablemente más alto (95%) que el segundo grupo de voluntarios (61%). Es probable que la experiencia intelectual en el área de las ciencias sea un indicador que explique una posible razón para ser Cocreador. Los voluntarios que al inicio obtuvieron porcentos altos de percepción en cuanto al nivel de información científica fueron a su vez aquellos que optaron por continuar en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario hasta ser Cocreadores. A su vez, los Cocreadores lograron optimizar su nivel informativo hasta llegar al 100% de nivel informativo obtenido en el proyecto.

Tabla 15

Opinión de los Cocreadores sobre el nivel de información obtenida antes y después en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario

¿Cuán informado estoy de los siguientes temas científicos? (n=14)	Antes		Después	
	Informado	No Informado	Informado	No Informado
1. Inferir conclusiones que den respuestas al problema de investigación y solucionen el problema ambiental en la comunidad.	14	0	14	0
2. Elaborar metodología para recopilar información sobre las hipótesis de trabajo.	14	0	14	0
3. Formular problemas de investigación sobre asuntos ambientales de la comunidad.	13	1	14	0
4. Recopilar y analizar información en torno a las hipótesis o preguntas que dan respuestas al problema de investigación.	14	0	14	0
5. Presentar hipótesis de trabajo que den respuestas preliminares al problema de investigación.	13	1	14	0
6. Analizar información sobre el problema de investigación y de sus manifestaciones.	12	2	14	0
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	13	1	14	0
8. Discutir resultados con otros y	13	1	14	0

formularse nuevas preguntas.	106	6	112	0
F =112				
Por ciento	95%	5%	100%	

Análisis de Antes y Después de Colaboradores

El voluntario Colaborador es el segundo componente del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. El Colaborador ayuda al científico a recopilar datos, colabora en el diseño del estudio, analiza datos y comunica hallazgos a la comunidad en general. Aunque se identificaron ocho Colaboradores, solo se consideraron cinco debido a que tres de ellos no llenaron el cuestionario al iniciarse en el proyecto.

El 83% de los Colaboradores indicaron estar informados sobre diferentes temas del proceso científico al iniciarse el proyecto. Al finalizar el proyecto, hubo un aumento de 17% en el nivel informativo sobre temas científicos. El 100% de los Colaboradores opinaron estar informado en los ocho temas una vez finalizado el proyecto Ciudadano Científico Comunitario (Ver tabla que sigue).

Tabla 16

Opinión de los Colaboradores sobre el nivel de información obtenida antes y después en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario

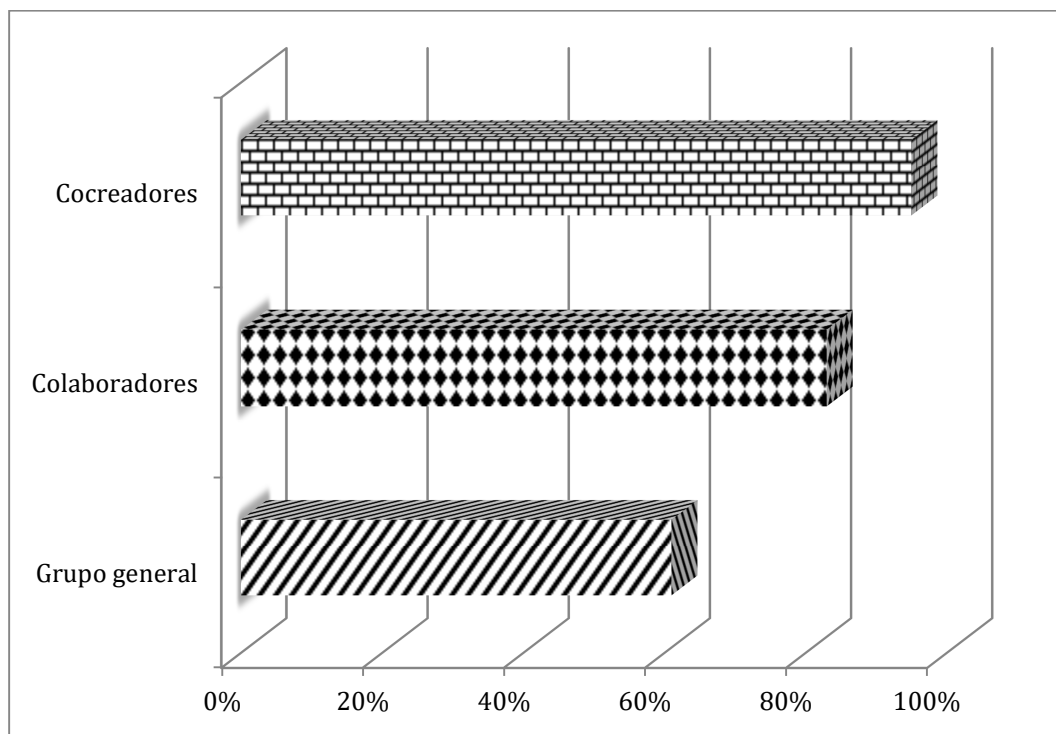
¿Cuán informado estoy de los siguientes temas científicos?(n=5)	Antes		Después	
	Informado	No Informado	Informado	No Informado
1. Inferir conclusiones que den respuestas al problema de investigación y solucionen el problema ambiental en la comunidad.	4	1	5	0
2. Elaborar metodología para recopilar información sobre las hipótesis de trabajo.	4	1	5	0
3. Formular problemas de investigación sobre asuntos ambientales de la comunidad.	4	1	5	0
4. Recopilar y analizar información en torno a las hipótesis o preguntas que dan respuestas al problema de investigación.	5	0	5	0
5. Presentar hipótesis de trabajo que den respuestas preliminares al problema de investigación.	4	1	5	0
6. Analizar información sobre el problema de investigación y de sus manifestaciones.	4	1	5	0

¿Cuán informado estoy de los siguientes temas científicos?(n=5)	Antes		Después	
	Informado	No Informado	Informado	No Informado
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	4	1	5	0
8. Discutir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.	4	1	5	0
f=40	33	7	40	0
Por ciento	83%	17%	100%	

Al igual que en los Cocreadores, se evidencia un patrón en la que se vincula el nivel de información sobre temas científicos con la ubicación del voluntario en el grupo Colaborador. A mayor percepción de conocimiento sobre temas científicos al inicio del proyecto, más probabilidad de ubicarse en el grupo de Colaboradores o Cocreadores. En la figura siguiente se evidencia que los que demostraron un porcentaje mayor de información científica antes de iniciarse en el proyecto, tendieron a ubicarse en Colaboradores y Cocreadores. Estos datos apuntan a señalar que la variable experiencia en temas científico parece estar asociada al tipo de ciudadano científico en que se ubica el voluntario del proyecto.

Figura 3

Porcentaje de nivel informativo sobre ciencia conforme a voluntarios organizados en el grupo general, Colaboradores y Cocreadores



Análisis de Después de Cocreadores y Colaboradores

En las secciones anteriores hemos analizado el conocimiento de información científica antes del voluntario iniciarse en el proyecto, así como la diferencia en información obtenida entre antes y después. En esta sección se analiza el nivel de información científica obtenida por los Cocreadores y Colaboradores al finalizar el proceso educativo en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Dado que en este análisis no se comparan datos antes y después, aumenta la unidad de análisis debido a que no se descartan sujetos. El análisis se concentra en resultados finales en torno al nivel de información científica obtenido por los 23 voluntarios (Cocreadores y Colaboradores) al finalizar el proyecto Ciudadano Científico Comunitario.

Los datos evidencian que tanto Colaboradores como Cocreadores (n=23) opinaron estar informados sobre temas científicos al finalizar el proceso educativo del proyecto (96%). Estos resultados continúan apoyando los hallazgos antes expuestos en que tanto Colaboradores como Cocreadores adquirieron aprendizajes sobre temas científicos en el proyecto. De estos 23, un solo participante opinó estar poco informado en casi todos los temas científicos al finalizar el proceso educativo. Solo dos presentaron dificultades informativas en presentar hipótesis o preguntas de investigación.

Tabla 17

Opinión de los Colaboradores y Cocreadores sobre el nivel de información obtenida al finalizar el proyecto Ciudadano Científico Comunitario

¿Cuán informado estoy de los siguientes temas científicos? (n=23)	Resultados al finalizar	
	Informado	No Informado
1. Inferir conclusiones que den respuestas al problema de investigación y solucionen el problema ambiental en la comunidad.	22	1
2. Elaborar metodología para recopilar información sobre las hipótesis de trabajo.	22	1
3. Formular problemas de investigación sobre asuntos ambientales de la comunidad.	22	1
4. Recopilar y analizar información en torno a las hipótesis o preguntas que dan respuestas al problema de investigación.	22	1
5. Presentar hipótesis de trabajo que den respuestas preliminares al problema de investigación.	21	2
6. Analizar información sobre el problema de investigación y de sus manifestaciones.	22	1
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	23	0
8. Discutir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.	22	1
f=184	176	8
Por ciento	96%	4%

Conocimientos, Destrezas y Valores por Proyectos: Antes y Después

En las secciones anteriores se analizaron los aprendizajes de todos los voluntarios, los Colaboradores y Cocreadores en diversos momentos (antes, después y antes/después) para visualizar diversas perspectivas de análisis. En esta sección se analizan los hallazgos evaluativos de los Cocreadores en cada uno de los cinco proyectos de investigación en las siguientes tres áreas: conocimiento, destrezas y actitudes sobre temas y procesos científicos. Primeramente, se presentan los hallazgos en tablas para cada uno de los proyectos y luego se analizan los hallazgos más relevantes a los objetivos evaluativos del proyecto Ciudadano Científico Comunitario.

Proyecto de Investigación de Arqueología

Tabla 18

Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener Cocreadores al inicio y luego al finalizar su participación en la investigación de Arqueología (n=2)

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas?	Antes		Después	
	Dominio	No Dominio	Dominio	No Dominio
1. Conocer significados de arqueología ambiental y materiales arqueológicos.	1	1	2	0
2. Identificar los niveles básicos, intermedios y avanzados de materiales culturales en superficie.	2	0	1	1
3. Identificar patrones en una base de datos.	1	1	1	1
4. Analizar la lógica de un transepto como metodología de investigación arqueológica.	2	0	2	0
5. Identificar diferencias dentro de los distintos tipos de materiales arqueológicos.	2	0	1	1
6. Describir los elementos y componentes de un sitio arqueológico.	1	1	2	0
F=12	9	3	9	3
Por ciento	75%	25%	75%	25%

¿Cuánto valoro las afirmaciones que siguen?	Antes		Después	
	Valoración	Poca o nada de valoración	Valoración	Poca o nada de valoración
1. Comprendo por qué ciudadanos comunes no deben hacer excavaciones en áreas identificadas de valor arqueológico.	2	0	2	0
2. Prefiero ser objetivo y honesto al buscar y analizar información científica.	2	0	2	0
3. Demuestro interés por realizar estudios sobre arqueología ambiental.	2	0	2	0
4. Creo que la organización comunitaria es un medio para defender el medio ambiente.	2	0	2	0
f = 8	8	0	8	0
Por ciento	100%		100%	

Tabla 19

Opinión de los Cocreadores sobre el nivel de información que opinaron tener al inicio y al finalizar en la investigación de arqueología en torno a temas del proceso científico

¿Cuán informado estoy de los siguientes temas científicos? (n=14)	Antes		Después	
	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado
1. Inferir conclusiones que den respuestas al problema de investigación y solucionen el problema ambiental en la comunidad.	2	0	2	0
2. Elaborar metodología para recopilar información sobre las hipótesis de trabajo.	2	0	2	0
3. Formular problemas de investigación sobre asuntos ambientales de la comunidad.	2	0	2	0
4. Recopilar y analizar información en torno a las hipótesis o preguntas que dan respuestas al problema de investigación.	2	0	2	0
5. Presentar hipótesis de trabajo que den respuestas preliminares al problema de investigación.	2	0	2	0
6. Analizar información sobre el problema de investigación y de sus manifestaciones.	2	0	2	0
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	2	0	2	0
8. Discutir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.	2	0	2	0
F=16	Diferencia: 0		16	16
			100%	100%

Proyecto de Investigación de Aves

Tabla 20

Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener Cocreadores al inicio y luego al finalizar su participación en la investigación de Aves (n- 1)

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas?	Antes		Después	
	Dominio	No Dominio	Dominio	No Dominio
1. Establecer relación entre plantas y animales.	1	0	0	1
2. Realizar observaciones directas de aves.	1	0	1	0
3. Establecer relación entre plantas y aves.	1	0	1	0
4. Aplicar proceso para identificar aves y plantas	1	0	1	0
5. Aplicar técnicas para la colección de muestras y parámetros biológicos y abióticos.	1	0	0	1

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas?	Antes		Después	
	Dominio	No Dominio	Dominio	No Dominio
6. Utilizar los siguientes instrumentos y técnicas en el análisis de la diversidad de aves y plantas: GPS, cinta métrica, lupa de campo, binocular y anotar observaciones.	1	0	1	0
f = 6	6	0	4	2
Por ciento	100%	0	67%	33%

¿Cuánto valoro las afirmaciones que siguen?	Antes		Después	
	Valoración	Poca o nada de valoración	Valoración	Poca o nada de valoración
1. Puedo describir cómo usar responsablemente los ríos y conservarlos.	0	1	1	0
2. Considero irresponsable a las personas que descargan contaminantes a los ríos.	1	0	0	1
3. Prefiero ser objetivo y honesto al buscar y analizar información científica.	1	0	1	0
4. Demuestro interés por realizar estudios que afecten a las aves.	1	0	1	0
5. Creo que la organización comunitaria es un medio para defender el medio ambiente.	1	0	1	0
f = 5	4	1	4	1
Por ciento	80%	20%	80%	20%

Tabla 21

Opinión de los Cocreadores sobre el nivel de información que opinaron tener al iniciarse y al finalizar en la investigación de Aves en torno a temas del proceso científico

¿Cuán informado estoy de los siguientes temas científicos? (n=14)	Antes		Después	
	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado
1. Inferir conclusiones que den respuestas al problema de investigación y solucionen el problema ambiental en la comunidad.	1	0	1	0
2. Elaborar metodología para recopilar información sobre las hipótesis de trabajo.	1	0	1	0
3. Formular problemas de investigación sobre asuntos ambientales de la comunidad.	1	0	1	0
4. Recopilar y analizar información en torno a las hipótesis o preguntas que dan respuestas al problema de investigación.	1	0	1	0

¿Cuán informado estoy de los siguientes temas científicos? (n=14)	Antes		Después	
	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado
5. Presentar hipótesis de trabajo que den respuestas preliminares al problema de investigación.	1	0	1	0
6. Analizar información sobre el problema de investigación y de sus manifestaciones.	1	0	1	0
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	1	0	1	0
8. Discutir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.	1	0	1	0
f = 8	8	0	8	0
Por ciento	100%		100%	

Proyecto de Investigación de Costas

Tabla 22

Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener los Cocreadores al inicio y al finalizar su participación en la investigación de Costas (n-5)

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas?	Antes		Después	
	Dominio	No Dominio	Dominio	No Dominio
1. Utilizar cinta métrica, refractómetro, sistema de posición global (GPS) y colección de sedimento.	3	2	5	0
2. Conocer sobre playa, partes de la playa, costa, sedimentología de playas y río, recursos sedimentarios (ríos vs. mar)	4	1	5	0
3. Caracterizar la composición del sedimento (cualitativo por observación).	3	2	5	0
4. Hacer prueba de granulometría usando cernidores y preparar gráficos.	3	2	5	0
5. Identificar minerales por medio de estereoscopio y tomar fotografías de los mismos.	2	3	4	1
6. Identificar composición de sedimento usando prueba de HCl.	1	4	5	0
7. Manejar información de bancos de datos: precipitación, descarga de ríos y permisos de construcción.	2	3	4	1
F = 35	18	17	33	2
Por ciento	51%	49%	94%	6%

¿Cuánto valoro las afirmaciones que siguen?	Antes		Después	
	Valoración	Poca o nada de valoración	Valoración	Poca o nada de valoración
1. Puedo describir cómo usar responsablemente los ríos y de conservarlos.	3	2	5	0
2. Considero irresponsable a las personas que descargan contaminantes a los ríos.	4	1	5	0
3. Prefiero ser objetivo y honesto al buscar y analizar información científica.	5	0	5	0
4. Demuestro interés por realizar estudios sobre las descargas contaminadas que afecten a los ríos.	4	1	5	0
5. Creo que la organización comunitaria es un medio para defender el medio ambiente.	4	1	5	0
f = 25	20	5	25	
Por ciento	80%	20%	100%	

Tabla 23

Opinión de los Cocreadores sobre el nivel de información que opinaron tener al inicio y al finalizar en la investigación de Costas en torno a temas del proceso científico

¿Cuán informado estoy de los siguientes temas científicos? (n=5)	Antes		Después	
	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado
1. Inferir conclusiones que den respuestas al problema de investigación y solucionen el problema ambiental en la comunidad.	5	0	5	0
2. Elaborar metodología para recopilar información sobre las hipótesis de trabajo.	5	0	5	0
3. Formular problemas de investigación sobre asuntos ambientales de la comunidad.	5	0	5	0
4. Recopilar y analizar información en torno a las hipótesis o preguntas que dan respuestas al problema de investigación.	5	0	5	0
5. Presentar hipótesis de trabajo que den respuestas preliminares al problema de investigación.	4	1	5	0
6. Analizar información sobre el problema de investigación y de sus manifestaciones.	4	1	5	0
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	4	1	5	0
8. Discutir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.	4	1	5	0
f = 40	36	4	40	0
Por ciento	90%	10%	100%	

Proyecto de Investigación de Crustáceos

Tabla 24

Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener los Cocreadores al inicio y al finalizar su participación en la investigación de Crustáceos (n- 6)

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas?	Antes		Después	
	Dominio	No Dominio	Dominio	No Dominio
1. Significado de cuenca, biodiversidad, organismos del río y uso de tierra.	5	1	6	0
2. Uso y manejo de equipo (redes y trampas) para atrapar camarones y cangrejos.	4	2	6	0
3. Identificar las diferentes especies de camarones.	2	4	6	0
4. Toma de muestras de agua y utilizar equipo para medir temperatura, pH, oxígeno disuelto, nitrato, fosfato y salinidad.	6	0	6	0
5. Utilizar hoja de datos para analizar información básica sobre la muestra de agua y la diversidad de crustáceos.	6	0	6	0
F=30	23	7	30	0
Por ciento	77%	23%	100%	

¿Cuánto valoro las afirmaciones que siguen?	Antes		Después	
	Valoración	Poca o nada se valoración	Valoración	Poca o nada de valoración
1. Puedo describir cómo usar responsablemente los ríos y conservarlos.	6	0	6	0
2. Considero irresponsable a las personas que descargan contaminantes a los ríos.	6	0	6	0
3. Prefiero ser objetivo y honesto al buscar y analizar información científica.	6	0	6	0
4. Demuestro interés por realizar estudios que afecten a los peces, camarones y cangrejos.	6	0	6	0
5. Creo que la organización comunitaria es un medio para defender el medio ambiente.	6	0	6	0
f = 30	30	0	30	0
Por ciento	100%		100%	

Tabla 25

Opinión de los Cocreadores sobre el nivel de información que opinaron tener al inicio y al finalizar en la investigación de Crustáceos en torno a temas del proceso científico

¿Cuán informado estoy de los siguientes temas científicos?	Antes		Después	
	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado
1. Inferir conclusiones que den respuestas al problema de investigación y solucionen el problema ambiental en la comunidad.	6	0	6	0
2. Elaborar metodología para recopilar información sobre las hipótesis de trabajo.	6	0	6	0
3. Formular problemas de investigación sobre asuntos ambientales de la comunidad.	5	1	6	0
4. Recopilar y analizar información en torno a las hipótesis o preguntas que dan respuestas al problema de investigación.	5	1	6	0
5. Presentar hipótesis de trabajo que den respuestas preliminares al problema de investigación.	6	0	6	0
6. Analizar información sobre el problema de investigación y de sus manifestaciones.	5	1	6	0
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	6	0	6	0
8. Discutir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.	6	0	6	0
f = 48	45	3	48	0
Por ciento	94%	6%	100%	

Proyecto de Investigación de Murciélagos

Tabla 26

Conocimiento, destrezas y valores que informaron tener Cocreadores al inicio y luego al finalizar su participación en la investigación de Murciélagos (n=2)

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas? (n=2)	Antes		Después	
	Dominio	No Dominio	Dominio	No Dominio
1. Mitos del vampiro y murciélago vampiro	2	0	1	1
2. Ecosistema de los murciélagos.	2	0	2	0
3. Montar y desmontar redes para capturar murciélagos.	2	0	2	0
4. Identificar las especies de murciélagos.	2	0	2	0
5. Remover murciélagos de redes.	2	0	1	1

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas? (n=2)	Antes		Después	
	Dominio	No Dominio	Dominio	No Dominio
f = 30	10	0	8	2
Por ciento	100%		80%	20%

¿Cuánto valoro las afirmaciones que siguen?	Antes		Después	
	Valoración	Poca o nada de valoración	Valoración	Poca o nada de valoración
1. Considero irresponsable a las personas que descargan contaminantes a los ríos.	1	1	2	0
2. Prefiero ser objetivo y honesto al buscar y analizar información científica.	2	0	2	0
3. Demuestro interés por realizar estudios que afecten a los murciélagos.	2	0	2	0
4. Creo que la organización comunitaria es un medio para defender el medio ambiente.	2	0	2	0
f = 8	7	1	8	0
Por ciento	88%	12%	100%	

Tabla 27

Opinión de los Cocreadores sobre el nivel de información que opinaron tener al inicio y al finalizar en la investigación de Murciélagos en torno a temas del proceso científico

¿Cuán informado estoy de los siguientes temas científicos? (n=2)	Antes		Después	
	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado
1. Inferir conclusiones que den respuestas al problema de investigación y solucionen el problema ambiental en la comunidad.	2	0	2	0
2. Elaborar metodología para recopilar información sobre las hipótesis de trabajo.	2	0	2	0
3. Formular problemas de investigación sobre asuntos ambientales de la comunidad.	2	0	2	0
4. Recopilar y analizar información en torno a las hipótesis o preguntas que dan respuestas al problema de investigación.	2	0	2	0
5. Presentar hipótesis de trabajo que den respuestas preliminares al problema de investigación.	2	0	2	0
6. Analizar información sobre el problema de investigación y de sus manifestaciones.	2	0	2	0
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	2	0	2	0
8. Discutir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.	2	0	2	0
F=16				
Por ciento	Diferencia: 16	0	16	0
	100%		100%	

Conocimientos y Destrezas en los Cinco Proyectos: Antes y Después

De la información expuesta en las tablas anteriores se observó que $\frac{3}{4}$ partes de los Cocreadores que participaron en cuatro de cinco proyectos (Aves-100%, Murciélagos=100%, Crustáceos-77%, y Arqueología-75%) informaron tener dominio en conocimientos y destrezas relacionadas con sus respectivos proyectos en los que estaban matriculados. Más del 50% de los voluntarios del proyecto de Crustáceos informaron tener dichos dominios (ver tabla que sigue).

Al analizar el perfil académico de dichos voluntarios se evidencia que la mayoría tiene preparación de bachillerato, maestría y doctorado (entre el 50% al 100%). En entrevistas con los investigadores, informan que algunos de sus Cocreadores son o han sido sus estudiantes en la universidad. Por consiguiente, una posible explicación de estos por cientos altos de dominio de los Cocreadores al iniciarse en los diversos proyectos del programa esté asociado al tipo de educación recibida y que han sido Colaboradores del investigador en sus cursos universitarios.

Los voluntarios de las investigaciones de Costas y Crustáceos demostraron cambios notables en dominios de conocimientos y destrezas. Los Cocreadores de Arqueología mantuvieron en las fases antes y después un mismo nivel de dominio. Los datos de Aves y Murciélagos arrojaron datos que no son usuales en proyectos similares a estos. Los Cocreadores de estos dos proyectos informaron tener más dominios al iniciarse en el proyecto que al finalizar. Esto puede tener varias explicaciones, asunto que será retomado en el capítulo V.

Tabla 28

Opinión de los Cocreadores sobre el dominio de conocimientos y destrezas científicas al inicio y al finalizar en las investigaciones

¿Cuánto dominio tengo sobre estos conocimientos y destrezas?	Antes		Después	
	Dominio	No Dominio	Dominio	No Dominio
Arqueología	75	25	75	25
Aves	100	0	67	33
Costas	51	49	94	6
Crustáceos	77	23	100	0
Murciélagos	100	0	80	20

Niveles de valoración de actitudes científicas en los cinco proyectos: antes y después

Los Cocreadores que se iniciaron en el proyecto demostraron tener una alta valoración en torno a diversas actitudes o valores que orientan cada una de las investigaciones. Los Cocreadores de Arqueología, Crustáceos, Aves y Costas demostraron altos porcentos de valoración al iniciarse en las respectivas investigaciones (entre 80% y 100%). Los Cocreadores de Murciélagos demostraron un 50% en la

valoración en actitudes relacionadas a dicha investigación con dicha área. Aunque el porcentaje de valoración al inicio fue alta, la mayoría de los Cocreadores (Costas, Crustáceos y Murciélagos) finalizaron con un aumento en valoración en actitudes hacia temas relacionados con sus respectivas investigaciones. Los Cocreadores del proyecto de Aves mantuvieron la misma valoración antes de iniciar el proyecto y después de finalizar. El proyecto de Murciélagos fue el que demostró mayor cambio de valoración hacia temas ambientales y actitudes relacionados con dicha investigación.

Requiere destacar que los Cocreadores demostraron un sólido respaldo, tanto antes como después al concebir la organización comunitaria como un medio para defender el medio ambiente. Al finalizar el proyecto, el 100% de los Cocreadores demostraron unánimemente la gestión comunitaria como un instrumento que tiene la ciudadanía para defender el medio ambiente. Las competencias científicas adquiridas en los cinco proyectos proveen medios intelectuales para impulsar cambios ciudadanos en sus comunidades.

Tabla 29

Valores que informaron tener Cocreadores al inicio y al finalizar su participación en los cinco proyectos de investigación de murciélagos

¿Cuánto valoro las afirmaciones que siguen?	Antes (%)		Después (%)	
	Valoración	Poca o nada de valoración	Valoración	Poca o nada de valoración
Arqueología	100	0	100	0
Aves	80	20	80	20
Costas	80	20	100	0
Crustáceos	100	0	100	0
Murciélagos	50	50	100	0

Niveles de información del proceso científico en los cinco proyectos: antes y después

Los Cocreadores informaron estar altamente informado e informado (entre 80% y 100%) en los ocho pasos del método científico. Los Cocreadores de los proyectos de Arqueología y Murciélagos demostraron estar informados en un 100%. Los Cocreadores de Costas y Crustáceos informaron estar informado en un 90% o más sobre el proceso científico. El Cocreador de Aves fue informado en un 80% de los procesos de la ciencia antes de comenzar en el proyecto. Los Cocreadores de Costas y Crustáceos tuvieron un aumento entre 6% a 10% en niveles de información entre antes de iniciarse en el proyecto y luego de finalizar el mismo. El proyecto de Aves mantuvo el mismo porcentaje de nivel de información obtenida en los tiempos de antes y después.

Estos datos son similares a los presentados en la tabla 27 en donde se evidencia que los Cocreadores informaron un (1) por ciento alto de dominios de conocimientos y destrezas en temas científicos de los respectivos proyectos de investigación al iniciarse

en sus respectivos proyectos. Si bien los Cocreadores informaron tener altos dominios de conocimientos y destrezas en temas científicos, así como altos niveles de información sobre procesos de la ciencia al inicio del proyecto, resalta el dato que los porcentos de niveles de información sobre procesos científicos es mucho más alto (entre 80% y 100%) que los niveles de dominio de temas científicos (entre 51% 100%). Los Cocreadores demostraron tener aprendizajes más sobre el proceso de las ciencias que los temas científicos de cada uno de los proyectos de investigación.

Es posible que el alto porcentaje de nivel de informativo de los Cocreadores sobre el proceso de las ciencias esté asociado al perfil académico de estos. Anteriormente se evidenció que un porcentaje alto de los Cocreadores tiene grados académicos de bachillerato, maestría y doctorado. Uno de los objetivos de las universidades es que sus egresados dominen los procesos de la ciencia. Por consiguiente, es probable que el alto porcentaje de niveles de información de los Cocreadores al iniciarse en sus respectivos proyectos esté asociado a su sólida formación científica en las universidades.

Tabla 30

Niveles de información sobre el proceso científico que informaron tener Cocreadores al inicio y al finalizar su participación en los cinco proyectos de investigación

¿Cuán informado estoy de los siguientes temas científicos? (n=2)	Antes %		Después %	
	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado	Altamente Informado e informado	Poco o nada informado
Arqueología	100	0	100	0
Aves	80	20	80	20
Costas	90	0	100	0
Crustáceos	94	0	100	0
Murciélagos	100	0	100	0

Información Evaluativa de Apoyo al Aprendizaje Declarativo y Procesal

Como parte del plan de evaluación, se consideraron diversos medios de recopilar información para dar apoyo al proceso de aprendizaje, en particular la observación partícipe y el grupo focalizado. Estos hallazgos explican las circunstancias instruccionales sobre las que los voluntarios aprenden. Los medios informativos de apoyo al aprendizaje dan respuesta a los primeros tres objetivos del plan de evaluación:

1. Comprender conocimiento básico sobre los principios, conceptos, proceso científico y técnicas de investigación científica utilizada en el estudio de (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos).
2. Aplicar técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en las siguientes áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. (Destrezas).

3. Demostrar actitud de interés por analizar los efectos del urbanismo en el ecosistema (diversidad de especies y la dinámica comunitaria) circundante a la cuenca del Río Grande de Manatí.

Observación Partícipe

Durante el proceso evaluativo se determinó con los directivos de la organización Para la Naturaleza incluir un nuevo modo de recopilar información para representar la dinámica que se daba en las actividades y se optó por las observaciones partícipes. La observación partícipe es un modo de recopilar información de cómo los voluntarios aprenden y otras variables relacionadas a la actividad. Estas observaciones se redactaron siguiendo las siguientes fases: inicio, desarrollo y cierre. Cada una de las fases se orientó por criterios de observación. A diferencia de otros medios de recopilar información, la observación partícipe provee información en torno al ambiente, la dinámica y el proceso de enseñanza-aprendizaje. Si bien esta evaluación se concentró en observar aprendizaje, en la práctica tal acción se vincula con la enseñanza. Aunque se hace referencia a la enseñanza nos enfocamos en los productos de aprendizajes que se propiciaron. Se quería conocer cuáles eran las condiciones instruccionales que apoyaban el aprendizaje de los voluntarios.

Las actividades de los investigadores se visitaron mensualmente y se sometieron informes a los investigadores para que reflexionaran sobre los resultados. La función principal de la observación partícipe fue formativa, es decir que los investigadores obtuvieran información sobre la dinámica instruccional que promovía determinados aprendizajes. Además, esta información dio apoyo para comprender la dinámica en la que aconteció el aprendizaje. Primeramente, se presentan los hallazgos de observaciones realizadas en las actividades organizadas por los investigadores. Esta observación se realizó siguiendo las fases de inicio y desarrollo. Luego, en la tercera fase se presentan los comentarios derivados de las observaciones realizadas (Ver Apéndice 19 Tabla de observaciones partícipes).

Observaciones de inicio. Las observaciones de inicio fue sobre las siguientes seis variables: orientación inicial sobre la organización Para la Naturaleza y de las actividades del día, presencia en la actividad de los investigadores y sus asistentes, asistencia a la actividad, cumplimiento con el horario de la actividad y tipo de investigación observada.

Se realizaron 21 observaciones partícipes en las siguientes investigaciones: cinco del proyecto de Arqueología, cuatro de Aves, seis de Costas, una de Murciélagos y cinco de Crustáceos. En el 95% de las observaciones (20 de 21) se orientó a los voluntarios sobre el proyecto de la organización Para la Naturaleza y del proyecto particular de investigación. Se explicó sobre el proceso evaluativo y en casi todas las actividades entregaron el cuestionario al inicio del proyecto. En pocas ocasiones no se entregó las hojas de evaluación al finalizar la actividad.

El 48% de las actividades estuvieron dirigidas por los investigadores (10 de 21). En ocasiones el investigador tenía dos actividades a la misma hora sobre el mismo tema y en otras ocasiones el asistente dirigía hábilmente la actividad, con supervisión del

investigador. El 38% (8 de 21) de las actividades eran dirigidas en equipo por los asistentes y los investigadores y el 14% (3 de 21) fue dirigida solo por asistentes de investigación.

En las 21 observaciones de actividades científicas participaron 172 voluntarios y 80 recursos (alrededor de dos voluntarios por recurso). En el 28% de las actividades realizadas durante el primer año del proyecto tuvieron una cantidad de asistencia de recursos equivalente o mayor que voluntarios. No obstante, esto varió en el último año, al reflejar una mayor asistencia de voluntarios que de recursos. Las actividades de investigación tuvieron un promedio de asistencia entre 1 a 10 voluntarios, a saber: Crustáceos (10), Arqueología (9.8), Costas (9), Aves (7) y Murciélagos (1).⁶ El perfil de los voluntarios (172) en las 21 actividades observadas hay una marcada representación de estudiantes universitarios y profesionales. Hay una reducida participación de miembros de la comunidad. La mayoría de los asistentes son jóvenes (entre 18 a 22 años), hay pocos niños debido a que el Proyecto estuvo dirigido a menores de 14 años o más y pocas personas adultas (entre 30 a 60 años).

El 86% de las actividades comenzaron en el tiempo acordado o antes de tiempo (18 de 21), una se comenzó antes de tiempo y no se tiene información de otras dos. La tardanza no sobrepasó los 20 minutos. El 86% de las actividades estuvo presente la investigadora y el intérprete. Los asistentes estuvieron en casi todas las actividades y en varias ocasiones el intérprete y asistentes dirigían la actividad.

Observaciones de desarrollo. Las observaciones de desarrollo se enfocaron en las siguiente siete variables relacionadas con aprendizajes: 1. Comprenden las instrucciones, 2. Asumen un proceder activo sobre su aprendizaje, 3. Hay diálogo y confianza entre los mismos participante y con el científico, 4. Su aprendizaje se concentra en escuchar, 5. Su aprendizaje se concentra en practicar, 6. Voluntarios e intérpretes traducen lenguaje técnico a uno sencillo a los voluntarios, 7. Participación de voluntarios e intérpretes en proceso de aprendizaje de voluntarios. Dado que el aprendizaje está relacionado con la enseñanza se identificaron estas relaciones. A continuación se presentan los hallazgos:

Comprensión de instrucciones. En todas las actividades (21) los voluntarios demostraron comprender las instrucciones ofrecidas en las actividades. Los asistentes o los investigadores utilizaban técnicas de parafraseo (ej. ¿Están comprendiendo? o ¿Cualquier duda sobre algo que no entiendan me dejan saber?), modelaje, preguntas de validación, ejemplos e ilustraciones para clarificar visualmente instrucciones o aprendizajes. En otras ocasiones, los asistentes con más experiencia traducían a sus compañeros las instrucciones ofrecidas en la actividad. Los Colaboradores y Cocreadores asumieron roles más activos en los últimos 8 meses del proyecto. Ellos explicaban y orientaban para mejorar comprensión.

Proceder activo sobre su aprendizaje. En las 21 actividades observadas se evidenciaron acciones representativas de un proceder activo de los voluntarios en su aprendizaje. Los voluntarios con mayor experiencia en los temas de la actividad asumían

⁶ La cantidad promedio del proyecto de Murciélagos no es la más adecuada debido a que solo se observó en una ocasión.

iniciativas para clarificar conceptos o utilizar instrumentos en el aprendizaje de otros voluntarios con menos experiencia. Los voluntarios aprendían haciendo tareas (montando redes, uso del tacto, tomar anotaciones, clasificar aves, uso de instrumentos y otros). Los Colaboradores y Cocreadores fortalecían su aprendizaje conforme explicaban y orientaban a los demás voluntarios. Este proceso de aprendizaje fue más evidente en los últimos 8 meses.

Diálogo y confianza entre voluntarios y con el científico. El ambiente de aprendizaje en las 21 actividades fue de diálogo y confianza entre, asistentes, voluntarios, intérpretes y científico. En varias ocasiones el diálogo investigador-voluntarios aconteció a partir de las experiencias del aprendiz. Hubo diálogo y confianza entre voluntarios para aprender entre ellos mismos. Esta dinámica dialógica se observó frecuentemente, mayormente las iniciaban los que demostraban mayor dominio. Se observaron en varias ocasiones diálogos mediante preguntas abiertas y de pensamiento crítico al interpretar y evaluar resultados. Se observaron gestos de interés en voluntarios cuando ocurrían diálogos entre *expertos* (asistentes e investigador). Este diálogo fue una constante en los 21 actividades observadas. El ambiente de aprendizaje se dio en un ambiente natural, de confianza e informal.

Aprendizaje basado en escuchar y practicar. Escuchar y aplicar eran medios usuales para el aprendizaje. Aunque se hacían presentaciones orales, estas eran interactivas y se usaban medios visuales para sustentar las presentaciones orales. Las actividades de aplicar fueron diversas, desde hacer tareas hasta utilizar destrezas complejas de pensamiento como cuestionar, argumentar, aplicar, interpretar o evaluar. Se percibió una correspondencia entre la lógica de enseñar y la psicología de aprender. La lógica de enseñar se representó mediante la organización de conceptos y la relación entre ellos. La psicología de aprender se fundamentó en las experiencias de los voluntarios. Había una correspondencia entre la lógica organizativa de los conceptos tratados con el uso de prácticas instruccionales que apelaran al aprendizaje pertinente del participante. Los aprendizajes se orientaron por exposiciones lógicamente organizadas. Se articulaba la conferencia con ejercicios de práctica. Había un fluir de deducción e inducción constante. Se explicaba conceptualmente para aplicar con una lógica de escuchar y practicar. En ocasiones, podía ocurrir que se practicaba y luego se conceptuaba (inducción), pero tal enfoque era menos ocasional.

Igualdad, distanciamiento, tipo de diálogo formal o informal. Como señalado anteriormente, había un ambiente de confianza, circunstancia que propició una relación de igualdad entre voluntarios, asistentes, intérpretes, voluntarios e investigadores. En varias ocasiones se *tuteaba* al investigador, al voluntario o al asistente y tal acción no era percibido por los demás como un proceder incorrecto. Dicha dinámica de relaciones sociales en las actividades sugiere un ambiente de informalidad, confianza e igualdad entre todos. Es posible que tal proceder esté relacionado por la manera en que los investigadores y asistentes trataban a los voluntarios. A diferencia de un salón de clase tradicional, las personas se sentaban juntas y la distancia entre aprendiz y recursos era cercana (uno a tres pies). Tal dinámica fue una constante en todas las actividades.

Participación de investigador voluntarios e intérpretes. En 10 de 21 actividades, los investigadores y asistentes tuvieron una participación activa en dirigir las actividades y tenían buena aceptación de los voluntarios. Los voluntarios (8) y los intérpretes (7) tuvieron una participación notable en las actividades. Se evidenciaba una relación empática entre intérpretes y voluntarios. Hay que destacar que los voluntarios Colaboradores y Cocreadores asumieron un liderazgo activo sobre su proceso de aprendizaje en los últimos ocho meses del proyecto, evidenciando seguridad al explicar a otros lo que conocían. La participación activa de los asistentes de investigación y voluntarios medulares en las actividades fue más protagónica y presencial que la de los intérpretes.

Observación de cierre. Llama la atención la asistencia de pocos voluntarios de la comunidad aledañas a la cuenca del Río Grande de Manatí. La mayoría de los voluntarios que participaron en las actividades eran jóvenes, así como una presencia notable de universitarios y profesionales. Las actividades se realizaban a la hora acordada y en el tiempo asignado. Hubo gran participación de los asistentes de investigación en la dirección de las actividades, siempre bajo supervisión del investigador. Al inicio de la actividad se orientaba a los voluntarios del proyecto, la actividad, la organización Para la Naturaleza, así como se administraba el cuestionario.

De las observaciones realizadas en las actividades se identificaron las siguientes manifestaciones del proceso de aprendizaje: ambiente democrático, informal, confianza, participación activa de los asistentes, comprensión de instrucciones y explicaciones. Aunque se observó que el proceso de aprendizaje se inicia mediante el conocimiento y luego se aplica, igualmente se observó una tendencia a dedicar más tiempo de aprender haciendo. Se promovía un aprendizaje a través de diversos medios (visuales, conferencias, talleres, ejemplos y otros). Una constante en el aprendizaje era escuchar y practicar. El aprendizaje se orientaba en comprender la estructura lógica de los conceptos e internalizar los conceptos conforme a la experiencia y pertinencia del aprendiz. Se aprendía de manera deductiva e inductiva. Los asistentes, voluntarios e intérpretes tuvieron una participación notable en las actividades. La participación activa de los asistentes de investigación y los voluntarios medulares en las actividades fueron más protagónicas y presenciales que la de los intérpretes. El rol del voluntario por aprender de manera activa y de enseñar a otros se hizo más evidente en los últimos 8 meses.

Síntesis

El aprendizaje es un proceso de internalización intelectual que está vinculado con las experiencias externas de la enseñanza. Los hallazgos analizados mediante el cuestionario y la rúbrica evidenciaron aumento en el aprendizaje de los voluntarios del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. En particular, los voluntarios demostraron comprender conocimiento básico sobre los principios, conceptos, proceso científico y técnicas de investigación científica (1^{er} objetivo) y aplicar técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en las diversas investigaciones (2^{do} objetivo). El logro de estos aprendizajes están asociados a las prácticas educativas utilizadas en las diversas actividades de investigación. Estas prácticas educativas se caracterizaron por los siguientes atributos: educación informal en un ambiente natural y

democrático, trabajo en equipo colaborativo, diálogo lógico, apoyo administrativo al aprendizaje, enseñanza lógica de conceptos a partir de experiencia del aprendiz, aplicación de conceptos y aprender haciendo, uso de diversas prácticas inductivas y deductivas de enseñanza, así como una relación empática entre aprendiz y recursos. Se evidenció que el aprendizaje logrado se dio en un contexto de educación no tradicional.

Grupo Focalizado

Un segundo instrumento de apoyo informativo fue el grupo focal. El grupo es una técnica cualitativa de avalúo en la que se recopila información basada en el diálogo. La asistencia al grupo fue de 10 voluntarios. Conforme a la literatura, un grupo focal debe tener entre siete a 12 voluntarios acerca de un tema generador (Krueger, 1991), por lo que el grupo de referencia cumplió con tal criterio. En esta sección de preguntas participaron voluntarios de las investigaciones de Arqueología, Aves, Costas y Crustáceos. El grupo focal dio atención a categorías temáticas dirigida a dar respuesta a los siguientes dos objetivos del plan de evaluación, a saber: Comprender conocimiento básico sobre los principios, conceptos, proceso científico y técnicas de investigación científica utilizada en el estudio de (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos); Aplicar técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en las siguientes áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. (Destrezas).⁷

Conocimiento científico y aplicación de técnica. Primeramente, se formuló la siguiente interrogante a los voluntarios ¿Qué ideas nuevas sobre investigación científica aprendió o fortaleció en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario? Se les aclaró a los voluntarios que los aprendizajes debían ser adquiridos en el proyecto. En el caso que los aprendizajes hubieran sido adquiridos antes de iniciarse en el proyecto, debían informar si los mismos se habían fortalecido en el proyecto.

Los voluntarios informaron haber aprendido ideas nuevas sobre investigación científica y clarificado nociones científicas. En particular, algunas ideas aprendidas: a clasificar las aves por su sonido, clasificar crustáceos, ecosistemas y diversidad en el río, comprender el ciclo de vida de los organismos que viven en río, cambios geomorfológico que afectan las costas, efecto de la contaminación río arriba afecta las costas, procedimientos en la exploración arqueológica, relación entre la arqueología y el medio ambiente, el rol del científico en la sociedad y otros. Además, desarrollaron destrezas técnicas que les permitieron aplicar el conocimiento científico adquirido en los talleres de investigación. Algunos voluntarios informaron haber aprendido a tomar la temperatura mediante el anemómetro, monitorear el río hacer pruebas de nitrato y de fosfato, de Ph, método de captura de crustáceos, medir el ancho de playa, usar el GPS, la cinta, brújula, cómo documentar información y uso del método científico para problemas cotidianos (Ver transcripción en Apéndice 22) A continuación se presentan una selección de fragmentos informativos de los voluntarios en la que elaboran los

⁷ El grupo focalizado provee información para un tercer objetivo (comunicación), el cual será analizado en otra sección.

aprendizajes (conocimiento declarativo y procesal) obtenidos en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario (Ver fragmentos informativos en Apéndice 23).

- *Yo si tenía un poco de conocimiento científico. Fueron parte de mis estudios. Pero de tirarme al campo hacer estas investigaciones y conteos, nunca lo había hecho. Esto si es nuevo para mí. Además, asistir en instrumento, en la identificación, el proceso, eso sí, todo eso es nuevo para mí (p. 6, línea 15).*
- *Aprendimos sobre los ecosistema, la diversidad que hay en el río. Uno viviendo tanto tiempo en, en la comunidad. Treinta y pico de años y conociendo este otro nuevo mundo para uno. A pesar de que siempre está el compromiso de verdad, de cuidarlo y protegerlo está siempre presente. Pues, aprendimos también sobre los distintos herramientas de trabajo para medir este, el oxígeno, nitrato. Creo que lo más importante de todo esto es conocer, verdad, de primera, de profesionales que nos están, orientando y que nos están, educando qué cosas afectan a ese río y cómo podemos nosotros, verdad, cuidarlo y protegerlo (p.7, línea 9)*
- *Pues, yo no sabía absolutamente nada, todo lo que sé ahora, lo aprendí aquí. Y desde, el sentido de pertinencia hasta utilizar los materiales, las herramientas que utilizamos como GPS, la cinta, documentación, la brújula, el balaústre...Pues, he desarrollado las técnicas de cómo se utilizan (p. 8, línea 7).*
- *Lo más que me llamó la atención fue lo del ciclo de vida, porque ahí es donde uno ve la importancia de proteger toda esa diversidad, todo ese sistema que va desde el río. Desde las montañas río arriba, prácticamente desde que nacen los ríos hasta la playa. Y que no son sistemas aislados, sino que están interconectados. Y no basta con proteger los ríos en la montaña, sino se protegen las costas, y viceversa (p. 7, línea 6).*
- *Bueno, lo que yo he aprendido en los dos proyecto es, cómo la cuenca ha sido impactada por más de 6,000 años de contacto humano, desde la sociedad pre colombina. Y cómo el cambio geomorfológico ha afectado la costa, que era donde se encontraba la mayor concentración de la civilización, de personas en aquellos momentos. Y cómo se ha ido retirando esos cambios geomorfológicos, cómo han ido afectando el lugar específicamente y cómo la contaminación río arriba puede afectar también la costa, río abajo, está todo conectado (p.8, línea 2).*
- *Lo más que me llamó la atención fue el conocimiento práctico del método científico... en la escuela superior uno coge unos conceptos de metodología científica, pero eso se le olvida a uno... Aprendí a como formalizar la información que estoy empezando a digerir (p. 9, línea 5).*
- *Así que, yo creo que es bien importante, verdad. Por ejemplo, el caso de mi comunidad que llevamos muchos años trabajando con la problemática del*

impacto de la gente de afuera que va a los ríos. Yo no había tenido la oportunidad de ver que si hay una manera de recopilar evidencia científica que fortalezca esos planteamientos. Así que en ese sentido, pues, aprender a cómo manejar las cosas que uno ve y llevarlas a unos resultados puedan evidenciar algo, pues esto es bien importante (pp 9-10, línea 7).

Hay que destacar que en el proyecto de Ciudadano Científico Comunitario los voluntarios no solo aprendieron cosas nuevas (aún teniendo experiencia y previos conocimientos científicos), sino que se fortalecieron y mejoraron pre concepciones sobre la diversidad de los ecosistemas, así como en la aplicación de técnicas de investigación científica. Varias observaciones realizadas por los voluntarios resaltan la importancia de los conocimientos y destrezas científicas aprendidas para lidiar con los ecosistemas de su comunidad. Tales observaciones son consistentes con las expresadas por algunos investigadores en las que señalan que el proyecto ha tenido una orientación para formar ciudadanos científicos comunitarios. Si bien es cierto que el componente comunitario no fue una variable directa del proyecto, la misma afloró en varias ocasiones por diversos sectores del proyecto.

La información obtenida del grupo focalizado demostró que los Colaboradores y Cocreadores del proyecto opinan haber obtenido aprendizajes relacionados a conocimiento y destrezas científicas en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Los aprendizajes que ellos identificaron son en gran parte similares a los que se espera que un Colaborador o Cocreador desarrolle en su experiencia educativa. En este sentido, estos hallazgos evidencian la aportación que ha hecho el proyecto Ciudadano Científico Comunitario para lograr sus primeros dos objetivos: 1. *Comprender conocimiento básico sobre los principios, conceptos, proceso científico y técnicas de investigación científica utilizada en el estudio de (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos);* 2. *Aplicar técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en las siguientes áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. En esta actividad no hubo representación de la investigación del proyecto Murciélagos.*

Comunicación de la Investigación Científica

La sección de comunicación de la investigación científica da respuesta al siguiente objetivo: ***Comunicar a través de diversos medios los hallazgos de investigación en cada una de las áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. (Comunicación).*** La variable comunicación científica fue evaluada mediante una hoja de cotejo. En colaboración con los investigadores se identificaron ocho medios de comunicación y se dejó la opción de otras para considerar otros medios. En particular, se analizan los objetivos de cada uno de los medios utilizados y se hacen comentarios en cuanto al nivel de comunicación: diseminación, difusión y divulgación de conocimiento científico (Ver definición conceptual). Este instrumento fue administrado en un solo momento a Colaboradores y Cocreadores. Al finalizar el análisis de hallazgos se elabora una síntesis de datos más relevante vinculados al objetivo del proyecto.

El instrumento hoja de cotejo fue completado por 16 voluntarios bajo la categoría de Colaboradores y Cocreadores. Doce (12) de los voluntarios eran Cocreadores y 4 Colaboradores. Estos informaron haber realizado o tienen proyectado realizar 63 actividades para comunicar sus proyectos científicos a expertos, ciudadanos con experiencia en el tema y la comunidad en general. Las actividades documentadas tienen como objetivos generales educar, orientar, presentar hallazgos, informar, departir información, crear conciencia sobre los temas específicos de los proyectos Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos tanto con la comunidad científica, entiéndase expertos, como con niños, adultos, comunidades escolares y universitarias.

Los voluntarios seleccionaron los ocho medios de comunicación identificados en la Hoja de cotejo para diseminar sus proyectos de investigación, tales como: ofrecer charlas, utilizar páginas web, escribir artículos en periódicos, presentar conferencia acompañado de investigador, presentar informes, preparar hojas sueltas, participar en ferias, colaborar con investigador en elaboración de un artículo, colaborar con el investigador en la elaboración de material para presentación, video documental, participar en programa de radio y participar en entrevista con relacionista público de la UPR.

Las actividades se categorizaron en las siguientes tres dimensiones: 1. realizadas, 2. por realizar y 3. interés por realizarla. Esta agrupación de tareas nos provee hallazgos de resultados de comunicación logrado a principio del mes de septiembre y ofrece proyecciones hacia los tipos de comunicación que los voluntarios atenderán próximamente (actividades a realizar e interesadas en realizar).

Los voluntarios completaron un 57% de las actividades documentadas en las hojas de cotejo de forma global. Mientras, un 17% de las actividades se completarán en el futuro, esto se refiere en los meses entre septiembre a diciembre 2015. Por último, un 25% de las actividades documentadas por los(as) voluntarios(as) son aquellas que estos desean realizar, pero no están planificadas.

De las 63 actividades documentadas, 57% de estas corresponden a un nivel de **divulgación** de la información científica, entendiéndose que están dirigidas a un público no especializado. Por otra parte, el 6% corresponde a un nivel de **difusión** de la información científica, dirigida a una audiencia educada que tiene conocimiento general del tema. Finalmente, el 37% de las actividades está dirigida para ser **diseminada** la información científica mediante el uso de los distintos medios de comunicación.⁸ Esto quiere decir, que la información se dirige a un público experto en el tema que se disemina. Los resultados presentados se analizan a continuación de forma individual por proyectos y de esta forma profundizar en los aspectos de logro de objetivos de las actividades de comunicación, nivel de comunicación y los medios de comunicación utilizados.

⁸ La comunicación científica responde a tres dimensiones: Diseminación: en este tipo de comunicación para expertos; Difusión: Es una comunicación para público con conocimiento general sobre el tema. Divulgación: Es una comunicación accesible para el público general.

Comunicación en el Proyecto de Murciélagos

Cinco (5) voluntarios de la investigación de murciélagos completaron la hoja de cotejo, dos de ellos Cocreadores(as) y tres (3) Colaboradores. Éstos documentaron 23 actividades, de las que el 70% fueron completadas y 30% corresponden a actividades que se completarán en el futuro. Los objetivos generales de estas actividades lo son educar, orientar, presentar hallazgos de investigación y compartir información relacionada a murciélagos con público general (niños y adultos) y la comunidad científica.

Dichos voluntarios seleccionaron los siguientes medios de comunicación: ofrecer charlas, utilizar páginas web, escribir artículos en periódicos, presentar conferencia acompañado de investigador, presentar informes, preparar hojas sueltas y participar en ferias. El 61% de las actividades realizadas fueron de ***divulgación***, 4% de ***difusión*** y 35% de ***diseminación***. Ejemplos de actividades de divulgación realizadas por los voluntarios de esta investigación fueron: charlas educativas con distintas poblaciones como lo es en actividades educativas y de orientación sobre murciélagos dirigidas a niños de Casa Olimpiadas en Bayamón, comunidad de la Universidad Interamericana Metropolitana y público en general en actividad del Día de la Tierra en la Comunidad Buchanan. Otros ejemplos de divulgación fueron las hojas sueltas con vocabulario no especializado y popular, accesible al público general, así como presentaciones orales junto a investigador en escuelas públicas dirigidas a estudiantes para realizar feria científica.

Los voluntarios del proyecto de investigación de Murciélagos tienen proyectado realizar actividades de diseminación a través de su participación en el Simposio de la Sociedad Norteamericana para la Investigación de Murciélagos (NASBR, siglas en inglés) del 28-31 octubre del 2015 en Monterey, California. En este foro se presentarán hallazgos de investigación a quiroterólogos, una audiencia especializada en el tema de murciélagos.

En este proyecto se promovieron actividades de comunicación tanto de nivel de divulgación como de diseminación. Aunque hubo actividades que correspondían a un ejercicio individual por parte de los voluntarios, se constatan redes de apoyo por parte de familiares, como lo expresó una de las voluntarias que es madre de un Cocreador y que participó activamente del proceso de comunicación. También se evidenció apoyo por parte del investigador hacia los voluntarios en la presentación de resultados y charlas. El logro de los objetivos de las actividades, así como el nivel de comunicación y medios de comunicación empleados se corroboró mediante cartas de reconocimiento que se reseñaron como evidencias presentadas por un voluntario (Ver actividades de comunicación en Apéndice 24).

Comunicación en el Proyecto de Aves

Del proyecto de investigación de Aves participaron tres (3) Cocreadores. Los voluntarios documentaron 15 actividades, habiendo completado un 60% de las mismas. El 27% de las actividades documentadas serán completadas por los voluntarios en el futuro y el 13% corresponden a las que desean realizar. Los objetivos generales de estas

actividades son educar, presentar hallazgos de investigación y dar a conocer información sobre aves y bosque Monte Choca.

Ellos seleccionaron los siguientes medios de comunicación: ofrecer charlas, utilizar páginas web, escribir artículos en periódicos, colaborar con investigador en elaboración de un artículo, presentar conferencia acompañado de investigador, presentar informes, preparar hojas sueltas, colaborar con el investigador en la elaboración de material para presentación y participar en ferias. El 53% de las actividades de comunicación fueron de divulgación, 7% actividades de difusión y 40% de diseminación de la información científica.

De las actividades reseñadas su nivel de comunicación corresponde a que un 61% de ellas son de divulgación, 4% de difusión y 35% de diseminación. Una de las actividades que sirve para ejemplificar el proceso de divulgación mediante charlas, lo es el campamento educativo que integró las charlas sobre aves y el bosque de Monte Choca creado por una de las Cocreadoras del proyecto. También se encuentra el nivel de difusión, que se representa mediante la evidencia de otra Cocreadora del proyecto de Aves que realizaron una presentación oral junto al investigador para la audiencia de Para La Naturaleza en la Hacienda La Esperanza. En esta actividad hubo participación de expertos y conocedores del tema en general.

Como se ha expuesto anteriormente, las actividades realizadas por los voluntarios corresponden a un nivel de divulgación, teniendo correspondencia con los objetivos de las actividades y a la audiencia que están dirigidas, entiéndase, niños, estudiantes y comunidad en general. De esta forma, los voluntarios lograron el objetivo de sus actividades como lo es el campamento educativo para niños en el Bosque Monte Choca creado por una de las Cocreadoras. Por otro lado, de acuerdo a los datos presentados, en este proyecto se promovieron más actividades de comunicación de trabajo individual. Sin embargo, las actividades proyectadas para el futuro están dirigidas para colaborar con el investigador en la presentación de diseminación de hallazgos científicos en la conferencia Bird Life International. Esta experiencia de comunicación científica es importante en la formación de los voluntarios como ciudadano científico y llama la atención que el perfil de los voluntarios Cocreadores de este proyecto no son estudiantes universitarios.

Comunicación en el Proyecto de Crustáceos

En el proyecto de investigación de Crustáceos participaron dos voluntarios Cocreadores. Estos utilizaron un video para documentar su proyecto en la investigación de Crustáceos. Esta actividad fue completada en el nivel de divulgación debido a que el video se utilizó para educar a comunidades y al público general. El video consistió de entrevistas a tres pescadores de la cuenca del Río Grande de Manatí y en el mismo se representan visuales del proceso de pesca de Crustáceos en el río. Hay coherencia entre lo que se presenta en el video y al público para el cual fue hecho. Este video se clasifica de divulgación, es corto, informativo y logra captar la atención del público en general en 47 segundos. Se utiliza una canción moderna, imágenes relacionadas a la recopilación de datos, muestras, instrumentos y análisis de datos de manera amena.

De igual manera, existe correspondencia con la actividad documentada por los voluntarios en la hoja de cotejo y su objetivo de educar a las comunidades. No solo logran un proceso de comunicación para educar, sino que incluyen a otros recursos de la comunidad que son conocedores del tema a informar, asunto que es pertinente para el nivel de comunicación para divulgar información al público en general.

Comunicación en el Proyecto de Arqueología

Dos voluntarios Cocreadores del proyecto de arqueología documentaron en sus hojas de cotejo un total de 9 actividades de comunicación. El 11% de las actividades fueron completadas y el 89% corresponden a las actividades que desean realizar. Las actividades tuvieron como objetivos generales: informar, orientar sobre la importancia de la arqueología, hacer accesible la información y presentar hallazgos. Para ello, utilizaron como medios de comunicación: ofrecer charlas, utilizar páginas web, participar en programa de radio, escribir artículos en periódicos, colaborar con investigador en elaboración de un artículo, preparar hojas sueltas, participar en entrevistas con relacionista público de la Universidad de Puerto Rico y colaborar con la investigadora en la elaboración de material para presentaciones. El 67% de las actividades de comunicación tuvieron el objetivo de divulgar información, 11% difundirla y 22% diseminarla. Se destaca que en abril de 2015 los Cocreadores de este proyecto participaron en un Simposio de la Sociedad Americana de Arqueología en San Francisco, CA.

Los medios de comunicación seleccionados estuvieron dirigidos para divulgar información a gran escala a público general. Esto se evidencia mediante los objetivos de las actividades en la que los voluntarios indican que desean que la información científica sea accesible a todas las personas. De acuerdo a los datos presentados, se concluye que hay coherencia entre los objetivos y los medios de las actividades de comunicación con la audiencia a la que va dirigida.

Comunicación en el Proyecto de Costas

Finalmente, se analizarán los datos de comunicación del proyecto de Costas. Se recopilaron las hojas de cotejo de 4 voluntarios, de los cuales eran 3 Cocreadores y una colaboradora. Estos documentaron 14 actividades cuyos objetivos generales fueron: educar, orientar, dar a conocer la información y presentar hallazgos. Los voluntarios utilizaron como medios de comunicación: ofrecer charlas, utilizar páginas web, escribir artículos en periódicos, colaborar con investigadora en elaboración de un artículo, presentar conferencia acompañado de investigadora, preparar hojas sueltas, colaborar con la investigadora en la elaboración de material para presentación y participar en ferias.

Las actividades documentadas fueron completadas por los voluntarios en un 57% y 43% de actividades que se desean realizar. De las actividades mencionadas, el 43% son unas que pretenden la divulgación de la información científica. El 7% de las actividades son para la difusión y el 50% para la diseminación de la información. Como ejemplo de la diseminación en este proyecto se puede mencionar la actividad del Congreso Anual de la Asociación de Geógrafos Americanos (AAG) que se llevó a cabo

del 20-25 de abril de 2015 en Chicago, Il. En esta actividad participaron voluntarios y diseminaron resultados de la investigación de Costas.

En este proyecto se promovieron más actividades de colaboración con la investigadora, lo que demuestra una relación de mayor acercamiento y apoyo entre voluntario e investigadora. Tal colaboración facilitó un nivel de comunicación de diseminación y exposición dirigida a expertos. Un factor distintivo de los voluntarios del proyecto de Costas es que su perfil está representado por estudiantes universitarios. Esta formación educativa de los voluntarios en el campo de la geografía (estudiante de la profesora) le permite mayor acceso y oportunidad para participar en escenarios donde se puede diseminar información científica.

Datos de Apoyo al Objetivo de Comunicación

Aunque el objetivo de comunicación se evaluó principalmente utilizando los datos recopilados mediante la hoja de cotejo, se trianguló la recopilación de hallazgos con información obtenida mediante el grupo focalizado. La información cualitativa recopilada del grupo focalizado dio apoyo informativo que facilitó juzgar el logro del objetivo educativo.

Grupo Focalizado

Un segundo instrumento de apoyo informativo fue el grupo focal. El grupo es una técnica cualitativa de avalúo en la que se recopila información basada en el diálogo. La asistencia al grupo fue de 10 voluntarios de los proyectos Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. Una de las preguntas formuladas a los voluntarios del grupo focalizado fue: ¿Qué actividades han realizado o planifican realizar para comunicar los resultados de su investigación o los resultados del proyecto al que asisten?

Los voluntarios del grupo focalizado comentaron diversas maneras de cómo comunicar sus proyectos de investigación, entre ellos: comunicar a la comunidad escolar sobre hallazgos arqueológicos, presentación de proyecto científico en la ciudad de San Francisco sobre proyecto arqueológico; módulo educativo para la comunidad; ofrecer conferencia en el Segundo Congreso de Áreas Naturales Protegidas sobre la erosión costera con los yacimientos arqueológicos; uso de periódicos locales de Manatí; proyecto de fotografías para orientar a la comunidad sobre la conservación de los ríos y proyecto de orientación en las escuelas sobre las aves.

Se infirió del diálogo que varios voluntarios tenían diversos planes para comunicar los hallazgos de sus estudios. Es posible que en la fecha que se celebró el grupo focalizado (diciembre de 2014) los voluntarios no hubieran finalizado sus proyectos y había la noción de que tal gestión comenzaría al finalizar el proyecto. Hay consenso entre los voluntarios de la importancia de comunicar los hallazgos, mayormente a la comunidad, para crear conciencia de la protección del medio ambiente. El comentario de uno de los voluntarios recoge claramente tal postura: Mira yo estoy, nada he hecho, pero estoy en el proceso de hacerlo. Mira, nada he hecho, pero estoy en el proceso de

hacerlo. *Ok es un proyecto para llevar los resultados de lo que estamos haciendo, de lo que está pasando aquí, porque si se queda aquí, se pierde, porque después de nosotros, ¿qué? (p. 12, l. 6).*

Algunos de los voluntarios estuvieron de acuerdo en señalar que crear conciencia para proteger el medio ambiente requiere de estrategias que trascienden proveer datos científicos, ya que posiblemente estos no son pertinentes para los miembros de la comunidad. Cuando se comunica información a la comunidad hay que ser creativo y utilizar medios visuales que impacten y creen conciencia, idea que se refleja bien en el comentario que sigue: *Como nosotros utilizamos los resultados de lo que estamos haciendo para que la gente cree un cambio... Un cambio en conducta en actitudes, hacia lo que son nuestros recursos... No necesariamente, esa es mi manera de pensar, verdad, lo hacemos transmitiendo resultados científicos porque probablemente ni siquiera los van a mirar. Creo que me estoy enfocando en cómo convertimos todo este trabajo que estamos haciendo en algo que las comunidades puedan entender o les pueda interesar para que lo transformen en acción (p. 16, l. 14)...Entonces desarrollar actividades, que además del aspecto científico, tengan, que ver con cosas de interés para esa comunidad, verdad. Y es uno de los proyectos que he estado planteando aquí un proyecto de fotografía. Obviamente atándolo, con lo que es la conservación de los ríos. De esa manera ampliamos el círculo de apoyo y participación (p. 16, l.34). ...en resumen, lo que estoy tratando de ver es cómo nosotros convertimos los resultados de lo que estamos haciendo en algo digerible, de interés para la gente que muy probablemente lo ve de otra manera (p. 17, l. 18).*

En resumen, los voluntarios del grupo focalizado consideraron varios tipos de actividades orientadas a comunicar sus hallazgos a diversos sectores sociales. Aunque, de las entrevistas se infiere que esta comunicación puede ser de difusión, divulgación o diseminación, se presentaron más actividades dirigidas a divulgar al público en general, en particular a las comunidades y las escuelas. Una observación hecha por uno de los voluntarios resalta la importancia de ser creativo y pertinente al comunicar datos científicos a la comunidad. Hay que diferenciar los sectores a quienes se les comunica ideas, en particular cuando se quiere crear conciencia a ciudadanos para proteger el medio ambiente en sus respectivas comunidades.

Aunque algunas de las actividades de comunicación se están iniciando y otras están en planes de realizarse, se tiene una idea clara que el rol de los científicos es comunicar los hallazgos a la ciudadanía. Una posible razón por la que no se presentaron suficientes actividades de comunicación podría ser que las entrevistas fueron realizadas en diciembre y en el momento los voluntarios no habían finalizado su investigación. En la Hoja de cotejo administrada a los voluntarios, estos identificaron una variedad de actividades de comunicación y muchas de ellas fueron realizadas luego del mes de diciembre de 2014.

Comportamientos para Cocrear Proyectos Científicos

La sección de conocimiento procesal sobre comportamiento científico da respuesta al siguiente objetivo: *Cocrear proyectos científicos en coordinación con los investigadores en cada una de las áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos.* La cocreación de proyectos científicos es el nivel más óptimo del conocimiento procesal. Este nivel requiere que el Cocreador tenga destrezas para realizar investigaciones mediante el proceso científico y evidenciar que participa en proyectos de investigación científica.

La variable comportamiento para cocrear proyectos científicos fue evaluada mediante hallazgos recopilados en una rúbrica administrada por el investigador a cada uno de los Colaboradores y Cocreadores. Si bien el centro de atención de esta evaluación son los Cocreadores, se incluyen datos englobados de Colaboradores y Cocreadores para dar una visión más abarcadora de dichos comportamientos científicos.

Este instrumento fue administrado en dos ocasiones: diciembre de 2014 y junio de 2015. Además, se utilizan datos recopilados mediante el grupo focalizado para demostrar los comportamientos científicos de los Cocreadores. Finalmente, se evidencian los tipos de proyectos científicos dirigidos por los Cocreadores o en colaboración con los investigadores.

Primeramente, se presentan cinco tablas en la que se evidencian la capacidad de los voluntarios medulares para dirigir proyectos de investigación antes de iniciarse en los respectivos proyectos y luego de finalizar los mismos. Luego estos hallazgos se analizan para dar respuesta al objetivo antes expuesto.

Proyecto de Investigación: Arqueología

Tabla 31

Evaluación de la investigadora sobre los Cocreadores en torno al dominio de la destrezas de investigación científica en el proyecto de Arqueología

Áreas de investigación (n=2)	Antes			Después		
	2 ⁹	1	0	2	1	0
1. Seleccionar y definir pregunta de estudio. (o seleccionar y definir un problema).	1	0	1	1	1	0
2. Recopilar información en torno a la pregunta de estudio. (o recopilar información en torno a un problema)	1	0	1	2	0	0
3. Desarrollar una explicación preliminar de cómo dar respuesta al problema (hipótesis o pregunta) (o desarrollar un plan preliminar de cómo atender el problema)	1	0	1	1	1	0
4. Diseñar la metodología para recopilar datos. (o diseñar estrategia para atender el problema)	0	1	1	2	0	0

⁹ Leyenda: 2= Dominio excelente y bueno 1=dominio regular y 0= No dominio

5. Recopilar información de las muestras y / o registro de datos y análisis hallazgos.	1	0	1	1	1	0
6. Interpretar datos y inferir conclusiones.	0	0	2	1	1	0
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	0	0	2	2	0	0
8. Departir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.	0	0	2	2	0	0
f=	4	1	11	12	4	0
Por ciento:	2%	6%	6%	75%	%	0

Proyecto de Investigación: Crustáceos

Tabla 32

Evaluación de la investigadora sobre los Cocreadores y Colaboradores en torno al dominio de la destreza de investigación científica en el proyecto de Crustáceos

Áreas de investigación (n=6)	Antes			Después		
	2	1	0	2	1	0
1. Seleccionar y definir pregunta de estudio. (o seleccionar y definir un problema).	4	1	1	5	0	1
2. Recopilar información en torno a la pregunta de estudio. (o recopilar información en torno a un problema)	2	3	1	4	1	1
3. Desarrollar una explicación preliminar de cómo dar respuesta al problema (hipótesis o pregunta). (o desarrollar un plan preliminar de cómo atender el problema)	1	4	1	5	0	1
4. Diseñar la metodología para recopilar datos. (o diseñar estrategia para atender el problema)	2	4	0	6	0	0
5. Recopilar información de las muestras y / o registro de datos y análisis hallazgos.	0	0	6	6	0	0
6. Interpretar datos y inferir conclusiones.	0	0	6	6	0	0
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	0	0	6	5	1	0
8. Departir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.	0	0	6	5	0	1
f=48	9	12	27	42	2	4
Por ciento:	19%	25%	56%	89%	4%	8%

Proyecto de Investigación: Costas

Tabla 33

Evaluación de la investigadora sobre los Cocreadores y Colaboradores en torno al dominio de la destreza de investigación científica en el proyecto de Costas

Áreas de investigación (n=4)	Antes			Después		
	2	1	0	2	1	0
1. Seleccionar y definir pregunta de estudio. (o seleccionar	4	0	0	4	0	0

y definir un problema)						
2. Recopilar información en torno a la pregunta de estudio. (o recopilar información en torno a un problema)	4	0	0	4	0	0
3. Desarrollar una explicación preliminar de cómo dar respuesta al problema (hipótesis o pregunta). (o desarrollar un plan preliminar de cómo atender el problema)	4	0	0	4	0	0
4. Diseñar la metodología para recopilar datos. (o diseñar estrategia para atender el problema)	3	1	0	4	0	0
5. Recopilar información de las muestras y / o registro de datos y análisis hallazgos.	2	0	2	4	0	0
6. Interpretar datos y inferir conclusiones.	2	0	2	4	0	0
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	2	0	2	4	0	0
8. Departir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.	2	0	2	3	0	1
f=32	23	1	8	31	0	1
Por ciento:	72%	3%	25%	97%	0%	3%

Proyecto de Investigación: Aves

Tabla 34

Evaluación del investigador sobre los Cocreadores en torno al dominio de la destreza de investigación científica en el proyecto de Aves (no tiene Colaboradores)

Áreas de investigación (n=2)	Antes			Después		
	2	1	0	2	1	0
1. Seleccionar y definir pregunta de estudio. (o seleccionar y definir un problema)	2	0	0	2	0	0
2. Recopilar información en torno a la pregunta de estudio. (o recopilar información en torno a un problema)	2	0	0	1	1	0
3. Desarrollar una explicación preliminar de cómo dar respuesta al problema (hipótesis o pregunta). (o desarrollar un plan preliminar de cómo atender el problema)	0	2	0	2	0	0
4. Diseñar la metodología para recopilar datos. (o diseñar estrategia para atender el problema)	2	0	0	2	0	0
5. Recopilar información de las muestras y / o registro de datos y análisis hallazgos.	2	0	0	2	0	0
6. Interpretar datos y inferir conclusiones.	2	0	0	1	1	0
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	0	0	2	2	0	0
8. Departir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.	0	0	2	2	0	0
f=32	10	2	4	14	2	0
Por ciento:	63%	12%	25%	88%	12%	0%

Proyecto de Investigación: Murciélagos

Tabla 35

Evaluación del investigador sobre los Cocreadores en torno al dominio de la destreza de investigación científica en el proyecto de Murciélagos

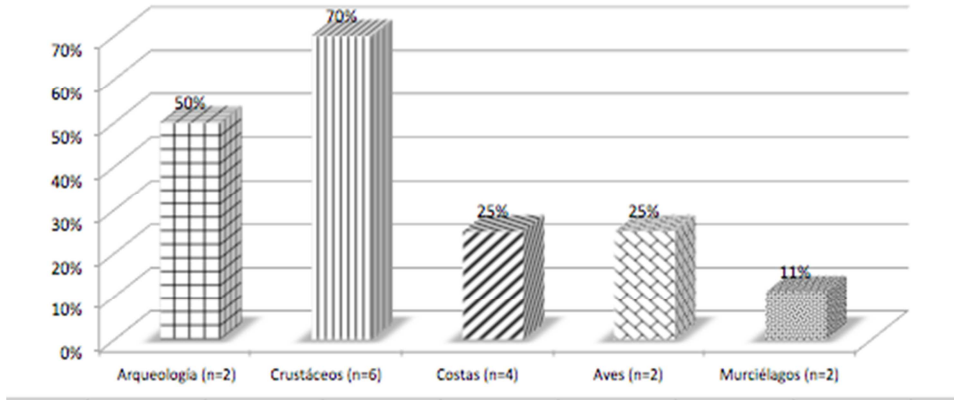
Áreas de investigación (n=2)	Antes			Después		
	2	1	0	2	1	0
1. Seleccionar y definir pregunta de estudio. (o seleccionar y definir un problema)	6	0	0	6	0	0
2. Recopilar información en torno a la pregunta de estudio. (o recopilar información en torno a un problema)	6	0	0	6	0	0
3. Desarrollar una explicación preliminar de cómo dar respuesta al problema (hipótesis o pregunta). (o desarrollar un plan preliminar de cómo atender el problema)	6	0	0	6	0	0
4. Diseñar la metodología para recopilar datos. (o diseñar estrategia para atender el problema)	6	0	0	6	0	0
5. Recopilar información de las muestras y / o registro de datos y análisis hallazgos.	6	0	0	6	0	0
6. Interpretar datos y inferir conclusiones.	6	0	0	6	0	0
7. Divulgar conclusiones y traducir resultados en acciones.	3	2	1	5	0	1
8. Departir resultados con otros y formularse nuevas preguntas.	2	3	1	5	0	1
f=48	41	5	2	46	0	2
Por ciento:	85%	11%	4%	96%	0%	4%

Los hallazgos antes expuestos en las tablas demostraron que los voluntarios medulares (Colaboradores y Cocreadores) de los proyectos de Arqueología (75%) y Crustáceos (81%) demostraron un porcentaje alto de limitación en dominios de aplicar el proceso científico en sus respectivos proyectos. A diferencia de los dos proyectos antes mencionados, los de Aves (37%), Costas (28%) y Murciélagos (15%) demostraron porcentajes menores en dominios en las destrezas de información. Los voluntarios medulares de los proyectos de Aves, Costas y Murciélagos demostraron mayores dominios del proceso científico antes de iniciarse como Cocreadores que los voluntarios de Arqueología y Crustáceos. Todos los voluntarios medulares demostraron cambios notables de aprendizaje, al comparar antes y después. Las diferencias de aumento porcentual de aprendizaje en los voluntarios medulares fluctuó entre 11% y 70%, según se representa en la Figura 4 que sigue en la próxima página.

Las destrezas del proceso científico que más dominaron los Cocreadores al finalizar el proyecto fueron las que siguen: seleccionar y definir pregunta de estudio, recopilar información en torno a la pregunta de estudio, desarrollar una explicación preliminar de cómo dar respuesta al problema y diseñar la metodología para recopilar datos. Hay que destacar que estas cuatro destrezas son las iniciales y básicas del proceso científico.

Figura 4

Diferencia porcentual de aumento en el aprendizaje de voluntarios medulares por proyecto de investigación



Proyectos Científicos Dirigidos por Cocreadores

Una segunda manera de evidenciar el comportamiento científico es evidenciando el tipo de proyecto en la que los voluntarios participaron como Cocreadores. A continuación se presenta una tabla en la que se describe dichos comportamientos:

Tabla 36

Comportamiento científico de los Cocreadores de los proyectos de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos (Ver Apéndice 1)

Título del Proyecto¹	Problema que atiende	Inicio y fin
1. Arqueología: Impactos de la agricultura sobre el Río Grande de Manatí.	<ul style="list-style-type: none"> Lo desarrolló un participante después que la investigadora encontrara unas terrazas agrícolas abandonadas. El Cocreador está interesado en la investigación de la historia y la razón de abandono. 	mayo 2015- mayo 2016
2. Arqueología: Conocimiento del pasado para entender el futuro	<ul style="list-style-type: none"> Se elaboró una propuesta para educar a jóvenes de la Cuenca del Río Grande de Manatí sobre Proyecto Conoce el pasado para entender el presente y mejorar el futuro 	marzo 2015
3. Aves: Caracterización de la avifauna del bosque estatal Monte Choca	<ul style="list-style-type: none"> Definir si la comunidad de aves en el bosque estatal Monte Choca varía en horas de la mañana y la tarde. Podemos definir la composición de aves en el área. 	abril 2015 a marzo 2016
4. Aves: Conoce la Reserva Natural Cueva Escalera	<ul style="list-style-type: none"> Conocer los atributos naturales de la reserva y la importancia de su conservación a través de un afiche a color que se exhibirá en varios centros de encuentro de los residentes del pueblo de Florida. 	febrero 2015 a octubre 2015
5. Costas: Ciencia Informal: Una Evaluación de Geomorfología Costera en a Ocean Park,	<ul style="list-style-type: none"> Este proyecto de ciencia ciudadana investiga la geomorfología de la playa de Isla Verde Ocean Park, una playa urbana de alto impacto. 	Septiembre 2014 a diciembre 2014
6. Costas: Estudio	<ul style="list-style-type: none"> Utiliza metodologías científicas aprendidas bajo 	

Título del Proyecto ¹	Problema que atiende	Inicio y fin
sedimentológico en las playas Tamarindo y Flamenco, Culebra, Jean Carlos Colón	esta investigación. Estd estudió la geomorfología y la erosión costera en la isla de Culebra en las playas turísticas de alto impacto. ¹⁰	marzo 2014 abril 2015
7. Costas-arqueología: Erosión como agente para el cambio geomorfológico en las costas y su impacto en recursos arqueológicos.	<ul style="list-style-type: none"> Se centra en la erosión como un agente para el cambio geomorfológico en la costa y su impacto en recursos arqueológicos. Aquí, el Cocreador está combinando las metodologías científicas de dos proyectos de investigación para entender cómo la erosión costera en la desembocadura del Río Grande de Manatí está impactando artefactos arqueológicos costeros. 	marzo 2013 abril 2014
8. Costas: vulnerabilidad de la zona costera de Dorado ante la ocurrencia de un tsunami	<ul style="list-style-type: none"> Estudia la vulnerabilidad de la zona costera de Dorado ante la ocurrencia de un tsunami. 	febrero 2015 y continúa
9. Costas: Estudio comparativo de playas	<ul style="list-style-type: none"> Estudio comparativo de las playas La Boca (Barceloneta) y Boquilla (Mayagüez). Se presentó el trabajo en Chicago como <i>poster</i> 	marzo 2014 abril 2015
10. Murciélagos: Monitoreo acústico de murciélagos (Cocreadores)	<ul style="list-style-type: none"> Examina patrones de actividad de murciélagos y educar a la comunidad. Propone el monitoreo acústico de los murciélagos que utilizan AnaBat- en una comunidad de Arecibo. 	agosto 2015 a agosto 2016
11. Murciélagos: Monitoreo acústico de murciélagos	<ul style="list-style-type: none"> Examina patrones de actividad de murciélagos y educar comunidad. Propone el monitoreo acústico de los murciélagos que utilizan AnaBat- en una comunidad de Fajardo. 	No hay información
12. Río: Estudio etnográfico sobre la pesca de camarones en Bo. Toro Negro, Ciales	Documenta la pesca de camarones y buruqueñas a través de un documental.	agosto- septiembre 2015
13. Río: Monitoreo de Calidad de Agua en Río Indio Morovis	Compara la calidad de agua en un área de descarga de aguas usadas tratadas	abril-junio 2015
14. Río: Análisis Físico-Químico, Biológicos de las Aguas del Río Bauta Abajo, Orocovis	Estudia la calidad de agua del río y la diversidad de camarones y buruqueñas	julio a diciembre - 2015

Desde el inicio del proyecto convergieron dos maneras de concebir al científico ciudadano Cocreador. Para la mayoría de los investigadores (cuatro de ellos) un Cocreador era un ciudadano que comprendía el proceso científico y aplicaba dichas destrezas en la solución de problemas de una comunidad. Para un investigador, ser ciudadano científico Cocreador significaba aprender destrezas científicas particulares para promover proyectos educativos. Esta última concepción considera que lo más que puede lograr un ciudadano científico es comprender algunos procesos científicos (ej. analizar hallazgos) con el propósito de organizar u educar a la comunidad sobre determinados hallazgos. Esta concepción cuestiona que el Cocreador pueda ejercer el conjunto de destrezas para realizar investigaciones.

Al analizar los proyectos científicos realizados por los Cocreadores se evidenció que los voluntarios de los proyectos de Costas y Arqueología centraron sus trabajos en realizar investigaciones. Los voluntarios de los proyectos de Aves y Ríos enfocaron sus proyectos en investigaciones dirigidas a atender un determinado problema en la

¹⁰ Se presentó mediante cartelón en la Conferencia Internacional de Chicago.

comunidad (Ver tabla que sigue). Finalmente, los objetivos del proyecto de Murciélagos se orientó a desarrollar en los Cocreadores destrezas de recopilar información sobre diversas áreas de estudio (no aprender el proceso científico) para orientar a la comunidad (Ver proyectos de investigación en Apéndice 25).

Aunque los escritos de los proyectos de las investigadoras de Costas y Arqueología no derivan acciones prácticas, en entrevistas con ambas investigadoras informaron que la finalidad de las investigaciones realizadas por los Cocreadores es que tengan algún tipo de impacto social en la comunidad y puedan ser utilizadas para atender determinados problemas ambientales en las comunidades. Por consiguiente, todos los investigadores concurren con el propósito educativo/comunitario de los proyectos científicos realizados por los Cocreadores. El concepto de ciudadanía científica comunitaria es una variable que incide en diversas fuentes informativas (Colaboradores, Cocreadores e investigadores).

Hubo una diversidad de reconocimiento a las investigaciones realizadas por los estudiantes y solo se presenta la investigación titulada Ciencia Informal: Una Evaluación de Geomorfología Costera en la Playa Ocean Park, San Juan, Puerto Rico. Este proyecto fue presentado en la Convención Internacional de Geógrafos de América en la ciudad de Chicago. Dicho proyecto compitió con otros de maestrías y doctorales de universidades como Texas A&M e East Carolina (13 personas en competencia) y obtuvo un segundo lugar en la competencia, siendo reconocido por una mención honorífica.

Otro hallazgo de interés para esta evaluación es que cuatro de las investigaciones (Arqueología, Aves, Costas/Ríos y Crustáceos) se enfocaron en procesos científicos y una solo dio atención al proceso de recopilar información. Esta distinción de enfoques lleva a inferir el significado que asigna cada investigador al concepto ciudadano científico. Estas dos ideas se resumen en las siguientes categorías: investigador-educador y científico-educador con dominio de limitadas destrezas de investigación.

Tabla 38

Enfoques de los proyectos de investigación de los Cocreadores

Proyectos	Solo investigación	Investigación/Educación
Arqueología	2	1
Aves	0	2
Costas	4	0
Crustáceos	0	3
Murciélagos	0	2
Totales (f = 14)	6	8
Por ciento	43%	57%

Sistematización del Modelo de Enseñanza Informal

Finalmente, la sección de sistematización del modelo de enseñanza informal da respuesta al siguiente objetivo: *Evaluar la relación entre los objetivos propuestos por el proyecto de sistematización del modelo educativo para la formación de ciudadanos científicos, las actividades realizadas y el resultado.* La variable sistematización del modelo de enseñanza informal fue evaluada mediante hallazgos recopilados por una hoja matriz. Este cuestionario fue administrado en dos momentos: antes (diciembre de 2014) y después (junio de 2015). Se analizan los cambios realizados al plan evaluación como resultados del proceso evaluativo.

Primeramente, se analizan los hallazgos por objetivos del plan hasta diciembre de 2014 con el propósito de dar respuestas a las preguntas de investigación. Esta sección se organiza mediante la siguiente secuencia: Objetivos, fecha de logros y evidencia de logros. Se anotan los cambios ocurridos en el logro de los objetivos, en particular fortalezas, limitaciones del proceso y observaciones relevantes en torno al resultado final esperado: modelo de enseñanza-aprendizaje. Al finalizar el análisis de hallazgos se elabora una síntesis de datos más relevantes vinculados al objetivo del proyecto.

Evaluación Formativa General del Plan de Trabajo en Noviembre de 2014

En noviembre de 2014, nos reunimos con el investigador de la sistematización del modelo de enseñanza informal con el propósito de analizar y evaluar formativamente los objetivos del plan (Ver informe en Apéndice 26). Como resultado de este análisis evaluativo se presentaron las observaciones descritas en la tabla que sigue:

Tabla 38

Análisis evaluativo de relación entre objetivos y preguntas de investigación

Objetivos iniciales de la investigación	Preguntas de investigación (informes)	Análisis evaluativo
1. Desarrollar el perfil de los voluntarios, investigadores, intérpretes y administración	1. ¿Cuál es el perfil de todos los participantes (científicos, intérpretes, líderes voluntarios que conforman los cinco proyectos de investigación científica?	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué en la pregunta no aparece administración? El proyecto de evaluación puede proveer limitada información. Hay que explorar con la organización Para la Naturaleza.
2. Alinear actividades educativas científicas y propuestas con las características del nivel o tipo de proyecto donde participa el ciudadano científico.	2. ¿Cómo las actividades científicas y educativas, planificadas en cada una de las cinco propuestas de investigación científica, promueven el desarrollo de las características generales de los ciudadanos científicos, según lo definido por el proyecto PRCT?	<ul style="list-style-type: none"> • No se comprende el objetivo y con cual se alinea. Sin embargo, la pregunta relaciona las actividades con lo establecido en el proyecto.
3. Describir los elementos generales del proceso de enseñanza-aprendizaje de los voluntarios (contenido, tipos de preguntas, roles, materiales, tecnología, utilizada,	3. ¿Qué elementos (estrategias de comunicación, enseñanza y práctica de aprendizaje) caracterizan al modelo orientado a la generación de un ciudadano científico Cocreador?	<ul style="list-style-type: none"> • Los elementos de los objetivos son diferentes a los de la pregunta • Además de estrategia y comunicación debe contener otros (filosofía/teoría, aprendiz,

Objetivos iniciales de la investigación	Preguntas de investigación (informes)	Análisis evaluativo
escenarios y otros)		metodología y formas de crear conocimiento.
4. Identificar las estrategias de enseñanza utilizadas por los investigadores durante las experiencias de aprendizaje.	4. ¿Qué estrategias utilizan los investigadores para promover el aprendizaje de los conocimientos, destrezas y actitudes científicas en los voluntarios (ciudadanos científicos)?	<ul style="list-style-type: none"> • La pregunta alinea con el objetivo y es más precisa.
5. Identificar estrategias de enseñanza y comunicación del intérprete para facilitar/mediar la comunicación entre el investigador científico y el participante	No se formuló pregunta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No hay pregunta para este objetivo ▪ Hay que precisar a que comunicación se refiere, al de la enseñanza o comunicar resultados por diversos medio. ▪ Este objetivo puede alinearse a la cuarta pregunta. ▪ Este objetivo es parte del modelo de evaluación y se parece un poco al anterior. No hay una diferencia marcada entre el objetivo 5 y 6.
6. Diferenciar los diversos aprendizajes desarrollados por fases (participación, colaboración y co-creación: conocimiento destrezas y actitudes	5. ¿Qué conocimientos científicos, habilidades y actitudes los voluntarios desarrollan a través de su presencia activa en los diferentes proyectos de investigación?	
7. Describir los componentes esenciales que inciden en el modelo y su efectividad por cada fase (diseño del modelo) (contenido, tipos de actividades, tipos de roles, tipo uso y aprendizaje de la tecnología, materiales creados, escenarios y otros)	6. ¿Cuáles son los roles y las estrategias utilizadas por: <ul style="list-style-type: none"> ▪ intérpretes para facilitar, mediar en la comunicación entre el conocimiento científico del investigador y la comprensión de los voluntarios? ▪ Voluntarios líderes y cómo estos promueven el desarrollo intelectual y de actitud de los voluntarios ▪ Asistente de investigación y cómo estos contribuyen a promover el desarrollo intelectual de los voluntarios 	<p>En la pregunta faltan:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contenidos ▪ Tipos de actividades ▪ Uso y aprendizaje de la tecnología ▪ Materiales creados ▪ Escenarios ▪ ¿Otros? ▪ ¿Cuál es la diferencia entre el objetivo 4 y 7?

Como resultado del análisis evaluativo se reconstruyeron los objetivos específicos y preguntas del plan de investigación para la sistematización del modelo de enseñanza. En el informe de junio de 2015 (Ver Apéndice 27) se evidenciaron adaptaciones a los objetivos y las preguntas de investigación conforme al análisis evaluativo entre el investigador y el evaluador. De siete preguntas de investigación se delimitaron a las siguientes cinco:

1. ¿Qué elementos del CC2¹¹, así como conocimientos científicos, habilidades y actitudes los voluntarios (ciudadanos científicos) desarrollan a través de su presencia activa en los diferentes proyectos de investigación?
2. ¿Cómo las actividades científicas y educativas, planificadas en cada una de las cinco propuestas de investigación científica, promueven el desarrollo de las características generales de los ciudadanos científicos, según lo definido por el Proyecto PRCT?
3. ¿Qué estrategias de comunicación, enseñanza y prácticas de aprendizaje

¹¹ CC2 se refiere al Proyecto Ciudadano Científico Comunitario que se realiza en la cuenca del Río Grande de Manatí.

caracterizan al modelo orientado a la generación de un "ciudadano científico" Cocreador?

4. ¿Cuáles son los roles y las estrategias utilizadas por los: investigadores, asistentes de investigación, intérpretes y voluntarios líderes?
5. ¿Cuál es el perfil de todos los voluntarios (científicos, asistentes de investigación, intérpretes, líderes voluntarios) que conforman los cinco proyectos de investigación científica?

Aprendizajes del Proyecto Ciudadano Científico Comunitario

El primer objetivo de esta investigación estuvo dirigido a identificar los aprendizajes de conocimientos, destrezas y actitudes científicas logradas por los voluntarios de los cinco proyectos de investigación. El investigador utilizó los datos del evaluador para demostrar los aprendizajes logrados por los voluntarios del proyecto. El investigador presenta observaciones generales que hacen los voluntarios e investigadores para validar los tipos de aprendizajes evidenciados por el evaluador.

En el informe no se presenta información evaluativa sobre el aprendizaje de comportamiento científico, eje central del voluntario Cocreador. El comportamiento científico es un aprendizaje similar a lo que se conoce como *capstone*. El aprendizaje *capstone* recoge todos los aprendizajes organizados en conocimiento, destrezas y valores (competencia). Esta información es provista en el proceso evaluativo y se recoge mediante rúbrica y evidencia de investigaciones realizadas. En diálogo con el investigador a principio del mes de octubre informó que próximamente elaborará una estrategia para *alinear los hallazgos y evidencias relacionadas, presentadas por la evaluación, con las observaciones de campo, de manera que sustente el componente o procesos en el modelo emergente*. Con este ejercicio se atiende adecuadamente el vínculo entre el comportamiento científico del Cocreador y el modelo educativo.

Además, no se relaciona dichos aprendizajes (conocimientos, destrezas y valores) con la conformación del modelo de enseñanza. El modelo de enseñanza cobra significado en la medida que se vincula con el desarrollo de aprendizajes científicos. Las siguientes interrogantes pueden generar argumentos vinculantes entre la enseñanza y el aprendizaje. ¿En qué medida determinadas prácticas educativas propician aprendizajes? ¿Qué patrones de enseñanza se relacionan con aprendizajes?

Conforme al diálogo con el investigador, se infiere que aunque en el informe del investigador no se relacionan los datos de aprendizaje logrado con el componente de enseñanza, él se comprometió a presentarlo en el informe final (Muñiz, 2015). El investigador informó que los datos sobre aprendizaje de los Cocreadores, expuestos en el informe de evaluación, se vincularán con las observaciones realizadas en la investigación educativa, para inferir sus implicaciones al conformar el modelo educativo. El investigador presentó el siguiente ejemplo para relacionar aprendizaje con el modelo

educativo: *Por ejemplo, el manejo adecuado de un equipo por un Cocreador se asocia con el tiempo que este dedicó a trabajar con el equipo por medio de las técnicas promovidas en las actividades (Muñiz, 2015).*

El investigador parte del supuesto que si los voluntarios adquirieron aprendizajes en conocimientos, destrezas y actitudes científicas, tales resultados podrían estar asociados a la enseñanza y a otras variables vinculantes. Por consiguiente, este vínculo entre los datos de aprendizajes con la enseñanza deben ser explicados como un factor central en la conformación de un modelo de enseñanza-aprendizaje. El logro de este objetivo se hará evidente en el momento que se argumente como el aprendizaje de conocimientos, destrezas, actitudes y comportamiento científico se vinculan con el modelo de enseñanza. Nuevamente, el investigador se comprometió en vincular el aprendizaje y las prácticas educativas como un componente del modelo educativo.

Características del Modelo de Educación Científica

Esta sección integró tres objetivos de investigación debido al vínculo que tienen con la formación del modelo de enseñanza. Si bien esta integración puede llevar a ubicar un objetivo a categorías diversas (ej. la categoría de comunicación puede aplicar a objetivos de aprendizaje o modelo de enseñanza), se optó por la misma para representar componentes básicos del modelo de enseñanza (ej. actividades científicas, comunicación, roles y estrategias).

Por consiguiente, esta sección da respuesta a los siguientes tres objetivos propuestos por la investigación educativa: *Describir las estrategias de comunicación, enseñanza y prácticas de aprendizaje que caracteriza al modelo orientado a la generación de un "ciudadano científico" Cocreador. Identificar los roles y las estrategias utilizadas por los participantes, investigadores, intérpretes, participantes y administración. Describir las estrategias, métodos y técnicas que utilizan los investigadores/as (I), asistentes de investigación (AI), voluntarios líderes (VL) e intérpretes (In) para promover el aprendizaje de los conocimientos, destrezas y actitudes científicas en los participantes (ciudadanos científicos).* Estos objetivos van dirigidos a identificar estrategias de comunicación, enseñanza, procesos educativos, roles y prácticas de aprendizaje que caracterizan el modelo orientado a formar ciudadanos científicos. En una revisión del modelo se integraron los componentes de apoyo administrativo y equipo de evaluación.

En el informe se identificaron mediante diversos medios de información, un conjunto de técnicas de enseñanza (demostración, audiovisuales, trabajo en pares, conferencia, preguntas y respuestas, conversaciones informales) y se elaboró un diagrama representativo de lo que es el modelo respecto a la variable enseñanza (ver Figura 5).

Figura 5

Técnicas de enseñanza predominantes en los proyectos científicos



En la investigación, se identificaron roles por grupos que incidieron en la conformación del modelo de enseñanza, a saber: investigadores, asistentes de investigación, intérpretes, voluntarios, personal administrativo, evaluación y hasta consultores (Ver Figura 6). Para cada uno de los grupos se asignaron tareas que usualmente realizaban y el modo en que estos se manifestaban al ejercer el rol (Ver presentación en Power Point en Apéndice 28). La información aquí expuesta es la obtenida al 30 de octubre de 2015.

Figura 6

Roles de diversos grupos que colaboraron en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario



La mayoría de las actividades de los investigadores seguían una secuencia que apuntan hacia un patrón estructural. Aunque esta secuencia sigue un patrón, en ocasiones se obviaban algunas de sus etapas. No obstante, esta secuencia sugiere una sistematización de diversos procesos que acontecieron en la dinámica de cada taller de investigación. Usualmente, los talleres/actividades se iniciaban con una bienvenida e introducción del proyecto, se orientación sobre medidas de seguridad, presentación de los objetivos del taller/actividad y los grupos se dividían en tareas de trabajo. También, se explicaba el uso de los instrumentos; se explicaba el uso de técnicas para recopilar datos; se daban diálogos entre los voluntarios; se hacía un cierre de la actividad y se daba agradecimiento a los voluntarios (Ver Figura 7).

Figura 7

Estructura general de las actividades de las investigaciones

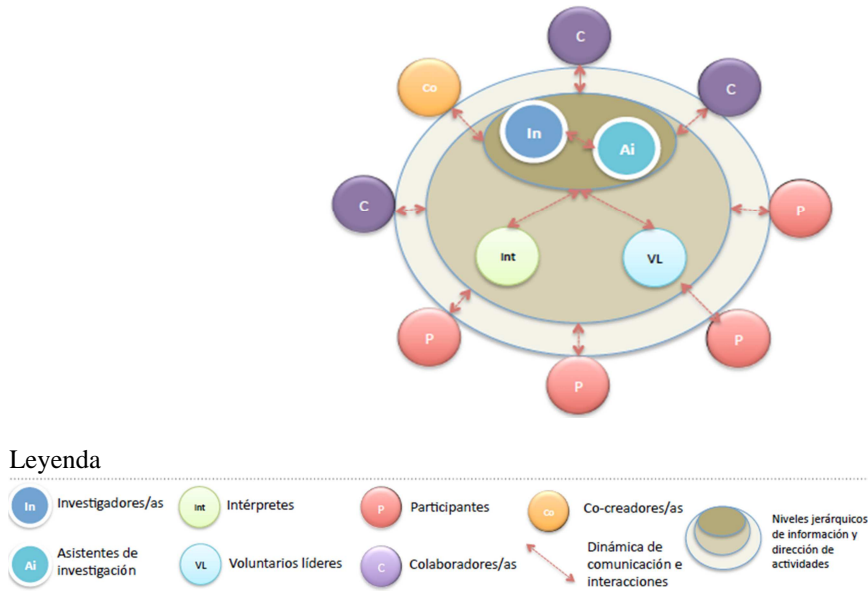


La comunicación entre los grupos de interés en las actividades de los investigadores representa una variable central que explica el aprendizaje entre los diversos grupos que incidían en las actividades científicas. De acuerdo con el investigador, se identificaron los siguientes grupos que interactuaban en las actividades: investigadores, asistentes de investigación intérpretes, voluntarios líderes y voluntarios (Contribuidores, Colaboradores y Cocreadores). En la investigación se explica los niveles de comunicación entre estos grupos, en particular se identificaron cuatro tipos y niveles de comunicación.

Según el investigador “la coordinación de las actividades de investigación las dirigía principalmente el **Investigador (In)** y los **Asistentes de Investigación (Ai)**. La información y comunicación formal sobre los trabajos fluía inicialmente entre ellos. Los **Voluntarios Líderes (VL)** y los **Intérpretes (Int)** colaboraban con la logística de las actividades de investigación y comunicaban de igual forma la información. Los **Colaboradores (C)** y en particular los **Cocreadores(Co)**, mantienen, principalmente, la comunicación especializada con el investigador y el asistente. Los **Participantes (P)** en general mantienen comunicación e interacciones con todos” (p. 17). En la Figura 8 se presenta las interacciones entre los grupos, así como el tipo de comunicación.

Figura 8

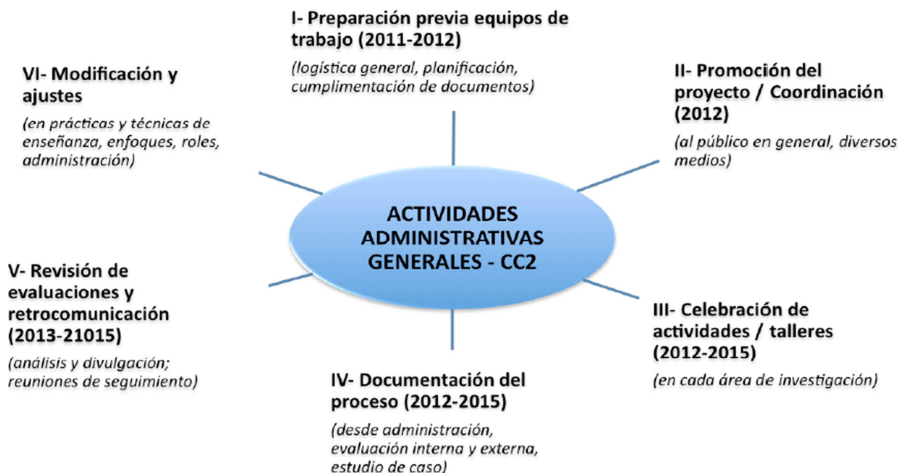
Niveles generales de comunicación e interacción entre los grupos de interés



El componente de apoyo administrativo representó ser un componente emergente que dio forma al modelo educativo para formar ciudadanos científicos. La investigación demostró etapas del proceso administrativo que fueron claves para apoyar la enseñanza. Las secuencias de estas etapas fueron las que siguen: preparación previa de equipos de trabajo, promoción del proyecto, celebración de actividades, documentación del proceso, revisión de evaluaciones y retrocomunicación y finalmente modificación y ajustes (Ver figura 9). Este proceso de apoyo administrativo se inició desde el 2012 y se fue desarrollando a través de la implementación en los tres años del proyecto.

Figura 9

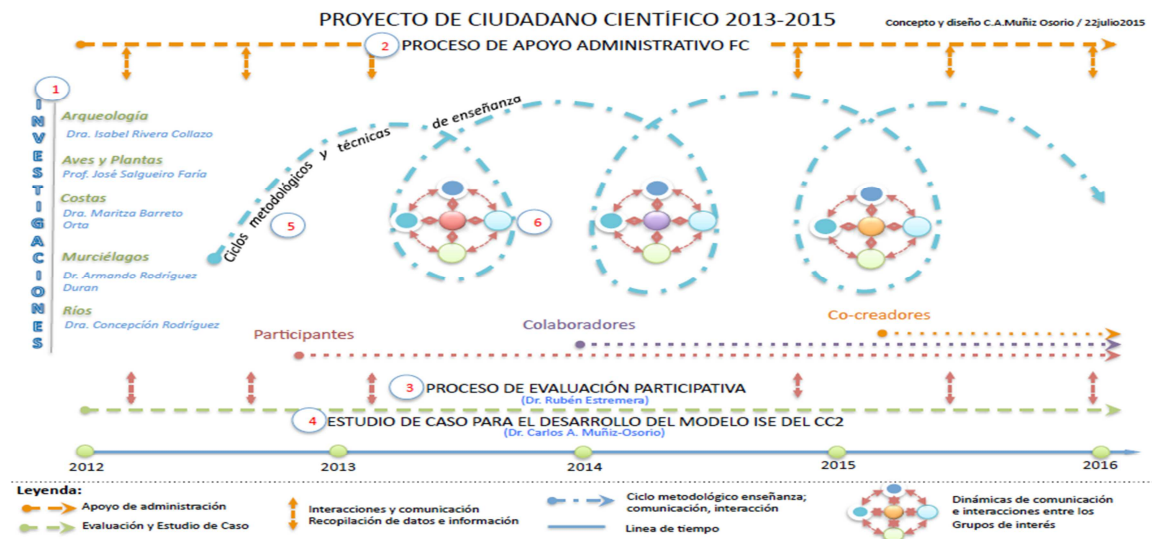
Actividades administrativas generales del proyecto Ciudadano Científico Comunitario



En resumen, el modelo educativo que emergió de las actividades educativas de los cinco investigadores consistió de los siguientes cinco componentes: técnicas de enseñanzas, etapas de las actividades educativas, roles de grupos y comunicación entre los grupos. El investigador integró el proceso de evaluación participativa como un componente del modelo. La evaluación, no solo se integró en proveer datos para explicar el primer objetivo del plan de la investigación, sino que reconoció el proceso evaluativo formativo para propiciar cambios desde el nivel de Contribuidor, Colaborador y Cocreador. Se destaca que la estrategia de investigación también proveyó información formativa durante todo este proceso. En la Figura 10 se representa todos los componentes que incidieron en el modelo educativo de formación ciudadana.

Figura 10

Componentes relacionados con el proyecto educativo Ciudadano Científico Comunitario



Perfil de Participantes de los Proyectos de Investigación

La sección de perfil va dirigida a contestar el siguiente objetivo: Describir el perfil de todos los participantes (científicos, intérpretes y líderes voluntarios) que conforman los cinco proyectos de investigación científica y las aplicaciones en otras poblaciones. Por consiguiente, el perfil incide en el modelo de educación informal. El perfil de los investigadores ofrece información de edad (entre 40 a 60 años), formación académica de maestría y doctorado e identifica el número de participantes que participaron en el primer proyecto Ciudadano Científico Comunitario. El perfil de los asistentes de investigación (no identificado en la pregunta de investigación) se representa de manera general como estudiantes universitarios con campos educativos relacionados con la investigación en la que participan. No se informa en qué programas y nivel educativo estudian, su edad y género.

El perfil de los voluntarios líderes fueron miembros que participaron en el primer proyecto de Ciudadano Científico Comunitario y la mayoría residen en la zona de la

Cuenca del Río Grande de Manatí. Su preparación académica es variada y no tienen formación educativa necesariamente en ciencias. Se desconoce cuántos participaron y cuántos no en el primer proyecto, al igual que su género, edad, lugar de residencia y la preparación académica específica. Finalmente, los intérpretes se representan con un perfil académico variado y con algún tipo de colaboración con la organización Para la Naturaleza. No se provee información específica de la edad, formación académica, su experiencia en el primer proyecto y lugar de residencia. De acuerdo a los datos provistos, se carece de información de perfil que nos lleve a concluir que este objetivo se ha logrado.

En síntesis, en este capítulo se analizaron los hallazgos de los seis objetivos del plan de evaluación y se demostró el logro de unos y el logro parcial de otros. En el próximo capítulo se derivan las conclusiones y recomendaciones de este proceso evaluativo.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Introducción

El capítulo V tiene el propósito de analizar el significado de los hallazgos del proceso evaluativo conforme a los lineamientos teóricos, conceptuales, investigaciones de teoristas y practicantes. Del análisis se derivan implicaciones conceptuales que explican los resultados de los hallazgos más significativos de la evaluación y dan respuesta al siguiente problema formulado al inicio del proceso evaluativo: *¿La enseñanza informal de ciencias promueve conocimientos, destrezas, actitudes y comportamientos que lleve a sujetos a convertirse en ciudadanos científicos Cocreadores?* En esta discusión se integran las vivencias del investigador para elaborar y construir ideas que contrastan lo teórico y conceptual con lo empírico. Por consiguiente, en ocasiones las aportaciones empíricas del investigador apoyan o difieren de los lineamientos conceptuales del estudio.

El problema que dio inicio a esta evaluación se operacionalizó mediante subpreguntas de análisis, objetivos del plan, variables de evaluación e instrumentos, según se representa en la tabla que sigue. Se utilizó la triangulación de información (7 instrumentos) para demostrar los aprendizajes adquiridos por los voluntarios y evidenciar el desarrollo de un modelo educativo del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. El diseño es mixto, no experimental con alcance descriptivo-longitudinal en un ambiente natural en la que se administraron instrumentos en un solo momento para medir algunas variables y dos momentos para evaluar otras. El diseño integra medidas cuantitativas y cualitativas con propósitos sumativos y formativos, en el que se integraron los investigadores, voluntarios del proyecto y cuerpo directivo del proyecto Ciudadano Científico Comunitario.

Tabla 39

Objetivos, variables e instrumentos de la evaluación del proyecto Ciudadano Científico Comunitario

<i>¿La enseñanza informal de ciencias (ISE) promueve conocimientos, destrezas, actitudes y comportamientos que lleve a sujetos a convertirse en ciudadanos científicos Cocreadores?</i>	
Objetivos a evaluar	VARIABLES e instrumentos
1. Comprender conocimiento sobre los conceptos, métodos y procesos de la investigación científica en el estudio de los ecosistemas.	Conocimiento científico Cuestionario/Obs. partícipe Autoevaluación/Grupo focal
2. Aplicar técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en las siguientes áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos.	Aplicar destrezas de investigación Cuestionario, Grupo focal Obs. Partícipe/Autoevaluación
3. Demostrar actitud de interesarse por analizar los efectos del urbanismo en la diversidad de especies y la dinámica comunitaria circundante a la cuenca del Río Grande de Manatí.	Actitud científica Rúbrica en cuestionario

¿La enseñanza informal de ciencias (ISE) promueve conocimientos, destrezas, actitudes y comportamientos que lleve a sujetos a convertirse en ciudadanos científicos Cocreadores?

Objetivos a evaluar	Variables e instrumentos
4. Comunicar a través de diversos medios los hallazgos de investigación en cada una de las áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos.	Comunicación científica Hoja de cotejo Grupo focal
5. Co-crear proyectos científicos en coordinación con los investigadores en cada una de las áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos.	Cocrear proyecto científico Rúbrica Evidencia de proyectos
6. Sistematizar un modelo educativo para el proyecto Ciudadano Científico	Sistematización de modelo de enseñanza Matriz de enseñanza

El análisis del capítulo sigue la misma organización secuencial del capítulo IV, a saber: perfil, conocimiento, destrezas y actitudes científicas, comunicación de la investigación científica, comportamiento para cocrear proyectos científicos y sistematización del modelo de enseñanza informal. Cada uno de estos ejes temáticos representan los objetivos evaluativos del proyectos y las preguntas evaluativas que se formularon inicialmente.

El análisis de las conclusiones de cada eje temático, está organizado con la siguiente secuencia: breve resumen de los hallazgos más relevantes, interpretación de los hallazgos y respuesta a los objetivos evaluativos. Finalmente, se presentan las recomendaciones que se derivan de las conclusiones.

Perfil de los Voluntarios

La unidad de análisis seleccionada para el proceso evaluativo consistió de los voluntarios que participaron en los siguientes temas de estudio: Arqueología, Aves, Crustáceos, Murciélagos, y Costas. Si bien el foco de atención de los sujetos de la evaluación fueron los Cocreadores, se tomó en consideración los Colaboradores y los Contribuidores.

Hubo una participación de 1,337 sujetos en las cinco investigaciones (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos). De este total, 548 (59%) eran masculinos y 789 (41%) femeninas (Ver tabla que sigue). La participación de sujetos por edad fue diversa (menores, jóvenes, jóvenes adultos y adultos). El por ciento mayor de voluntarios (56%) se agrupó en las categorías de jóvenes (14 a 18 años) y jóvenes adultos (19-28 años).

El perfil de la población general de los voluntarios del proyecto en las áreas de género y edad es relativamente similar al perfil de los Cocreadores seleccionados por el proyecto Ciudadano Científico Comunitario. La diferencia porcentual de la distribución de edad entre la población y los Cocreadores es mínima (1%). De igual manera, la diferencia porcentual de la distribución por edad es relativamente parecida. La distribución promedio de la población general fue de 56% y la de los Cocreadores fue de 52%. En ambos grupos, la mayoría de los voluntarios tienen edad que fluctúa entre 14 a

28 años. Hay un porcentaje más alto de personas de sobre 44 años en el grupo de Cocreadores (32%), al compararlos con la población general (Ver Tabla 3).

Una posible explicación de esta diferencia porcentual, es que en el grupo de Cocreadores participaban padres (también Cocreadores) de sobre 40 años para acompañar a sus hijos menores a las actividades. Una característica de los voluntarios es que entre sus miembros habían familias constituidas como Cocreadores. De igual manera, hay una representación mayor de adolescentes en el grupo de Cocreadores que en la población general. Es posible que las actividades en los diversos proyectos de investigación haya llevado a algunos adolescentes a asumir un rol más activo en los procesos de la cocreación científica.

Un segundo hallazgo de interés para esta evaluación es que el perfil de los que asistieron a las actividades del proyecto Ciudadano Científico Comunitario eran jóvenes adultos universitarios, en la que algunos de ellos eran profesionales.¹² La variable universitaria sugiere que los voluntarios del proyecto ya han estado expuestos al análisis científico de la realidad desde diversas disciplinas, experiencia que posiblemente les facilitó el aprendizaje de contenido conceptual (conocimientos, destrezas y actitudes) sobre procesos científicos. Este patrón se analiza en la sección de dominios de aprendizajes.

De los hallazgos de perfil se infieren algunas interrogantes que no logran ser aclaradas en la evaluación debido a que en el primer cuestionario se eliminaron reactivos de perfil. Dada esta limitación, se dificulta establecer relaciones de importancia para el proyecto. Por ejemplo, relacionar área de residencia de los voluntarios y formación de ciudadanos a las comunidades aledañas a la Cuenca del Río Grande de Manatí. Si bien, la eliminación de algunos reactivos de perfil pudo resolver una dificultad de la inmediatez (contestar el cuestionario en menos tiempo), limitó poder hacer análisis de perfil que aportara a cómo estas variables incidían en los aprendizajes de los voluntarios o a formarlos para resolver situaciones aledañas a la Cuenca del Río Grande de Manatí.

Los datos sugieren que los voluntarios del proyecto eran estudiantes universitarios y pocos de ellos eran residentes de comunidades aledañas a la Cuenca del Río Grande de Manatí. Es posible que durante el proceso de reclutamiento no se lograron reclutar ciudadanos de dicha zona al nivel deseado. Por consiguiente, hay que reflexionar en qué medida este perfil de voluntarios del proyecto representó a los ciudadanos de las comunidades de la cuenca del Río Grande de Manatí. No obstante, fueran o no los voluntarios representantes de la zona geográfica de la Cuenca, los dominios logrados por estos pueden ser transferidos a cualquier zona geográfica del país en la que se atente contra la biodiversidad del medio ambiente

Conocimiento, Destrezas y Actitudes Científicas hacia la Biodiversidad Ambiental

Esta sección da respuesta al logro de los primeros tres objetivos de aprendizaje del proyecto: conocimiento y destrezas científica a través de las cinco investigaciones

¹² El perfil representa el patrón poblacional más frecuente que participó en las actividades del proyecto.

(Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos), así como demostrar actitudes en torno a la biodiversidad ambiental. Las variables de conocimientos, destrezas y actitudes fueron analizadas mediante las categorías teóricas de conocimiento declarativo y procesal científico. Se utilizaron estas categorías como referentes al elaborar el cuestionario, el que fue administrado a los voluntarios en dos momentos: antes y después. Las categorías de conocimiento declarativo dan respuesta al primer objetivo y la procesal da respuesta al objetivo dos y tres. Se inició la administración de instrumentos en junio de 2013 y este continuó administrándose hasta diciembre de 2014. Luego, se administró por segunda ocasión en junio de 2015.

Hallazgos de Aprendizaje al Inicio del Proyecto

Se administraron 405 cuestionarios durante todo el proceso educativo del proyecto, desde junio de 2012 a noviembre de 2014. Se establecieron cuatro niveles de información sobre temas científicos. Para propósito de análisis, se agruparon los niveles de altamente informado e informado en una sola categoría titulada *Informados* y los niveles de poco o nada informado se agruparon bajo la categoría *No informado*.

El 61% de los voluntarios (n=405) opinaron estar informados sobre el conjunto de los ocho temas relacionados con el proceso científico. Solo un 39% de los voluntarios informó no estar informado. Los voluntarios tenían información sobre el 50% (entre 56% a 65%) de los temas científicos y el tema menos informado era sobre metodología para recopilar información. Una posible explicación de voluntarios altamente informados sobre procesos científicos puede estar asociado al porcentaje alto de voluntarios con preparación académica universitaria. El proceso científico es un dominio medular que debe aprender un estudiante universitario. Por consiguiente, el proceso de aprendizaje se incrementó con más agilidad, dada las destrezas previas de esta población.

Al analizar los dominios de aprendizajes específicos de los voluntarios al iniciarse en los proyectos de investigación, los hallazgos evidenciaron otro patrón. Entre el 14% al 35% de los voluntarios informaron tener dominio de los conocimientos y destrezas reconocidas como importantes para realizar investigaciones en las áreas de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. Los voluntarios de los proyectos de Arqueología (85%) y Murciélagos (86%) fueron los que menos dominios demostraron sobre conocimientos y destrezas científicas en las respectivas investigaciones. Los voluntarios de los proyectos de Aves (35%) y Crustáceos (30%) fueron los que más informaron tener dominio en dicho campo (35%). Un patrón en todos los voluntarios fue el limitado conocimiento y destrezas científicas en las cinco áreas temáticas de investigación (65% o más). Hay un contraste en el tipo de aprendizaje que demostraron los voluntarios al iniciarse en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Por un lado demostraban dominios de procesos científicos y por otro lado demostraban poco dominio de conocimientos y destrezas relacionadas con contenidos de los cinco proyectos de investigación.

Estos datos globales sobre el nivel de dominio de conocimiento, destrezas y valoración de actitudes científicas por proyectos de investigación pueden arrojar datos

que expliquen, entre las diversas razones, las variables que inciden en el aprendizaje. Si los proyectos de investigación científica tienen una matrícula inicial con sólidos valores hacia el rol de las ciencias para solucionar problemas ambientales, es más probable que desarrollen conocimientos y destrezas científicas para lidiar con la conservación y el uso apropiado de la biodiversidad en las comunidades aledañas a la cuenca del Río Grande de Manatí u otras comunidades.

Datos Primarios (Cuestionario)

El 95% de los voluntarios Cocreadores indicaron estar informados sobre diferentes temas del proceso científico al iniciarse el proyecto. Al finalizar el proyecto, hubo un aumento de 5% en el nivel informativo sobre temas científicos. Una vez finalizado el proyecto Ciudadano Científico Comunitario, el 100% de los voluntarios Cocreadores opinaron estar informado en los ocho temas científicos una vez finalizado el proyecto Ciudadano Científico Comunitario (Ver tabla que sigue). A su vez, los Cocreadores lograron optimizar su nivel informativo hasta llegar al 100%.

El 83% de los Colaboradores comunicaron estar informados sobre diferentes temas del proceso científico al iniciarse el proyecto. Al finalizar el proyecto, hubo un aumento de 17% en el nivel informativo sobre temas científicos. El 100% de los Colaboradores opinaron estar informados en los ocho temas científicos una vez finalizado el proyecto Ciudadano Científico Comunitario.

Se optó por analizar hallazgos de Colaboradores y Cocreadores al finalizar el proyecto, con el propósito de aumentar la unidad de análisis que representan el mayor dominio de destrezas científicas. En los análisis anteriores, se descartaron sujetos debido a que no pudieron ser comparados, por no contestar en un momento dado el cuestionario. Los datos evidencian que tanto Colaboradores como Cocreadores (n=23) opinaron estar informados sobre temas científicos al finalizar el proceso educativo del proyecto (96%). Estos hallazgos continúan apoyando los hallazgos antes expuestos en tanto Colaboradores como Cocreadores adquirieron aprendizajes sobre temas científicos en el proyecto.

En la evaluación de los tres objetivos antes expuestos, se analizaron hallazgos por proyectos de investigación. Se observó que $\frac{3}{4}$ partes de los Cocreadores que participaron en cuatro de cinco proyectos (Aves-100%, Murciélagos-100%, Crustáceos-77%, y Arqueología-75%) informaron tener dominio en conocimientos y destrezas relacionadas con sus respectivos proyectos en las que estaban matriculados. Más del 50% de los voluntarios del proyecto de Crustáceos informaron tener dichos dominios. Al analizar el perfil académico de dichos voluntarios se evidencia que la mayoría tiene preparación de bachillerato, maestría y doctorado (entre el 50% al 100%). En entrevistas con los investigadores, informan que algunos de sus Cocreadores son o han sido sus estudiantes en la universidad (ej Costas y Arqueología). Por consiguiente, una posible explicación de estos por cientos altos de dominio de los cocreadores al iniciarse en los diversos proyectos del programa estén asociados al tipo de educación recibida y que han sido colaboradores del investigador en sus cursos universitarios.

Los voluntarios de las investigaciones de Costas y Crustáceos demostraron cambios notables en dominios de conocimientos y destrezas. Durante las fases de antes y después, los Cocreadores del proyecto de Arqueología mantuvieron un mismo nivel de dominio. Los datos de Aves y Murciélagos arrojaron datos que no son usuales en proyectos similares a estos. Los Cocreadores de estos dos proyectos informaron tener más dominios al iniciarse en el proyecto que al finalizar. La comparación de aprendizajes entre antes y después de los proyectos de Aves y Murciélagos fue de un solo participante.

Los Cocreadores que se iniciaron en el proyecto demostraron tener una alta valoración en torno a diversas actitudes o valores que orientan cada una de las investigaciones. Los voluntarios de Arqueología, Aves, Costas y Crustáceos demostraron altos porcentajes de valoración al iniciarse en las respectivas investigaciones (entre 80% y 100%). Los cocreadores de Murciélagos demostraron un 50% en la valoración en actitudes relacionadas a la investigación con dicha área. Aunque el porcentaje de valoración al inicio fue alta, la mayoría de los Cocreadores (Costas, Crustáceos y Murciélagos) finalizaron con un aumento en valoración en actitudes hacia temas relacionados con sus respectivas investigaciones. Los Cocreadores del proyecto Aves mantuvieron la misma valoración antes de iniciar el proyecto y después de finalizar. El proyecto de Murciélagos fue el que mayor cambio de valoración hacia temas ambientales y actitudes relacionados con la investigación de este proyecto.

Requiere destacar que los Cocreadores demostraron un sólido respaldo, tanto en la fase de antes como después, a concebir la organización comunitaria como un medio para defender el medio ambiente. Al finalizar el proyecto, el 100% de los Cocreadores demostraron unánimemente la gestión comunitaria como un instrumento que tiene la ciudadanía para defender el medio ambiente. Las competencias científicas adquiridas en los cinco proyectos proveen medios intelectuales para impulsar cambios ciudadanos en sus comunidades.

Los Cocreadores informaron estar altamente informado e informado (entre 80% y 100%) en los ocho pasos del método científico. Los cocreadores de los proyectos de Arqueología y Murciélagos demostraron estar informados en un 100%. Los Cocreadores de Costas y Crustáceos informaron estar informado en un 90% o más sobre el proceso científico. El cocreador de Aves informó estar en un 80% de los procesos de la ciencia antes de comenzar en el proyecto. Los Cocreadores de Costas y Crustáceos tuvieron un aumento entre 6% a 10% en niveles de información entre antes de iniciarse en el proyecto y luego de finalizar el mismo. El proyecto de Aves mantuvo el mismo porcentaje de nivel de información obtenida en los tiempos de antes y después.

Al igual que otros hallazgos, se evidencia que los Cocreadores informaron un porcentaje alto de dominios de conocimientos y destrezas en temas científicos de los respectivos proyectos de investigación al iniciarse en estos. Si bien los Cocreadores informaron tener altos dominios de conocimientos y destrezas en temas científicos, así como altos niveles de información sobre procesos de la ciencia al inicio del proyecto, resalta el dato que los porcentajes de niveles de información sobre procesos científicos es mucho más alto (entre 80% y 100%) que los niveles de dominio de temas científicos

(entre 51% 100%). Los Cocreadores demostraron tener más aprendizajes sobre el proceso de las ciencias que sobre los temas científicos de cada uno de los proyectos de investigación.

Es posible que el alto por ciento de nivel de informativo de los Cocreadores sobre el proceso de las ciencias esté asociado a su perfil académico. Anteriormente, se evidenció que un porcentaje alto de los Cocreadores tienen grados académicos de bachillerato, maestría y doctorado. Uno de los objetivos de las universidades es que sus egresados dominen los procesos de la ciencia. Por consiguiente, es probable que el alto por ciento de niveles de información de los Cocreadores, al iniciarse en sus respectivos proyectos, esté asociado a su formación científica obtenida en las universidades.

Datos Secundarios (Observación Partícipe y Grupo Focalizado)

Conforme a los hallazgos realizados a través de la observación partícipe, se recopiló datos alternos sobre las prácticas educativas utilizadas en los talleres para lograr que los participantes adquirieran conocimientos declarativos y procesales sobre conceptos, destrezas, valores y proceso científicos. En la evaluación, se reconoce que el aprendizaje es un proceso de internalización intelectual, vinculado con las experiencias externas de la enseñanza. Los hallazgos analizados, mediante el cuestionario, evidenciaron un aumento en el aprendizaje de los voluntarios del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. En particular, los voluntarios demostraron comprender conocimiento básico sobre los principios, conceptos, proceso científico y técnicas de investigación científica.

Es posible que el logro de estos aprendizajes estén asociados a las prácticas educativas utilizadas en las diversas actividades de investigación. Estas prácticas educativas se caracterizaron por los siguientes atributos: educación informal en un ambiente natural y democrático, trabajo en equipo colaborativo, diálogo lógico, apoyo administrativo al aprendizaje, enseñanza lógica de conceptos a partir de la experiencia del aprendiz, aplicación de conceptos y aprender haciendo, uso de diversas prácticas inductivas y deductivas de enseñanza, así como una relación empática entre aprendiz y recursos. Se evidenció que el aprendizaje logrado se dio en un contexto de educación no tradicional. Por consiguiente, la estrategia de enseñanza informal fue una constante que puede explicar por qué los voluntarios y Cocreadores lograron alcanzar los primeros tres objetivos del proyecto.

Un segundo instrumento de apoyo informativo fue el grupo focal. El grupo es una técnica cualitativa de avalúo utilizada para recopilar información basada en el diálogo. En esta sección de preguntas participaron voluntarios de las investigaciones de Arqueología, Aves, Costa y Crustáceos. Hay que destacar que en el proyecto de Ciudadano Científico Comunitario los voluntarios no solo aprendieron cosas nuevas (aun teniendo experiencia y previos conocimientos científicos), sino que fortalecieron y mejoraron pre concepciones sobre la diversidad de los ecosistemas, así como en la aplicación de técnicas de investigación científica. Varias observaciones realizadas por los voluntarios, resaltan la importancia de los conocimientos y destrezas científicas aprendidas para lidiar con los ecosistemas de su comunidad. Tales observaciones son consistentes con las expresadas

por algunos investigadores, en la que señalan que el proyecto ha tenido una orientación para formar ciudadanos científicos comunitarios. Si bien es cierto que el componente comunitario no fue una variable directa del proyecto, esta surgió en varias ocasiones por diversos sectores del proyecto.

La información obtenida del grupo focalizado demostró que los Colaboradores y Cocreadores del proyecto opinan haber obtenido aprendizajes relacionados a conocimientos y destrezas científicas en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Los aprendizajes que ellos identificaron son en gran parte similares a los que se espera que un Colaborador o Cocreador desarrolle en su experiencia educativa. Conforme a los hallazgos recopilados, se evidenció que los tres objetivos fueron logrados. Los hallazgos evidencian la aportación que ha hecho el proyecto Ciudadano Científico Comunitario para lograr los primeros tres objetivos: *Comprender conocimiento básico sobre los principios, conceptos, proceso científico y técnicas de investigación científica utilizada en el estudio de (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos); Aplicar técnicas básicas de investigación para la recopilación y análisis de datos en las siguientes áreas de estudio Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos. (Destrezas)*. Un dato a resaltar es que los voluntarios expresaron de manera generalizada que el proyecto Ciudadano Científico Comunitario estaba vinculado al quehacer comunitario. Visualizar el quehacer comunitario con la formación de ciudadanos científicos sugiere explorar futuros proyectos en que ambas dimensiones estén sistemáticamente integradas en sus teorías, conceptos y métodos de intervención científica y social. El proyecto debería llamarse ***Proyecto Ciudadano Científico Comunitario***.

Comunicación de Hallazgos Científicos

Uno de los objetivos del plan de evaluación era describir cuáles eran las prácticas que debían utilizar los voluntarios del proyecto para comunicar los resultados de su quehacer científico. Los cinco proyectos de investigación lograron que sus voluntarios participaran en diversos tipos de comunicación organizadas mediante conferencias, uso de medios de comunicación, uso de videos y tecnología y escritos. En la gráfica que sigue en la próxima página (Fig. 11) se representa la diversidad de medios utilizados en cada uno de los tipos de comunicación.

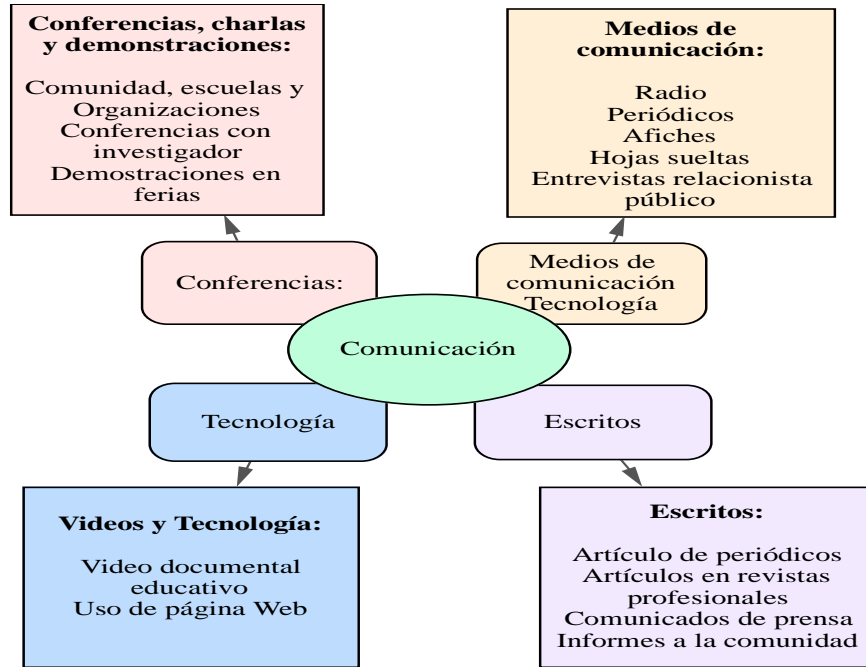
Las actividades de comunicación se dieron en las siguientes tres dimensiones: divulgación, difusión y diseminación. Si bien todos los voluntarios tuvieron algún tipo de experiencia comunicando sus proyectos, algunos elaboraron más actividades que otros. De los cinco proyectos de investigación, cuatro lograron completar más del 50% de las actividades documentadas en la hoja de cotejo y empleó más de un medio de comunicación. De igual manera, tres de los cinco proyectos (60%) (Aves, Costas y Murciélagos), lograron completar más del 50% de la sumatoria de las actividades documentadas por los voluntarios de sus respectivos proyectos y a su vez emplearon más de un medio de comunicación para comunicar información científica.

Se justifica la participación de voluntarios Colaboradores y Cocreadores de usar diversos medios para comunicar sus hallazgos de investigación, debido a que este es un ejercicio que comprende una de las gestiones del proceso científico. La divulgación de

conclusiones y discusión de resultados con otros es clave en el modelo ISE y los voluntarios del proyecto lo implementaron.

Figura 11

Tipos y actividades de comunicación



De acuerdo a este modelo, tanto los Colaboradores y Cocreadores tienen las destrezas para completar los mencionados pasos. Sin embargo, de acuerdo a los datos obtenidos, hubo una mayor participación en la comunicación de parte de los Cocreadores. Tomando en cuenta la oportunidad de poder realizar todos los pasos del proceso científico en investigaciones individuales o con sus investigadores, le brinda mayor sentido de pertinencia y motivación para compartir los resultados, tal y como se resalta en la revisión de literatura.

Por último, respondiendo a la pregunta de evaluación de cuáles son las prácticas que deben utilizar los voluntarios del proyecto para comunicar los resultados de su quehacer científico, se concluye que los voluntarios que completaron las actividades de comunicación tuvieron en cuenta la audiencia (receptor), el nivel cognitivo (conocimiento) y el medio de comunicación para transmitir y comunicar información científica relacionada a su proyecto de investigación en el proyecto Ciudadano Científico Comunitario. El tener en cuenta la audiencia a quien se le comunica información científica fue un asunto igualmente tratado por voluntarios del grupo focalizado. Por consiguiente, los hallazgos antes expuestos evidencian que el proyecto Ciudadano Científico Comunitario logró el objetivo de comunicar a través de diversos medios los hallazgos de investigación en cada una de las áreas de estudio: Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos.

Comportamiento Científico sobre Proceso Científico e Investigaciones

Los voluntarios medulares de los proyectos de Aves, Costas y Murciélagos demostraron mayores dominios del proceso científico antes de iniciarse como Cocreadores que los voluntarios de Arqueología y Crustáceos. Todos ellos demostraron cambios notables de aprendizaje entre antes y después. Las diferencias de aumento porcentual de aprendizaje en los voluntarios medulares fluctuó entre 11% y 70%. Las destrezas del proceso científico que más dominaron los Cocreadores al finalizar el proyecto fueron las que siguen: seleccionar y definir pregunta de estudio, recopilar información en torno a la pregunta de estudio, desarrollar una explicación preliminar de cómo dar respuesta al problema y diseñar la metodología para recopilar datos. Hay que destacar que estas cuatro destrezas son las iniciales y básicas del proceso científico.

Al inicio del proyecto, los investigadores acordaron por consenso que el 75% de dominio sería el indicador de efectividad para el logro del objetivo sobre comportamiento científico. De acuerdo con los hallazgos, se evidenció que todos los proyectos de investigación lograron el indicador, a saber: Costas (97%), Murciélagos (96%), Crustáceos (89%), Aves (88%) y Arqueología (75%), Estos, a su vez, lograron altos indicadores de efectividad en el logro del objetivo de comportamiento científico. Además, se evidenció que todos los voluntarios medulares desarrollaron comportamientos científicos mediante estudios de investigación y diversos tipos de proyectos científicos de interés a la comunidad. Conforme a los datos presentados, se concluye que todos los proyectos lograron el objetivo de comportamiento científico en las cinco investigaciones.

Sistematización del Modelo de Enseñanza Informal

Uno de los objetivos importantes del proyecto Ciudadano Científico Comunitario Comunitario fue crear un modelo educativo como resultado del estudio de las prácticas educativas realizadas en los diversos proyectos de investigación, así como otros factores intervinientes. Se utilizó una hoja matriz para recopilar información sobre la sistematización del modelo educativo en dos momentos (diciembre de 2014 y junio de 2015) con propósitos formativo y sumativo. Se entrevistó al investigador en torno al siguiente asunto principal: clarificación de la extensión y amplitud de cada objetivo de investigación; coherencia entre lo que este realizaría y resultados obtenidos. La evaluación se orientó hacia la coherencia del proceso (objetivos propuestos y resultados obtenidos). Se anotaron los cambios ocurridos en el logro de los objetivos, fortalezas y limitaciones del proceso y observaciones relevantes en torno al resultado final esperado.

No fue parte del proceso evaluativo analizar la sustantividad del modelo, la pertenencia de las prácticas asociadas al modelo, el proceso científico utilizado para elaborar el modelo o la manera en que se analizaba los hallazgos. Se partió del supuesto que el investigador era un experto en el área, por lo que no había que evaluar las áreas antes descritas.

Claridad y Coherencia en los Objetivos y Preguntas de Investigación

En la primera reunión, se analizó el plan de la investigación del proyecto y se identificaron los siguientes hallazgos: incluir el apoyo administrativo como factor interviniente en el modelo educativo; clarificar la alineación entre objetivos y preguntas de investigación; incluir otras dimensiones para conformar el modelo (supuestos filosóficos, teóricos y tipo de aprendiz); integrar objetivos que aparentaban ser similares; y ampliar contenidos de algunos objetivos para una mejor comprensión. Como resultado del diálogo evaluativo formativo, se determinó incluir en el plan cinco objetivos en vez de siete. Para el análisis, se integraron algunas preguntas de investigación en torno a ejes temáticos. El primer eje temático trata el aprendizaje (1^{era} pregunta de investigación), el segundo, las características del modelo educativo (2^{da}, 3^{ra} y 4^{ta} pregunta) y la tercera, el perfil de los voluntarios (5^{ta} pregunta Ver planes en Apéndices 26 y 27). Se logró cerrar el ciclo informativo (“loop”) al utilizar los hallazgos preliminares para hacer modificaciones al plan de trabajo. Este proceso fue realizado por acuerdo entre el evaluador y el investigador.

Aprendizaje de Conocimientos, Destrezas y Actitudes

El primer objetivo de esta investigación estuvo dirigido a identificar los aprendizajes de conocimientos, destrezas y actitudes científicas logradas por los voluntarios de los cinco proyectos de investigación. El investigador utilizó los hallazgos del informe de evaluación para inferir “El modelo propuesto y evidenciado a lo largo de estos tres años del proyecto, logró desarrollar en los voluntarios en general el conocimiento, destrezas y actitudes científicas perseguidas por los investigadores/as de las cinco áreas trabajadas.” Seguido de este juicio de la evaluación, el investigador resalta algunos hallazgos en torno a los voluntarios que validaron los aprendizajes que el evaluador observó.

De acuerdo a las observaciones realizadas por el investigador, los Colaboradores y Cocreadores demostraron comprensión al tratar conceptos relacionados con los proyectos de investigación en los que estaban participando. Demostraron saber manejar procesos de investigación, procedimientos de muestreos, descripción de patrones, revisar e incorporar datos al informe final y otros tipos de aprendizajes o sobre el fenómeno natural en cuestión. Además, fueron capaces de utilizar lenguaje científico general relacionado con el proceso o conceptos.

Los voluntarios no solo demostraron dominar la recopilación de datos e información en las investigaciones (uno de los procesos científico), sino que demostraron destrezas específicas vinculadas a sus respectivas investigaciones (ej. uso de “equipo especializado como sensores, de observación, de comunicación, de geolocalización (GPS), de medición, de laboratorio, entre otros.”), así como el uso apropiado de los equipos de trabajo. Según el investigador, se observó en los voluntarios “el desarrollo de una actitud positiva hacia el trabajo de investigación y la conservación de la cuenca del río Manatí ha estado presente desde el inicio.” Actitudes más específicas observadas en los Colaboradores y Cocreadores fueron: interés por temas relacionados con las investigaciones, asistencia frecuente a las actividades y tipo

de preguntas realizadas para generar más información a su estudio. En ocasiones, familiares se integraron a los proyectos para apoyar el interés científico de sus hijos. Este hallazgo es importante debido a que la ciudadanía científica no solo impacta al ámbito micro-personal, sino al núcleo micro-familiar.

Se infiere de estas observaciones que los voluntarios Colaboradores y Cocreadores demostraron conocimientos básicos de procesos científicos. No se evidenció, si los mismos demostraron dominio en la destreza del proceso científico. Aunque no se presentan datos que avalan el conocimiento de conceptos directamente relacionados con las investigaciones (Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos), se infiere que al estos dominar el proceso científico, tal dominio le facilita dominar conocimientos más específicos de las investigaciones. Si bien no se hace referencia al desglose de todas las actitudes que se fomentan en las cinco investigaciones (7 actitudes), las que se mencionan hacen referencia a otros tipos de actitudes (ej. interés por temas de investigación, asistencia frecuente e interés y otras) que avalan el aprendizaje de actitudes científicas para mejorar la biodiversidad ambiental. El investigador expresó que en su informe final establecerá *conexión más directa con estos aprendizajes*. Por consiguiente, se infiere de los datos presentados que se logró dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ***¿Qué elementos del ciudadano científico, así como conocimientos científicos, destrezas y actitudes los voluntarios (ciudadanos científicos) desarrollaron a través de su presencia activa en los diferentes proyectos de investigación?***¹³

En el informe no se presenta información evaluativa sobre el aprendizaje del comportamiento científico, eje central del voluntario Creador. El comportamiento científico es un aprendizaje similar a lo que se conoce como *capstone*. El aprendizaje *capstone* recoge todos los aprendizajes organizados en conocimiento, destrezas y valores (competencia). Esta información es provista en el proceso evaluativo y se recoge mediante rúbrica y evidencia de investigaciones realizadas. Hay que aclarar que en la pregunta de investigación no se contempló el comportamiento científico como un aprendizaje que integra conocimientos, destrezas y valores (competencia).

Desde la perspectiva del evaluador, se infiere que aunque en el informe del investigador no se relacionan los datos de aprendizaje logrado con el componente de enseñanza, este será presentado en el informe final (Entrevista al Dr. Muñoz, octubre de 2015). Se parte del supuesto que si los voluntarios adquirieron aprendizajes en conocimientos, destrezas y actitudes científicas, tales resultados podrían estar asociados a la enseñanza y a otras variables vinculantes. Por consiguiente, este vínculo entre los datos de aprendizajes con la enseñanza deben ser explicados como un factor central en la conformación de un modelo de enseñanza-aprendizaje. El logro de este objetivo se hará evidente en el momento que se argumente cómo el aprendizaje de conocimientos, destrezas, actitudes y comportamiento científico se vinculan con el modelo de enseñanza.

¹³ Es posible que las observaciones del investigador estén fundamentadas en los hallazgos evaluativos del aprendizaje, lo que justifica tal derivación.

Modelo Emergente de Educación Informal

Tres de los objetivos de la investigación educativa dieron lineamientos a la conformación de un modelo de educación informal. El objetivo dos hace referencia a actividades educativas y comunicación entre educando-educadores. El objetivo tres describe los roles y estrategias educativas, y el objetivo cuatro precisa aun más lo relacionado a destrezas.

En el informe se identificaron un conjunto de técnicas de enseñanza (demostración, audiovisuales, trabajo en pares, conferencia, preguntas y respuestas, conversaciones informales) y se elaboró un diagrama representativo de lo que es el modelo respecto a la variable enseñanza. Se identificaron roles por grupos que incidieron en la conformación del modelo de enseñanza, a saber: investigadores, asistentes de investigación, intérpretes, voluntarios y personal administrativo. Se describieron los roles de cada uno de los grupos que colaboraron en el proyecto. La mayoría de las actividades de los investigaciones seguían una secuencia que apuntan hacia un patrón estructural. Usualmente, los talleres/actividades se iniciaban con una bienvenida e introducción del proyecto, se orientación sobre medidas de seguridad, presentación de los objetivos del taller/actividad y los grupos se dividían en tareas de trabajo. También, se explicaba el uso de los instrumentos; se explicaba el uso de técnicas para recopilar datos; se daban diálogos entre los voluntarios; se hacía un cierre de la actividad y se daba agradecimiento a los voluntarios.

Se identificaron los siguientes grupos que interactuaban en las actividades: investigadores, asistentes de investigación intérpretes, voluntarios líderes y voluntarios (Contribuidores, Colaboradores y Cocreadores). En la investigación se explica los niveles de comunicación entre estos grupos, en particular se identificaron cuatro tipos y niveles de comunicación. El componente de apoyo administrativo fue uno emergente que dio forma al modelo educativo para formar ciudadanos científicos. La investigación demostró etapas del proceso administrativo que fueron claves para apoyar la enseñanza. Las secuencias de estas etapas fueron las que siguen: preparación previa de equipos de trabajo, promoción del proyecto, celebración de actividades, documentación del proceso, revisión de evaluaciones y retrocomunicación y finalmente modificación y ajustes.

La información provista contiene todos los elementos metodológicos y de apoyos externos que conforman el modelo educativo de Ciudadanos Científico. Si bien el componente metodológico es central al conformar el modelo, el mismo se hace más evidente si se integran otras ideas importantes al elaborar un modelo educativo. Es requerido remitir estos componentes metodológicos y de apoyos externos a componentes teóricos, conceptuales y maneras en que se concibe el aprendizaje del estudiante en un proyecto. El investigador informó que esta recomendación se integrará en el informe final (Entrevista al Dr. Muñiz en octubre de 2015).

Estos componentes (filosóficos, teóricos y conceptuales) fueron considerados por el investigador en otro de sus escritos (Ver Apéndice 29 Resumen en Power Point, p. 6) para ser integrados al modelo. En dicho escrito se identifican las siguientes características generales del modelo: principios educativos y filosóficos, procesos

metodológicos, ideas o conceptos y prácticas. El investigador informó que integrará las características del modelo antes mencionados en su informe final. Por consiguiente, aunque los tres objetivos de la investigación educativa se cumplieron (Objetivos 2, 3 y 4), no se refleja en el modelo gráfico los principios y conceptos que la orientan. De igual manera, en la segunda entrevista realizada al investigador comunicó que próximamente elaborará una “representación gráfica y explicación textual detallada de los fundamentos, procesos, metodologías y materiales relacionados al conjunto de experiencias didácticas sistematizadas completadas por el Proyecto” (Entrevista al Dr. Carlos Muñiz en octubre de 2015). Finalmente, se presenta como el investigador concibe el modelo que emergió del proceso de educación informal:

El modelo educativo emergente del Proyecto CC2 balancea los procesos de enseñanza tradicionales (conferencia, demostraciones, apoyo de materiales, etc.) con la interacción educativa menos formal. Lo formal, en el sentido de la integración de espacios no tradicionales de aprendizaje como los entornos naturales o la Hacienda, las tareas más dirigidas, el acceso de los voluntarios al uso y práctica con equipo especializado y la asistencia de varios grupos de apoyo en cada sesión. Este modelo encuentra apoyo en la literatura de diversos enfoques educativos formales e innovadores. Algunos elementos comunes con otros modelos tradicionales lo son el uso de la pregunta por medio de la metodología del inquirir, el uso de pares para fomentar el aprendizaje, el aprendizaje en contexto, algunos elementos del aprendizaje en servicio y el voluntariado. Aunque el centro lo son las 5 investigaciones y sus investigadores/as, se centra en sus procesos de comunicación e interacción con los voluntarios. Además de estos, los grupos de apoyo han sido cruciales para el proceso de aprendizaje de los voluntarios así como para el desarrollo óptimo de las investigaciones (Muñiz, 2015 y Entrevista al Dr. Carlos Muñiz, 2015).

La información provista por el investigador, así como lo expuesto en su informe de investigación, lleva a inferir que los tres objetivos fueron logrados al plasmarse los componentes medulares de un modelo de educación informal. Aunque en el informe del investigador no se elaboran los fundamentos filosóficos/teóricos del modelo y no se representa gráficamente el modelo, así como una explicación del mismo, el escrito contiene los conceptos principales de un modelo educativo. Además, el investigador tiene entre sus planes próximos elaborar un escrito separado al informe en la que se explicita el modelo según los diálogos entre investigador y evaluador (Entrevista Muñiz, 2015).

Perfil de Grupo de Interés y Modelo de Educación Informal

La sección de perfil va dirigida a contestar el siguiente objetivo: Describir el perfil de todos los participantes (científicos, intérpretes y líderes voluntarios) que conforman los cinco proyectos de investigación científica. Por consiguiente, el perfil incide en el modelo de educación informal. Aunque la pregunta de investigación hace referencia a investigadores, intérpretes y líderes voluntarios, en el informe se incluye el perfil de los asistentes de investigación. No se presentan razones de por qué se incluye este otro grupo.

La descripción del perfil de los investigadores, asistentes de investigación, voluntarios líderes e intérpretes es general y no se remite a información precisa que represente un perfil sociodemográfico/educativo/experiencia. Se aplican diferentes criterios de perfil para cada uno de los grupos y no se provee información del criterio de perfil (ej. edad, género, grado académico y otros). Gran parte de la descripción que se presenta de cada uno de estos grupos no se relaciona directamente con el perfil sociodemográfico/educativo/experiencia, a saber: actitud hacia el proyecto, capacidad de interacción con otros miembros del proyecto, estilos de comunicación, roles, empatía, capacidad organizativa, conocimiento de cómo funcionar en el proyecto y funciones en las actividades. Aunque estos atributos dan una idea general de qué hacen cada uno de estos grupos (este hallazgo fue ya presentado en otras preguntas), las mismas no aportan información para conformar categorías de perfil.

De la información antes expuesta, se infiere que el proyecto de investigación de educación informal no identificó con anticipación criterios de perfil (ej. edad, género, preparación académica, experiencia en su área, lugar de residencia y otras). Dado que no se tiene información específica de perfil, se dificulta precisar las características de las unidades de análisis (científicos, intérpretes y líderes voluntarios).

El informe no provee información numérica y porcentual de la población de los diversos grupos, por lo que se desconoce cuán representativa es el perfil de los datos disponibles en la base de datos de la organización Para la Naturaleza. Además, es posible que la base de datos de la organización Para la Naturaleza tenga otras variables que puedan llevar a representar un sólido perfil por proyectos de investigación y general. Es posible argumentar el vínculo entre un perfil con un conjunto de variables sólidas con el desarrollo de variables de un modelo de educación informal. En el informe de investigación no se establece este vínculo con variables de educación informal. Se debe considerar la posibilidad de relacionar conceptualmente las variables de perfil con el modelo de enseñanza. Una posible pregunta que puede orientar la vinculación de estas variables es la que sigue: ¿El modelo de enseñanza está condicionado por un perfil particular o el modelo trasciende determinados perfiles?

Otra observación es la posibilidad de considerar el perfil de los voluntarios, Colaboradores y Cocreadores que participaron en el proyecto. En el perfil presentado no se hace referencia alguna al perfil de dicha población. Hay que destacar que esta unidad de análisis no fue considerada en la pregunta inicial (¿Cuál es el perfil de todos los participantes (científicos, asistentes de investigación, intérpretes, líderes voluntarios) que conforman los cinco proyectos de investigación científica?). En la pregunta de perfil no se hace referencia a los contribuidores, Colaboradores y Cocreadores. Esta variable es importante debido a que se vincula a cómo son los sujetos que aprenden. El modelo debería considerar cómo la variable de perfil de los que aprenden (voluntarios) está asociada con el perfil de los que enseñan o apoyan el aprendizaje (recursos).

El investigador no recopiló información sobre perfil debido a que la misma sería provista por el evaluador y por la organización Para la Naturaleza. En entrevista con el investigador comunicó que la información de las variables de perfil de los voluntarios fue provista por el evaluador y hasta el momento el programa no le ha provista esta información. Es posible que la organización Para la Naturaleza tenga bastante

información (no solo de los voluntarios, sino de los recursos) que puedan ayudar a representar una idea específica del perfil de los que participaron en el proyecto en general, como los que participaron en los cinco proyectos de investigación. Hay que dialogar para explorar si hay algunas restricciones programáticas que limiten utilizar esta información (confidencialidad). Si bien el principio de confidencialidad no aplica a grupos agregados en la investigación/evaluación, debe analizarse qué variables de perfil deben utilizarse y con qué propósito, así como ser aprobado por el IRB.

Aunque el evaluador solo tiene información inicial de solo dos variables (grado alcanzado y a qué se dedica el voluntario), dicha información le puede ser provista por el proyecto. Otra opción a considerar es que la organización Para la Naturaleza provea información de perfil de los científicos, intérpretes, líderes voluntarios y de voluntarios para que esta investigación pueda lograr este objetivo. La información de perfil por proyectos puede ser útil para explorar la relación entre sus variables y sobre las prácticas educativas de cada uno de los proyectos de investigación.

Recomendaciones

Finalmente, esta sección presenta un conjunto de recomendaciones que se derivan del análisis de hallazgos y las conclusiones por objetivos evaluativos. Algunas de las recomendaciones fueron presentadas por investigadores y por funcionarios del personal administrativo. Primeramente se presentan recomendaciones en torno al tema de apoyo gerencial del programa Para la Naturaleza. El segundo conjunto de recomendaciones tratan sobre el tema evaluación de educación informal. Finalmente, se presenta un tercer conjunto de recomendaciones en torno al tema de trascendencia del proyecto Ciudadano Científico Comunitario.

Apoyo Gerencial de la Organización Para la Naturaleza

1. El proceso de reclutamiento de voluntarios fue una gestión a la que se le dedicó mucho tiempo, esfuerzo y logística. Aún así hubo dificultad para reclutar ciudadanos residentes a las comunidades aledañas a la cuenca del Río Grande de Manatí. Se recomienda reflexionar sobre este asunto y explorar las razones por las que no se logró reclutar gran parte de los ciudadanos de estos sectores al proyecto Ciudadanos Científicos. Si este proyecto se fuera a replicar, hay que desarrollar estrategias de reclutamiento de voluntarios cercanas a las comunidades que se realizan las investigaciones. Se pueden fortalecer las coordinaciones con escuelas, clubes, iglesias y liderazgo comunitario para identificar candidatos para el proyecto. Estas entidades y grupos representan sectores diversos en las comunidades y son recursos para identificar ciudadanos interesados en trabajar con la protección del ambiente en la comunidad. Se reconoce que este proceso es uno complejo, complicado y requiere establecer diversas alianzas que produzcan el resultado esperado. No obstante, se reconoce el esfuerzo realizado en dicha gestión. Se destaca, que aunque hubo un alto porcentaje de participación de residentes de los pueblos aledaños a la cuenca del Río Grande de Manatí, pocos llegaron a la etapa final de Cocreadores. Por consiguiente, una segunda estrategia a considerar es reforzar el proceso de seguimiento para que los voluntarios de la

zona geográfica a impactar se mantengan en el Proyecto hasta finalizar la fase de Cocreador.

2. Una tarea de prioridad al implementar un proyecto de Ciudadano Científico Comunitario es formar a todos los grupos que intervienen en el proyecto en torno a los siguientes conceptos: a. prácticas educativas informales, b. uso de la información evaluativa para fortalecer aprendizajes, c. trabajos colaborativos entre investigadores y asistentes de investigación, d. cumplimiento de fechas límites en las fases de investigación, e. administración de instrumento conforme al plan establecido y f. cumplimiento de informes a tiempo al coordinador del proyecto en la organización Para la Naturaleza. Las seis gestiones antes mencionadas son condiciones requeridas para que un proyecto funcione de acuerdo a lo establecido. Todos los grupos relacionados al proyecto deben estar conscientes de estas seis gestiones para que el modelo de educación informal (incluye aprendizaje) funcione óptimamente. Hay que destacar que en términos generales estas seis gestiones afloraron en el proyecto con niveles diversos de sistematización. Lo central en la observación que se hace es formar a todos los ciudadanos para sistematizar dichas gestiones y asegurar aún más el logro óptimo de aprendizajes.
3. La variable proceso administrativo fue crucial para crear condiciones dirigidas a promover el aprendizaje en los voluntarios. El apoyo administrativo (material informativo a tiempo, logística de las actividades, reuniones de seguimiento y otras) fue clave en crear condiciones en los talleres de investigación que facilitaron procesos de enseñanza-aprendizaje. En particular, el seguimiento impulsado por funcionarios de la organización Para la Naturaleza fue decisivo en crear un ambiente orientado hacia soluciones. Por ejemplo, el aprendizaje de uso de instrumento en cada investigación se lograba al estar dichos equipos funcionando bien y disponibles al momento del taller. Son estos servicios de apoyo al aprendizaje, los que hacen la diferencia de aprender o no en un proyecto. Por consiguiente, esta estrategia de seguimiento y apoyo a los proyectos de investigación, educación y evaluación fue decisiva en promover los aprendizajes establecidos.
4. Preparar una propuesta que de seguimiento al tercer proyecto de Ciudadano Científico Comunitario, con todos sus componentes e integrando esta vez el componente comunitario. Las comunidades tienen la capacidad organizativa para atender una diversidad de problemas sociales en su zona geográfica, en particular el uso inapropiado de la biodiversidad, así como el atentado contra el medio ambiente comunitario. Se deben crear proyectos de educación informal para formar ciudadanos científicos en el escenario comunitario. Por consiguiente, no solo se debe dominar los procesos científicos en general o las competencias específicas de investigar en torno a determinado eje temático (ej. Aves, Crustáceos, Costas u otros), sino que hay que aprender como el ciudadano se inserta en las comunidades, como se identifican necesidades ambientales en las comunidades, como se organiza la comunidad para atender dichos problemas, que alianzas establecer para promover cambios ambientales en la comunidad, así

como comunicar ideas de la comunidad al público en general. El ciudadano científico debe dominar los conceptos básicos del trabajo comunitario para impulsar una formación científica de su ciudadanía (Estremera, 2015). En la medida que se integra el concepto comunidad al de ciudadanía científica, se hace pertinente el proyecto: *Ciudadano Científico Comunitario*.

Proyecto de Evaluación de Educación Informal

1. Elaborar un diseño evaluativo en que se triángule la información para dar respuesta a los objetivos educativos, utilizando un máximo de cuatro medios: cuestionario, observación partícipe, autoevaluación y rúbrica. Estos instrumentos recogen información suficiente, variada y sustantiva para evidenciar el logro de los objetivos de los proyectos científicos. El cuestionario debe contener la siguiente información mínima de perfil: género, edad, grado, pueblo y comunidad de residencia y a qué se dedica el participante del proyecto. Con esta mínima información se puede establecer relaciones entre determinados reactivos de perfil con reactivos de aprendizajes, comportamiento científicos y otras áreas de importancia del proyecto. Se deben incluir algunos reactivos que midan más directamente la variable aprendizaje en el cuestionario y en la autoevaluación. El instrumento de observación partícipe debe mantenerse igual debido a que arrojó buena información sobre la enseñanza y el aprendizaje. Si bien el diseño de los instrumentos fue efectivo en recopilar información, estos pueden modificarse un poco para lograr un poco más de efectividad con menos esfuerzo.
2. Se debe sistematizar una estrategia para que los investigadores del proyecto analicen los hallazgos evaluativos que reciben periódicamente y evidencien como dichos hallazgos evaluativos se utilizan para reflexionar sobre sus prácticas de enseñanza-aprendizaje. La importancia de la evaluación formativa es lograr mantener lo que es efectivo y modificar lo que limita el aprendizaje. El círculo evaluativo logra completarse (“loop”) en el momento en que los hallazgos evaluativos se utilizan para mantener o modificar lo que se está realizando. Este esfuerzo debe sistematizarse en coordinación con funcionarios de la organización Para la Naturaleza.
3. Mantener la estrategia de revisar los objetivos de los proyectos de investigación antes de iniciar el diseño evaluativo. Fue clave en la validez del diseño evaluativo, la colaboración entre el evaluador y los investigadores en precisar los ejes temáticos de sus proyectos y construir objetivos orientados hacia el aprendizaje. Los contenidos curriculares que se querían enseñar se alinearon a objetivos de cada investigación y estos se alinearon, a su vez, con los objetivos del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. En reuniones con los investigadores se resaltó promover aprendizajes conforme a los resultados esperados en los objetivos. Por consiguiente, el proceso para evidenciar el logro de aprendizajes se facilitó debido a que se alcanzó a montar un sistema de alineación a diversos niveles, a saber: objetivos, contenidos, enseñanza y aprendizaje.

4. Los diversos grupos de investigadores, así como otros recursos del proyecto Ciudadano Científico Comunitario, consideraron que de este ser replicado debía integrarse el concepto comunidad como estrategia integral a los proyectos de investigación. Integrar el concepto de comunidad ofrece una nueva perspectiva para lidiar con la conservación y el uso apropiado de la biodiversidad en el escenario comunitario. En la actualidad en Puerto Rico hay diferentes niveles de organización comunitaria (sobre 1,500 comunidades organizadas) dirigidas a lidiar con diversas problemáticas sociales, entre ellas la protección del medio ambiente. Son dichas entidades comunitarias las que tienen un contacto directo con el ciudadano común para atender necesidades mediante la autogestión y el empoderamiento.
5. Los voluntarios demostraron altos por cientos de dominio sobre el proceso y valores científicos antes de iniciarse en el proyecto. De igual manera, hubo cambios notables en aprendizaje entre antes y después en dichos dominios. Estos hallazgos nos sugieren que posiblemente los voluntarios que se iniciaron en el proyecto ya mostraban un nivel de dominio sobre procesos científicos y sobre valores pro calidad del medio ambiente. Una posible explicación a estos hallazgos es que la educación recibida por distintas entidades sociales (escuela, iglesia, familia, televisión y otras) hayan formado una idea general sobre lo que es el proceso científico, así como los valores que promueven el respeto por la biodiversidad del medio ambiente. Dado este escenario de dominios, en un próximo proyecto, se puede dar más atención al conocimiento procesal de cómo hacer investigaciones de manera general y no a resaltar sus características (conocimiento declarativo).

La matrícula que se inició en los proyectos informó tener conocimiento declarativo sobre el proceso científico, por consiguientes los investigadores pueden llevar a estos voluntarios a un nivel más complejo en aprender como se aplica el proceso de las ciencias en general. Los voluntarios deben no solo comprender la investigación de temas científicos en Aves, Crustáceos, Murciélagos y otros, sino comprender como se aplica el proceso científico en general y luego como transferir dicho conocimiento procesal al estudio de temas científicos como los mencionados anteriormente.

De manera similar, un próximo proyecto de investigación debe aumentar el nivel del valor científico que se quiere fomentar en el proyecto. En el plan de evaluación original se estableció el nivel más bajo de los valores científicos a demostrar por el voluntario al iniciarse en el proyecto (recibir) y el nivel más alto en alcanzar al finalizar el proyecto (responder). En el proyecto inicial, se optó por seleccionar ambos tipos de valores científicos (recibir y responder) de nivel básico debido a que se carecía de referente empírico para establecer niveles valorativos más altos. Con la información recopilada, se evidenció que los voluntarios llegaron al proyecto con claras ideas valorativas a favor del medio ambiente. Por consiguiente, si los voluntarios se iniciaron en los proyectos con fortalezas valorativas científicas sobre el medio ambiente,

entonces se puede orientar en evaluaciones de aprendizajes más complejas (aceptar, preferir o integrar).

6. Una fortaleza del proyecto fue que los cinco investigadores se enfocaron en aprendizajes para formar voluntarios con comportamientos científicos. Los Cocreadores no solo adquirieron competencias científicas (conocimiento, destrezas y valores), sino que demostraron comportamientos científicos y tal proceder se evidenció mediante los proyectos realizados y la manera en que comunicaron los resultados de sus investigaciones. La organización Para la Naturaleza debe desarrollar un programa de seguimiento y acompañamiento a los 19 cocreadores para fortalecer el liderazgo de estos, para promover el desarrollo de una conciencia científica en apoyo al ambiente en las comunidades. Ya se tienen a estos recursos formados y con claras actitudes científicas para defender causas ambientales desde una perspectiva informada. Se justifica separar recursos para promover impacto social/ambiental mediante el seguimiento/accompañamiento de estos Cocreadores.
7. Se debe elaborar una estrategia de seguimiento a los colaboradores y cocreadores que finalizaron el proyecto Ciudadano Científico para ampliar sus proyectos de investigación, iniciar otros o representar su trayectoria científica con su comunidad. . La comunicación entre funcionarios de la organización Para la Naturaleza, investigadores y los voluntarios medulares (colaboradores y cocreadores) es crucial para establecer procedimientos y criterios adecuados para dicho seguimiento. Este sistema de seguimiento (“tracking”) en un tiempo acordado proveerá información a la organización Para la Naturaleza sobre el impacto que ha tenido el proyecto en dichos ciudadanos científicos.
8. En un próximo proyecto sobre ciudadanía científica debe considerarse la posibilidad de promover trabajos de investigación multidisciplinarios entre los voluntarios. El trabajo multidisciplinario amplía el conocimiento científico y permite comprender un problema objeto de estudio desde diversas ópticas disciplinarias.

Trascendencia del Proyecto Ciudadano Científico Comunitario

1. Realizar gestiones con organizaciones educativas, comunitarias, gubernamentales en el ámbito nacional e internacional para replicar el modelo educativo-evaluativo del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. Por diversos medios, se evidenció que el modelo de educación informal que emergió de las actividades de investigación promovió aprendizajes (conocimientos, destrezas y valores), comportamientos científicos y destrezas para comunicar hallazgos de investigación. El modelo se hace confiable cuando se aplica a escenarios similares o diversos al nuestro. Es la diversidad de réplicas del modelo en diferentes escenarios la que nos sugiere el poder de extrapolación del mismo. Por consiguiente, una tarea prioritaria de la organización Para la Naturaleza es dar a conocer el modelo de educación informal en el ámbito nacional e internacional. Se debe establecer la meta de

trascender el modelo de la Cuenca del Río Grande de Manatí y darlo a conocer en otros escenarios para impulsar la agenda de formar ciudadano científico comunitario en defensa del medio ambiente.

En particular, se recomienda establecer contactos con líderes educativos y funcionarios de gobierno de otros países para replicar el modelo del proyecto Ciudadano Científico Comunitario. En particular, debe considerarse los países del Caribe (Cuba, República Dominicana, Haití y Colombia) u otros países latinoamericanos (México, Venezuela, Argentina, Chile y otros). Se pueden utilizar los congresos científicos internacionales como un medio para impulsar alianzas. Es requerido iniciar el desarrollo de protocolos de alianzas para dar respuesta ágil a esta recomendación en caso de surgir una petición de colaboración de un pueblo hermano. De igual manera, se debe establecer alianza con el Departamento de Educación para presentar la educación informal como un modelo alternativo al que tradicionalmente se implementa en el aula escolar.

2. Dar seguimiento sistemático a una estrategia de comunicación sobre el proyecto Ciudadano Científico Comunitario durante uno o dos años, en especial sobre los hallazgos de las investigaciones y el modelo de educación informal del proyecto Ciudadano Científico Comunitario en las siguientes tres dimensiones *diseminación, difusión y divulgación*. La dimensión de *diseminación* se debe enfocar a científicos vinculados con los proyectos de Arqueología, Aves, Costas, Crustáceos y Murciélagos, así como investigadores en áreas relacionadas. Además, se debe *difundir* los hallazgos de las investigaciones en conferencias, artículos y otros medios para público informado con conocimiento general sobre temas científicos. Finalmente, se debe crear un conjunto de actividades de *divulgación* sobre hallazgos evaluativos y de investigación al público en general a través de internet, la radio, la prensa y otros medios. Las comunidades en las que se realizaron investigaciones deben estar informadas sobre los resultados de cada uno de los proyectos. Estos tres modos de comunicación (*diseminación, difusión y divulgación*) atienden la diversidad de sectores a los que se puede comunicar conforme a propósitos particulares.

REFERENCIAS

- Ausubel, D. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. 2^{da} edición. México: Trillas.
- Ayllón Viaña, M. R. (2001). *La práctica como fuente de conocimiento: Una propuesta operativa para sistematizar experiencias en Trabajo Social*. <http://www.ts.ucr.ac.cr/binarios/congresos/reg/slets/slets-017-109.pdf>.
- Bloom, B. (1981). *Taxonomía de los objetivos de la educación: La clasificación de las metas educacionales*. (8^a. Ed.). Argentina: El Ateneo Editorial.
- Bruner, J. (1990). *Actos de significado: Más allá de la revolución cognitiva*. Madrid: Edición Alianza.
- Caise (2009). *Public participation in scientific research: Defining the field and assessing its potential for informal science education: A Caise inquiry group report*. Center for Advancement of Informal Science Education. www.caise.insci.org.
- Creswell, J.W. (1998). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Daros, W.R. (s.f.). *El conocimiento científico: En la concepción de Karl Popper*. <http://museoarqueologico.univalle.edu.co/imagenes/Proyecto%20de%20Grado%2001/lecturas/El%20conocimiento%20cientifico.pdf>.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y.S. (2000). *Handbook of qualitative research* (2nd. Edition) Thousand Oaks, CA: Sage.
- Donald T. Campbell, D. & Stanley, J. (1963). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Chicago: Rand McNally.
- Estremera Jiménez, R. (2015). *Trabajo Social Comunitario Puertorriqueño: De la experiencia histórica hacia un modelo liberador*. Puerto Rico: Publicaciones Gaviota.
- Estremera Jiménez, R. (2001). *Cómo desarrollar destrezas de pensamiento*. Aguadilla: Isabela Printing.
- Estremera Jiménez, R. (2001). *Educational vision and assessment*. (4^{ta}. Edición). Puerto Rico: Isabela Printing, Co.
- Figarella García, F. (2011). Capítulo 1 La perspectiva constructivista, 19-56; Capítulo 2 Las interacciones sociales, 55-72. De “¡Escucha! ¡Copia! ¡Repite!” A “¡Investiga! ¡Comparte! ¡Crea!”: El enfoque constructivista y las interacciones en la sala de clase. San Juan, Puerto Rico: Isla Negra.

- Frechtling, J., Marx, M., Rog, D., Thomas, V, Frierson, H., Hood, S. & Hughes, G. (2010). *The 2010 user-friendly handbook for project evaluation. Directorate for Education and Human Resources*. Division of Research and Learning in formal and informal settings. National Science Foundation.
- Friedman, A.J. (2008). *Framework for evaluating impacts of informal science education projects: Report from a National Science Foundation Workshop*. The Directorate for Education and Human Resources^[SEP]The Division of Research on Learning in Formal and Informal Settings (DRL) http://insci.org/resources/Eval_Framework.pdf.
- Gardner, P.L. (1975). Attitude to science: A review. *Studies in Science Education*, 2(1) 1-41. En la obra de Vázquez Alonso, A & Manassero, M. (1993). Actitudes relacionadas con la ciencia: Una revisión conceptual. *Investigación de las Ciencias*. 13(3) 337-346.
- Gatica-Lara, F. & Uribarren-Berrueta, T. N. J. (2013). ¿Cómo elaborar una rúbrica? *Inv Ed Med*, 2(1), 61-65. Recuperado en http://riem.facmed.unam.mx/sites/all/archivos/V2Num01/10_PEM_GATICA.PDF.
- Guba, E.G. & Lincoln, Y.S. (1989). *Fourth generation evaluation*. California: Sage.
- Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, M.P. (2010). *Metodología de la investigación*. 5^{ta} Edición. México: Mc Graw Hill.
- Jara Holliday, O. (2012). *Sistematización de experiencias, investigación, y evaluación: Aproximaciones desde tres ángulos*. The international journal for global and development education research, 1, 56-70. <http://educacionglobalresearch.net/wp-content/uploads/02A-Jara-Castellano.pdf>.
- Kamberelis, G. & Dimitriadis, G. (2008). Chapter 12 Focus groups: Strategic Articulations of pedagogy, politics, and inquiry, 375-401. In Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (Eds.). *Collecting and interpreting qualitative materials* (3rd Edition). Thousand Oaks, California: Sage Publications.
- Krueger, R.A. (1991). *Focus groups: A practical guide for applied research*. Beverly Hills; California: Sage.
- Kurfiss, J. (1988). Critical thinking: theory and research, practice and possibilities *ASHE-ERIC, Height Education Report*, 2, Washington, D.
- Lucca Irizarry, N. & Berríos Rivera, R. (2003). Capítulo 4 El estudio de caso, 86-119; Capítulo 9 La observación, 284-313; Capítulo 11 El grupo focal, 360-409; Capítulo 17 La teoría emergente, 552-583. En *Investigación cualitativa: Fundamentos, diseños y estrategias*. Puerto Rico: Ediciones SM.
- Martín Sempere, M. J. & Rey Rocha, J. (2007). Resumen ejecutivo, 16-25; Capítulo I El concepto de comunicación científica: Diseminación, difusión y divulgación

científica, 36-39; Capítulo III Importancia de la participación de la comunidad científica en la comunicación de la ciencia y la tecnología al público, 46-48. *El papel de los científicos en la comunicación de la ciencia y la tecnología a la sociedad: Actitudes, aptitudes e implicación*. http://digital.csic.es/bitstream/10261/1616/1/30_Papel.pdf.

Muñiz, C. & López, A. (2015). *Informe del trimestre de abril a Junio de 2015*. Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico. Proyecto Ciudadano Científico. Material fotocopiado.

Muñiz, C. & López, A. (2015). *Estudio de caso: Modelo utilizado por el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (FCPR) para desarrollar científicos ciudadanos en poblaciones hispanas a partir de la educación informal en ciencias (ISE)*. Presentación en el Encuentro del Proyecto Ciudadano Científico. septiembre de 2015.

Informe del trimestre de abril a Junio de 2015. Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico. Proyecto Ciudadano Científico. Material fotocopiado

National Science Foundation. (2006). *Informal Science Education*. <http://www.nsf.gov/pubs/2011/nsf11546/nsf11546.htm>.

Olmedo Salar, S. (2011). Comprender la comunicación, de Antonio Pasquali. *Razón y palabra*, (75). Recuperado de http://www.razonypalabra.org.mx/N/N75/monotematico_75/27_Olmedo_M75.pdf.

Padilla, M. J. (1990). *The science process skills*. <https://www.narst.org/publications/research/skill.cfm>.

Piaget, J. (1975). *Problemas de psicología genética*. Barcelona: Ed. Ariel.

Prieto-Patiño, L. & Vera Maldonado, A. (2008). Actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria. *Psychologia* 2(1), 133-160. <http://www.redalyc.org/pdf/2972/297224999005.pdf>.

Rosa Soberal, R. (2006). Capítulo 1 La planificación de un programa, 26-35. En *Planificación y Evaluación de Programas*. San Juan, Puerto Rico: Isla Negra Editores.

Rossi, P.H. & Freeman, H.E. (1993). *Evaluation: A systematic approach*. California: Sage.

Salvia, J. & Ysseldyke, J.E. (1998). *Assessment*. Boston: Houghton Mifflin Company.

Sempere, J.M. & Rocha, J.R. (2007). El papel de los científicos en la comunicación de la ciencia y la tecnología a la sociedad: Actitudes, aptitudes e implicación. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Sistema Madrid. www.madrid.org.

- Tennyson, R. (1986). An empirical based instructional design theory for teaching concepts. *Review of Educational Research*, 56 (1), p. 40-71.
- Toerpe, K. D. (2013). The rise of citizen science. *Kosmos*. Recuperado en <http://www.kosmosjournal.org/wp-content/article-pdfs/the-rise-of-citizen-science.pdf>.
- The Conservation Trust of Puerto Rico (2011). *Assessing the effects of expansion on the Río Grande de Manatí Watershed: Practices and evaluation of informal Science Education*. Propuesta aprobada por NSF.
- Torres Carrillo, A. (s.f.). La sistematización de experiencias educativas: Reflexiones sobre una práctica reciente. http://www.pedagogica.edu.co/storage/ps/articulos/pedysab13_04arti.pdf.
- Ucko, D. A. (2008). Chapter 1 Introduction to evaluating impacts of NSF Informal Science Education projects, 9-13. In Friedman, A. J. (Eds.). *Framework for evaluating impacts of Informal Science Education projects: Report from a National Science Foundation workshop*. The National Science Foundation.
- University of California Museum of Paleontology. (2015). Chapter 3 How science work. In *Understanding Science 101*. http://undsci.berkeley.edu/article/0_0_0/us101contents_01.
- Vázquez Alonso, A. & Manassero Mas, M. A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: Una revisión conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 13(3), 337-346.
- Verdug, E. (1997). Evaluación de políticas públicas y programas. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Madrid.
- Webb, N. L. Y. (1997). *Research monograph no. 6: Criteria for alignment of expectations and assessments in mathematics and science education*. Washington, DC: Council of Chief State School Officers.
- Webb, N. L., Heck, D. J., & Tate, W. F. (1996). The urban mathematics collaborative project: A study of teacher, community, and reform. En escrito de S. A. Raizen E. D. Britton (Eds.), *Bold ventures: Case studies of U. S. innovations in mathematics education: Vol. 3* (pp. 246- 360). Boston: Kluwer.
- Wiggins, G. (1998). *Educative assessment: Designing assessments to inform and improve student performance*. San Francisco, California: The Jossey-Bass Education Series.