



LA INVESTIGACIÓN EN EL PROGRAMA  
**ONDAS**  
GUÍA PARA GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

## El Programa Ondas

El Programa Ondas tiene por objetivo promover en niños, niñas y adolescentes el interés por la investigación, así como el desarrollo de actitudes y habilidades que les permitan insertarse activamente en una cultura de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTeI). Para ello, Ondas trabaja con las comunidades educativas en la conformación de grupos de investigación, los cuales desarrollan proyectos en diferentes áreas del conocimiento que responden a problemáticas y necesidades de sus contextos.

Así, en sus más de 15 años de trabajo, el programa ha venido fomentando la curiosidad y el pensamiento crítico en millones de niños, niñas y adolescentes, quienes están llamados a conformar la nueva generación de investigadores que harán de la ciencia un proyecto de vida y de país.







## La investigación en el Programa Ondas

Colección Ondas  
Serie Brújula

- © Departamento Administrativo de Ciencia,  
Tecnología e Innovación - Colciencias, 2018
- © Francisco Cajiao R. y Mónica Lozano,  
por los textos, 2018
- Primera edición. Bogotá, D. C.,  
octubre de 2018

Departamento Administrativo de Ciencia,  
Tecnología e Innovación (Colciencias)

Director  
Diego Hernández Losada

Subdirectora  
Sonia Monroy Varela

Directora de  
Mentalidad y Cultura  
Tania Delgado Barón

Coordinadora Nacional  
del Programa Ondas  
Patricia Niño Rodríguez  
Paola Rodríguez Rocha  
(2015 - agosto 2017)

Equipo Técnico Nacional  
Programa Ondas  
Carlos Daniel Acuña  
Nury Pérez Cruz  
Alejandra Manso Hernández  
Jenny Blanco Guerrero  
María Paula Ordóñez  
Jairo Aníbal Rey Monroy  
Andrea Liliana Acevedo  
Miguel Andrés Prieto  
Diana Rúa Patiño

Edición pedagógica  
Patricia Niño Rodríguez  
Jenny Blanco Guerrero

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

CAFAM - UNICAFAM

Director del proyecto

Francisco Cajiao Restrepo

Coordinadora administrativa

Claudia Marcela Guarnizo V.

Coordinadora pedagógica y editorial

Mónica Lozano

Concepto gráfico

Eureka Educativa

Coordinación editorial

Juan Pablo Mojica -  
Cataplum Servicios

Diseño

Camila Cardeñosa

Ilustraciones

Carlos Villajuárez

Corrección de estilo

Diana López de Mesa

Impresión

Editorial Delfín

ISBN (impreso): 978-958-8290-84-3

ISBN (digital): 978-958-8290-85-0

Impreso en Colombia - Printed in  
Colombia

**Reservados todos los derechos.**

La presente obra se podrá reproducir,  
comunicar, distribuir al público, divulgar,  
emitir, retransmitir, transformar, fijar,  
producir obras aplicadas, y en general  
usar de una manera legal respetando  
los derechos morales de sus autores  
y la integridad y espíritu de la misma.  
Se prohíbe el uso comercial del material  
contenido en esta obra y se exige el  
respeto a la fuente.

# La investigación en el Programa Ondas



8	Presentación
10	¡Bienvenidos a la onda de la investigación!
14	La investigación como herramienta para descubrir el mundo: exploraciones y descubrimientos
26	¿Quiénes pueden investigar?
46	La investigación en el Programa Ondas

**58**

Primera fase:  
planeación del proyecto

**84**

Segunda fase:  
desarrollo del proyecto

**108**

Tercera fase:  
comunicación de los  
resultados de la investigación

**118**

Glosario

**122**

Bibliografía



# Presentación

*Ondas les muestra a los estudiantes  
que la ciencia está hecha por personas comunes,  
que tienen curiosidad y buscan la manera  
de encontrar soluciones.*

**Álvaro Pérez Quintero,**  
**niño Ondas Guajira (2004),**  
**hoy Ph. D. en Biología Integral de Plantas**



Las inquietudes de los niños, niñas y jóvenes, sus más sentidas preocupaciones sobre el mundo y las alternativas de solución que han encontrado a través de la investigación son el motor del Programa Ondas. En sus más de quince años de implementación ha permitido a millones de niños y niñas de todo el país el desarrollo de diferentes habilidades y actitudes que posibilitan su participación en una cultura de ciencia, tecnología e innovación (CTel). Pero, además, les ha permitido comprender que «la ciencia está hecha por personas comunes [...] que buscan la manera de encontrar soluciones» (Colciencias, 2017, p. 107) y que, por tanto, es un proyecto de vida viable, como lo fue para Álvaro Pérez, un niño Ondas en 2004, que hoy es un consagrado investigador en el área de la biología.

En este contexto y con el objetivo de fortalecer los procesos de investigación de los grupos Ondas, el Programa presenta un conjunto de lineamientos y herramientas, que con base en el saber pedagógico construido y las lecciones aprendidas en estos años de implementación, actualiza algunas premisas pedagógicas y metodológicas. También propone nuevos ejes de discusión, marcados por el interés de mantener y proyectar un trabajo que ha permitido mejorar los aprendizajes de los niños, niñas y jóvenes (Fedesarrollo, 2017), contribuir a la construcción de conocimiento y al fomento de una cultura de CTel en la población infantil y juvenil.

Estos lineamientos y herramientas se constituyen así en la reafirmación de la identidad de Ondas como programa, en los conceptos básicos orientadores del trabajo en cada uno de los territorios y en la base sobre la cual continuar creciendo. Esta es una publicación abierta y dinámica que se espera siga enriqueciéndose con los aportes de coordinadores, maestros, asesores y de la Academia, entre otros actores.

La invitación es a seguir encontrando nuevas formas de hacer y comprender este mundo y, ante todo, de fascinar a niños, niñas y jóvenes con la ciencia.

*Programa Ondas de Colciencias*

**¡Bienvenidos  
a la onda de la  
investigación!**



Si están leyendo esta guía es porque forman parte de los grupos de niños, niñas, adolescentes y jóvenes que junto con sus maestros hacen o quieren hacer parte del Programa Ondas. ¡Felicitaciones!

Ondas es la estrategia de Colciencias para promover en niños, niñas, adolescentes y jóvenes, como ustedes, el interés por la investigación y el desarrollo de actitudes y habilidades que les permitan insertarse de manera activa en una cultura de ciencia, tecnología e innovación.

Desde la creación del Programa Ondas, en el año 2001, miles de grupos conformados por niños, niñas, jóvenes y sus maestros han participado en convocatorias para desarrollar los proyectos de investigación que han propuesto a partir de preguntas o problemas que les interesa abordar o resolver.

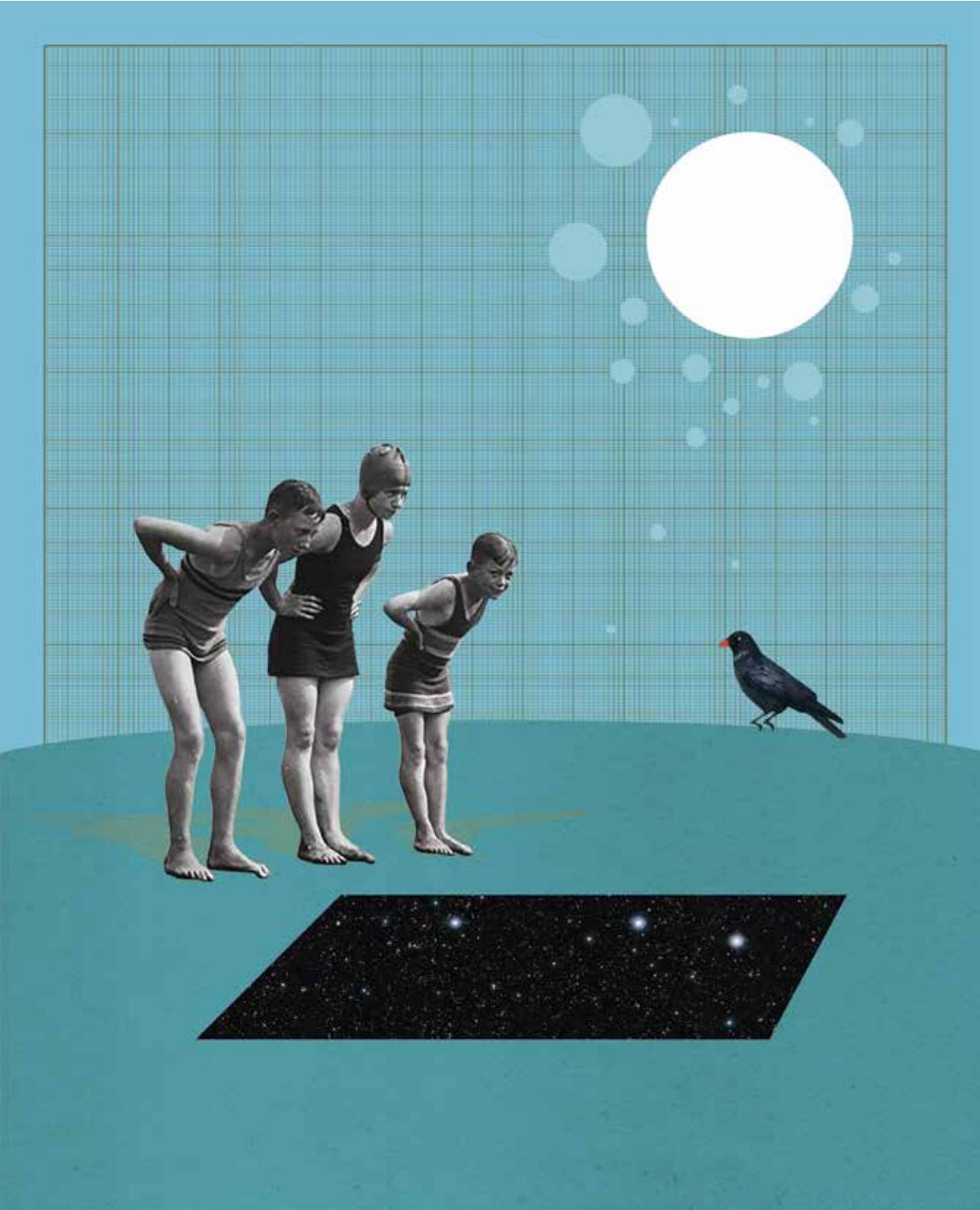
Desde este momento, ustedes comienzan a ser parte de esta historia y tienen la oportunidad de hacer de sus preguntas aventuras del conocimiento a través de la investigación. Tendrán la posibilidad de conocer cosas nuevas, trabajar junto con compañeros y amigos en la creación y construcción de soluciones a problemas de su entorno y acercarse a su mundo de manera distinta, hacerlo suyo y hacerlo un lugar mejor. En este camino también pueden encontrar su pasión por la investigación y su interés por dedicar su vida a ella y convertirse en algunos de los investigadores con los que cuenta el país.

Para esto, el Programa Ondas ha diseñado una estructura que les permite plantear sus propios proyectos de investigación y estar acompañados por diferentes instancias y personas, como los comités departamentales, las universidades o entidades coordinadoras vinculadas al programa, los asesores de investigación y, claro, sus maestros. Además, se han construido una serie de herramientas que les ayudarán en el desarrollo de sus proyectos, tanto a ustedes como grupo, como a sus maestros y asesores.

En esta guía encontrarán información y recomendaciones que seguramente pueden ser de mucha utilidad si desean zambullirse en el universo de la investigación: para empezar, se hablará sobre qué es eso de investigar y por qué es importante, también de las distintas maneras de hacerlo y los diferentes tipos de investigadores.

Luego, se presentará la ruta metodológica que propone el Programa Ondas para el desarrollo de los proyectos de investigación: se describirán las fases y etapas que conforman el proceso, cómo desarrollar cada una, algunas recomendaciones y una serie de herramientas que serán muy útiles en el proceso de hacer la investigación. El reto es que junto con su maestro y asesor generen otras o ajusten estas de acuerdo con su problema y objetivos. También encontrarán una guía para ir diligenciando la bitácora del proyecto.

¡Esperamos que disfruten mucho su viaje por esta aventura de investigar!



# La investigación como herramienta para descubrir el mundo: exploraciones y descubrimientos



Cuando escuchamos la palabra «investigador» o «investigadora» para referirnos a alguien, podemos asociarla a distintas imágenes: algunos pueden imaginar una persona solitaria en medio de un frío laboratorio, como aquel que habitaba el doctor Víctor Frankenstein. Otros pensarán en unos científicos y científicas que trabajan en grandes universidades, y algunos creerán que son personajes silenciosos rodeados de libros viejos en bibliotecas antiguas. Habrá quienes pensarán en detectives —salidos del cine policiaco— y quizá también quienes relacionen el término con gente que hace encuestas en lugares públicos. Otros, y en especial aquellos que ya han participado en el Programa Ondas, pueden imaginarse a niños, niñas, adolescentes o jóvenes con sus maestros, haciendo entrevistas, experimentos o recogiendo información con su cuaderno de notas en la mano.

La investigación está ligada a la curiosidad y la capacidad de explorar el medio a través de la actividad corporal y el uso de los sentidos. Desde la infancia tenemos esta actitud exploradora, que se manifiesta desde nuestros primeros meses de vida, y que definen muchas de nuestras oportunidades de interacción con el mundo y nuestras preferencias.

Cuando somos pequeños aprendemos todo el tiempo, por ejemplo, a través de nuestra interacción con las cosas que nos rodean logramos distinguir lo pesado de lo liviano, lo caliente de lo frío, lo áspero de lo suave. Este proceso de experimentación queda registrado en nuestra memoria, y con el tiempo permite que prefiramos ciertas actividades y objetos por sobre otros, e identifiquemos diferencias entre ellos.



### **Curiosidad e investigación**

**Quien está acostumbrado a observar descubre ya en el niño de pecho una curiosidad incipiente que domina en los juegos y experimentos del niño a los dieciocho meses y alcanza expresión consciente en el trabajo del muchacho**

**que madura. La curiosidad desnuda, elemental, se desarrolla en algunos de nosotros en una transición fluida y sin modificar en lo más mínimo su esencia, hasta convertirse en esa especie de aspiración consciente al conocimiento que denominamos investigación. Konrad Lorenz,  
*La ciencia natural del hombre: el manuscrito de Rusia, 1993***

Desde los primeros días de vida iniciamos una aguda exploración visual y auditiva del entorno, a partir de la cual reconocemos voces familiares, rostros y espacios. Cuando empezamos a hablar y comunicarnos, comenzamos también un proceso de exploración con las palabras y sus usos, y la constancia nos permite aprender cómo funcionan, para qué sirven y qué significan. Poco a poco desarrollamos nuestra capacidad expresiva, siempre que esa exploración de los signos —y las estructuras del lenguaje— siga siendo estimulada por las personas y el ambiente que nos rodea.

Todas estas exploraciones iniciales son prácticas de identificación y reconocimiento del mundo que nos rodea y nos permiten comprender cómo se dan los procesos de investigación, pues en ellas interviene nuestra capacidad de recoger información a través de los sentidos, organizarla y codificarla, y luego asociarla a experiencias previas, para interpretarla y generalizarla, por ejemplo.

Cuando llegamos a la adolescencia surgen nuevos interrogantes, iniciamos una larga investigación sobre nuestra vida interior y las posibilidades de interacción afectiva y social con el entorno en el cual nos desenvolvemos. Es un momento en el cual tendemos a construir «teorías» sobre la vida y sobre los acontecimientos, aprovechando al máximo la información de la cual disponemos y el «tono emocional» que la experiencia nos ha ido dejando.

También disponemos de capacidades de desarrollo lógico y de medios de expresión que nos permiten comprender y sistematizar las experiencias de forma más ordenada. Es muy probable que para este momento de la vida

se hayan definido muchos de nuestros gustos y antipatías: hacia los catorce o quince años sabemos los campos del conocimiento que nos gustan y aquellos que no, el tipo de interacción social que nos motiva y el que nos aburre, la clase de personas con quienes entablamos amistad, aquellas con quienes no nos gusta relacionarnos y las actividades en las cuales estamos dispuestos a tomar riesgos.

Entonces, todos somos potenciales investigadores y, si contamos con las herramientas adecuadas, podemos desarrollar nuestras capacidades y habilidades para la investigación, comprender el mundo que habitamos y proponer soluciones a problemas de nuestro contexto.

La participación en el Programa Ondas es un punto de partida en el camino de la investigación, seguramente les abrirá las puertas para alcanzar muchos aprendizajes, conocer otras personas con intereses en común y reconocer y resignificar las problemáticas de su entorno.

Para quienes decidan orientar su proyecto de vida en torno a la investigación, vendrán nuevos retos, como el paso por la universidad, la vinculación laboral y los posgrados, que les permitirán ampliar su formación como investigadores profesionales, cuando hayan descubierto su vocación para dedicar su vida al enriquecimiento del saber humano, moviéndose entre teorías y conceptos, estudiando la ciencia o disciplina elegida, experimentando, viviendo fracasos y, sobre todo, sintiendo pasión.

Los investigadores también se enfrentan al trabajo con pares, en algunos casos con su apoyo y en otros generando controversia, siempre motivados por su amor al conocimiento y poniendo a prueba su constancia y la validez de sus reflexiones y acciones sobre el mundo. Este camino no es sencillo ni puede improvisarse, pero tengan en cuenta que ustedes ya lo han iniciado!



## **Historias que inspiran**

Lina Paola Quintero aprendió a investigar desde niña. Con el Programa Ondas desarrolló un proyecto sobre inteligencias múltiples que le permitió conocer y amar el cerebro humano, razón por la cual estudió Medicina y pudo participar en el grupo de investigación sobre neurociencia. Lina afirma que, pese a su gusto por tratar pacientes, su pasión sigue siendo investigar. A través de este ejercicio, ha sido vicepresidenta nacional de la Asociación Médica Estudiantil y también fue becaria de la fundación MTV Staying Alive. Como ella misma dice: «tuve la oportunidad de conocer mujeres de las que aprendí que la ciencia también es para nosotras».

Las biografías de científicos, escritores y artistas nos muestran cómo iniciaron su carrera de investigación en los primeros años de infancia (Gardner, 1995). Aun teniendo que enfrentar condiciones poco favorables, encontraron una persona o una situación que los impulsó a continuar, que alimentó su curiosidad y su gusto por interrogar la realidad de modo original: un maestro, un familiar, un compañero de juventud, entre múltiples posibilidades. Hoy, Ondas quiere ser la plataforma que les permita iniciar esta carrera.

*Reúnanse con su grupo de amigos o compañeros y conversen sobre las primeras exploraciones de las cuales se acuerdan. Tal vez aquellos primeros recuerdos de infancia sobre cosas que les producían una gran curiosidad. Tal vez cuando esculcaban en los cajones o cuando se escondían.*

*También conversen sobre cosas que en la actualidad les gustaría explorar. A lo mejor, algunos que tengan hermanos pequeños, se interesen por observar lo que hacen y compartirlo con sus compañeros.*

## Una cosa es el destino y otra cosa es el camino

Algunos procesos son difíciles de explicar solo con palabras. Por ejemplo, explicar cómo se monta en bicicleta, cómo se patina, cómo se escriben cuentos y, el caso que nos interesa en este momento, cómo se investiga. Estos procesos se comienzan a entender cuando se hacen.

¿Quieren aprender a montar bicicleta? En primera instancia necesitan una bicicleta. Luego deben montarse y ensayar una y otra vez. Al principio alguien les ayudará a conservar el equilibrio sosteniéndolos por detrás, luego ya irán solos y a medida que practican podrán desarrollar la destreza para ir a cualquier lado, hacer piruetas y hasta competir entre amigos.

Algo similar sucede con la investigación. ¿Quieren aprender a investigar? Muy bien. Pues manos a la obra. Necesitan saber qué quieren investigar, pues una buena pregunta será como su bicicleta. También necesitan a otros con quienes comparten intereses, porque, así como los buenos paseos, la investigación es mucho mejor cuando se hace en equipo, para llegar al destino que eligieron entre todos.

Imaginemos a un grupo de jóvenes que querían indagar si en la cima de una montaña había una hermosa laguna, pues la gente del pueblo había oído el rumor de que los pocos viajeros que habían llegado allí, hacía mucho tiempo, habían encontrado un bellísimo espejo de agua. ¡Ellos ya tenían el destino para su viaje! Y, también, una pregunta muy precisa: ¿qué había en la cumbre de la montaña? Entonces debían decidir qué camino seguir para llegar a su destino.

Al comienzo, ninguno sabía por dónde comenzar, de modo que empezaron a barajar ideas:

—Averigüemos si hay alguien que haya ido y nos pueda guiar —dijo uno.

Después de unos días, solo encontraron a dos ancianos que habían subido un poco, pero no hasta la cima. Uno de ellos se había roto una pierna hacía un tiempo y no los podía acompañar, el otro les dijo que los acompañaría solamente hasta donde conocía.

—Podemos buscar mapas de la montaña, para ver si existen caminos más arriba de donde pueden guiarnos —propuso una compañera unos días después.

Buscaron en Internet y encontraron la montaña en Google Maps, pero no pudieron identificar con claridad un camino. Alguien les dijo después que el Instituto Geográfico Agustín Codazzi cuenta con mapas de cada pedacito del país y que cualquier persona los puede solicitar. Por supuesto, se tomaron la tarea de ir hasta allá y consiguieron unos mapas grandísimos, llenos de rayas y signos que todavía no sabían leer, así que ocuparon gran parte del tiempo escuchando a quien los asesoró, quien les permitió entender el uso de la carta de navegación. Con esto, el equipo decidió iniciar el camino por el sur, pero todavía era necesario ser mucho más precisos, porque ese lado de la montaña, según el mapa, tenía casi diez kilómetros.

—Hagamos una primera exploración para ver por dónde podemos empezar —sugirió alguien.

Llegó entonces el momento de ponerse la mochila al hombro y llevar provisiones. Salieron en bus hasta el lugar conocido como la falda de la montaña. Al bajarse, encontraron una pequeña casa campesina, donde le preguntaron a una señora si sabía por dónde podrían subir hasta la cumbre. La señora los miró aterrada y les dijo que eso de ninguna manera sería posible. Con el brazo estirado señaló un estrecho sendero por el que llegarían hasta una quebrada a una hora y media de camino, pero después, les informó

la señora, ya no podrían seguir adelante, porque la maleza era tan tupida y con plantas tan llenas de espinas que a nadie se le ocurriría atravesarlas.

Para no entrar en detalles, estos jovencitos exploradores fueron descubriendo que el camino para llegar a su destino no existía: ellos tenían que inventarlo. Y no solo era cuestión de saber una ruta, también tenían que pensar en provisiones, repelente para insectos, instrumentos de orientación, libretas para tomar notas y asesorarse de personas que conocieran la zona o fuesen expertos en exploraciones como la que emprenderían.

Lo que al iniciar la travesía parecía simple, se fue convirtiendo en un proyecto amplio que con el tiempo incluyó muchas y diversas personas. Y entre todos descubrieron grandes riquezas en la montaña de su pueblo. Por el camino hallaron cosas que no andaban buscando: parajes bellísimos, plantas que no conocían, insectos rarísimos, cascadas cristalinas y una inmensa variedad de aves multicolores. Con cada paso importaba menos la laguna que había motivado su viaje y más las múltiples oportunidades de aprender, que no dejaban lugar a la prisa. Al final, la montaña se convirtió en un lugar turístico que comenzó a atraer a mucha gente que quería recorrer los senderos ecológicos que se construyeron para proteger ese tesoro que, siendo tan grande, nadie había visitado.

Este equipo de jovencitos, sin duda, aprendió a investigar, pero, seguramente, tendría muchas dificultades para explicarles cómo se hace. Sin embargo, sí podrían decirles algunas cosas para orientarlos, como:

- ◆ *Tener una idea inicial sobre adónde van a dirigirse.* Esa idea puede estar inspirada por un rumor —como el que motivó a nuestros excursionistas— o puede surgir de un problema, como el de unos estudiantes a quienes les intrigaba que la luz eléctrica nunca llegaba a sus casas, a pesar de que podían ver los postes de la luz y los cables de conducción. En otros casos puede ser una idea

repentina, de esas que aparecen cuando estamos distraídos, como narraba Einstein. A este pensador le sucedía a menudo durante su infancia, por ejemplo, imaginaba lo que ocurriría con las cosas que tenía en los bolsillos si él, de pronto, cayera muy rápido por el hueco de un ascensor.

◆ *Conseguir a los compañeros apropiados para realizar el viaje.*

En estas aventuras es muy importante tener un equipo para conversar y compartir ideas. Siempre que nos juntamos con otros aparecen puntos de vista diferentes y habilidades que se complementan: hay quienes son mejores observadores, otros que son muy creativos y se les ocurren formas novedosas de ver los problemas, algunos son hábiles para escribir, para dibujar o para presentar en público las propuestas. Por eso, cuanta más diversidad haya más interesante será el equipo. Es importante compartir hacia dónde quieren llegar con su investigación, esto suele llamarse la definición del objetivo, de modo que el equipo se acondicione al propósito del trabajo. A veces, primero se organiza el equipo y entre todos buscan el objetivo, otras veces el grupo adopta una idea que tuvieron algunos de los compañeros.

◆ *Conocer el asunto a investigar tanto como puedan.* Como en la

historia de los exploradores, quienes aprendieron muchas cosas antes de iniciar el recorrido—, para delimitar mejor aquello que buscarán. El equipo tratará de comprender muy bien lo que quiere hacer, porque, así como en el caso de la montaña, cualquier tema que se propongan será grande y tendrán que aprender a definir por dónde y cómo quieren abordarlo. Aquí surge la parte más importante del proceso, que es, precisamente, escoger el camino. Los investigadores comprenden muy bien que de esta elección

dependen los hallazgos, pues las cosas que encontrarán por uno de estos caminos nunca se podrán hallar por otro. Esto en investigación se conoce como el método.

Cuando se ha elegido un destino y se ha definido un camino, quienes exploran los misterios del mundo físico y social tendrán que iniciar su aventura equipados con paciencia, disciplina y persistencia, pues no hallarán rutas fáciles y, en cambio, tropezarán con obstáculos que en ocasiones los harán volver a empezar, buscar senderos distintos o replantear algunos asuntos. Por eso, se requiere valor y humildad, pues el mundo se nos presenta siempre como un laberinto misterioso, y descifrarlo supone reconocer, en todo momento, nuestras limitaciones y errores, para aprender y alcanzar nuestros logros, con los cuales se avanzará en el conocimiento y se beneficiará toda la humanidad.

## El método: los muchos caminos para llegar a un punto

La palabra *método* proviene del griego *méthodos*, que significa ‘camino’ o ‘vía’. Al referirnos a la investigación podemos entenderla como una forma ordenada y sistemática de proceder para alcanzar un resultado determinado. Esto, desde luego, no significa que exista un único camino para llegar a un punto, ni que se recorra siempre la misma ruta y de la misma manera, pero sí, que siempre debemos tener claro el recorrido que realizaremos.

A lo largo del tiempo se han identificado algunos caminos que suelen recorrerse con mayor frecuencia en la investigación, aunque cada vez que se recorren son distintos, como sucede en los viajes que hacemos sobre el caudal de un río. Aunque el río sea siempre el mismo, jamás entraremos

al mismo río. Algunas veces, más que otras, las aguas serán turbias y en ocasiones crecerán furiosas, tal vez naveguemos un día bajo la lluvia y quizá, solo quizá, animales, antes ocultos, se divisarán a lo lejos.

Del mismo modo, son muchas las clases de investigación y cada una de ellas tiene sus propios caminos, aunque en todas las formas de investigar pueden hallarse aspectos en común, por ejemplo la acumulación de datos, el manejo de información y la producción de resultados originales.

Cada objeto de investigación requiere formas de aproximación diferentes, según sea la naturaleza del tema y el tipo de conocimiento que se deseé construir. Por ejemplo:

- ◆ Si se desea observar con detalle el proceso de reproducción de una célula, será necesario contar con microscopios muy sofisticados que permitan ver lo que ocurre en los mundos invisibles a simple vista.
- ◆ Si se desea observar un planeta lejano para inferir su composición, se requerirá un poderoso telescopio. Es claro que con el telescopio no puede verse la célula ni con el microscopio el planeta.
- ◆ Si la intención es averiguar qué probabilidad existe, en una comunidad X, de que el sarampión sea contraído por los niños y niñas, será necesario recurrir a métodos propios de la epidemiología médica.
- ◆ Si se busca conocer los hábitos de aseo de un grupo social, a fin de vender mejores productos higiénicos, habrá que recurrir a los métodos estadísticos propios de los estudios de mercado.

Como pueden ver, para cada asunto que se desea conocer a través de la investigación, se debe encontrar una metodología apropiada. Así, surgen y se desarrollan métodos de trabajo, tanto en las ciencias sociales como en las ciencias naturales, que permiten observar diferentes fenómenos

e identificar la manera como ellos se relacionan y explican, así como las posibles aplicaciones prácticas que tienen los descubrimientos realizados.

En la investigación científica, en general, se reconocen tres grandes enfoques, a través de los cuales se realiza la investigación: el enfoque cuantitativo, el cualitativo y el mixto, en el cual se combinan los dos anteriores (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

- ◆ *Enfoque cuantitativo:* se emplea cuando se quieren poner a prueba hipótesis previamente definidas, lo cual permite que los planteamientos a investigar sean específicos y estén delimitados desde el inicio del estudio. Su propósito fundamental es construir y probar teorías, para lo cual, por lo general, se recurren a datos numéricos y análisis estadísticos. En la investigación cuantitativa se usan técnicas experimentales en ambientes controlados, como los laboratorios.
- ◆ *Enfoque cualitativo:* se usa cuando lo que se busca es comprender y profundizar en los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en su propio contexto. Se recurre a este enfoque si lo que se desea conocer es la perspectiva de determinado grupo frente a una situación, profundizando en sus experiencias, significados y opiniones, o cuando se quiere explorar sobre un tema del cual no se ha investigado mucho. Algunas técnicas que se ponen en práctica en este tipo de investigación son las entrevistas, la observación etnográfica y los grupos focales.
- ◆ *Enfoque mixto:* se aplica en estudios donde se integran los métodos de la investigación cuantitativa y la cualitativa.

Con su asesor de proyecto podrán conversar acerca de los enfoques y cuál es el más apropiado para la investigación que emprenderán con sus amigos y compañeros.

# ¿Quiénes pueden investigar?



Como lo mencionamos en el capítulo anterior, la investigación puede ser realizada por todo tipo de personas. Para algunas de ellas su sustento o incluso su supervivencia pueden depender de esta actividad. Por ejemplo, las comunidades indígenas que viven en medio de la selva, las llanuras o los desiertos del mundo han desarrollado —desde siempre— una gran cantidad de conocimientos sobre las plantas, los animales, los ciclos estacionales, el comportamiento de los ríos y el control de las enfermedades. Para hacer esto posible necesitan mantener viva su capacidad de investigar: de hacer observaciones, identificar cambios y alteraciones, establecer patrones, entre otras.

Algo similar sucede con las comunidades campesinas que deben tener presente el comportamiento del clima para cuidar sus cultivos, controlar las plagas y otra enorme cantidad de factores que afectan su vida y su economía. Del mismo modo, se puede mencionar a los pequeños comerciantes que dependen de los hábitos de consumo propios de la gente y a los padres de familia que deben estar atentos a las necesidades y comportamientos de sus hijos e hijas, entre otras múltiples ejemplos.

Al fin y al cabo, todos necesitamos desarrollar pequeñas investigaciones cotidianas, sobre una gran cantidad de aspectos que nos permitan movernos en el mundo. Por supuesto, niños, niñas y jóvenes son investigadores persistentes, aunque muchas veces no lo sepan o lo hagan sin seguir procedimientos sistemáticos. De vez en cuando hacen grandes descubrimientos, como Nathan Gray, un niño canadiense de diez años, que en 2013 divisó una supernova mientras observaba el cielo junto a su padre y un amigo. El pequeño llevaba ocho meses realizando estas observaciones, con la secreta esperanza de ver una explosión estelar. Por azares de la vida, y gracias a su empeño, logró presenciar uno de los eventos cósmicos más sorprendentes, el cual describió como «una estrella que parpadea».

En su autobiografía científica, Albert Einstein evocaba acontecimientos de su infancia que le habían causado gran impresión. A la edad de cuatro o cinco años su padre le mostró una brújula. A Albert le impresionó la tenacidad de la aguja, que no se movía, aunque el compás rotara. Einstein, además, tenía una particularidad: se planteaba cuestiones complicadas y después las meditaba por mucho tiempo. Se preguntaba, por ejemplo, cómo sería para un observador desplazarse junto a una onda luminosa, ¿sobrepasaría el observador alguna vez la onda luminosa? Esta tendencia a imaginar y meditar enigmas persistió a lo largo de su vida.

Tales preguntas, nos dice Howard Gardner:

[...] son reminiscencias que los niños pequeños han hecho siempre —al menos los pequeños que no son habitualmente silenciados por los mayores—. Los niños y niñas, entre los 5 y 10 años de vida, suelen tener tiempo para dejar vagar la imaginación, plantean preguntas que inspiran duda o temor y, a veces, continúan con estos interrogantes durante algún tiempo, los observan mientras caminan por los campos o median sobre ellos mientras se quedan dormidos por la noche (1995, p. 104).

*¿Tienen o recuerdan algunas preguntas que les hayan hecho cuando tenían entre cinco y diez años y que les generaran dudas o temor?*

*Compártanlas en el grupo y hablen sobre qué eventos las originaron y qué hicieron para responderlas.*

## Muchas clases de investigadores: ¿de qué clase son ustedes?

Todos podemos realizar ejercicios investigativos cotidianos, a partir de los cuales indagamos o descubrimos algo. Hay muchas clases de

investigadores, incluso algunos ni siquiera saben que lo son, porque a sus actividades les dan nombres diferentes.

Por ejemplo, están quienes averiguan lo que ocurre aquí y allí, preguntan siempre por qué las cosas funcionan de una u otra manera y desbaratan cuánto aparato se les atraviesa, solo para saber cómo es por dentro. Hay otros que sin ser profesionales de la investigación necesitan realizar consultas o indagaciones antes de hacer su trabajo, por lo que hacen pequeñas exploraciones que les ayudan a ordenar sus pensamientos y a planear su investigación. También encontramos personas que coleccionan cosas, las guardan, organizan e indagan sobre ellas, y hay quienes se pasan la vida leyendo sobre un mismo tema —cuando algo los apasiona— y con el tiempo llegan a saber muchísimo sobre este. Y, por supuesto, están los que dedican toda su vida a la investigación en los campos del conocimiento de su predilección, haciendo grandes descubrimientos para la humanidad.

Veamos algunas de las formas en las cuales las personas se acercan al mundo, construyendo conocimientos sistemáticos que se ponen en práctica en la vida cotidiana y, al mismo tiempo, permiten el desarrollo de la humanidad.

## Investigadores silvestres

Hay una enorme cantidad de personas que desarrollaron, sin darse cuenta, una capacidad admirable para resolver problemas a partir de la práctica. Por ejemplo, cuando a alguien le falla su carro lo lleva a un taller, allí puede encontrarse con un joven de diecisiete o dieciocho años, quien le pregunta qué le pasa al carro. Rápidamente se hace una idea del problema a resolver y formula algunas hipótesis: puede ser el carburador, los platinos, la bomba de gasolina, la sincronización... Abre el cofre del carro y revisa las partes para verificar sus hipótesis. Puede pedirle al conductor que le dé arranque al motor, que acelere o que lo apague. Hace algunos ajustes, conexiones o

cambia una pieza e intenta de nuevo. De esta forma va descartando y reduce las posibilidades. Su diagnóstico se basa en la experiencia, pues conoce algunas posibles causas del problema que le describieron, entonces le basta con poner a prueba su intuición. Con seguridad, en otros momentos se vio obligado a resolver problemas mecánicos más intrincados y tuvo que desarmar piezas, ensayar soluciones, quizá alguna vez averió un repuesto costoso y, por eso, cada vez que ensaya aprende algo nuevo.

Nuestro joven mecánico es un investigador silvestre: seguramente no fue a la universidad, pero al lado de los adultos se ha familiarizado con la mecánica automotriz y ha ido acumulando, paso a paso, conocimientos prácticos. Si a esta experiencia se le añade una buena dosis de curiosidad, una buena capacidad de aprender el lenguaje apropiado para hablar de mecánica y un grupo de compañeros de trabajo con quienes pueda conversar sobre sus observaciones, tendremos un talentoso mecánico.

Hay miles y miles de investigadores silvestres que nunca tuvieron la oportunidad de hacer estudios superiores o de pertenecer a círculos científicos. Dentro de esta multitud hay gente que trabaja en distintos campos, como la gastronomía, la agricultura, el comercio, la industria o el hogar. Algunos de ellos hacen sus investigaciones en un nivel básico, necesario para hacer más fácil su trabajo o avanzan un poco más, guiados por la curiosidad. Pero otros, como ocurrió en el caso de Esteban, dan el gran salto al comprender que tienen algo importante en sus manos y se toman el tiempo para leer y experimentar más allá de encontrar la solución práctica a un problema cotidiano.



### **Esteban y la pasión por las máquinas**

**Esteban, un joven indígena boliviano que nació en la comunidad de Anchallani, en La Paz, creó, desde niño,**

**todos sus pequeños juguetes electrónicos, pues debido a las dificultades económicas sus padres no podían comprárselos. A los diez años de edad construyó «el auto fantástico» con desechos electrónicos, y a partir de prueba y error comprendió el funcionamiento de «los arroces», como llamó a las resistencias —y demás elementos—, sin tener formación en ingeniería. Con el tiempo creó el Wall-E boliviano, su primer proyecto de «inteligencia artificial», que manejaba a través de una aplicación que él mismo desarrolló. Con este proyecto fue merecedor de una beca completa en la Universidad Católica para estudiar Mecatrónica, pues como él reconoce: «para crear se necesita fantasía y yo me portaré siempre como un niño, porque los niños somos soñadores».**

## **Investigadores de la vida diaria**

Es usual ver en el cine y en la televisión películas donde aparecen personajes interesantes, que investigan toda clase de delitos; otros, averiguan la vida privada de una persona por encargo de un jefe y algunos más encarnan a investigadores periodísticos. Unos pertenecen a la policía, algunos a agencias de seguridad, otros a los periódicos y también hay investigadores privados que operan por su cuenta. Todos ellos tienen en común una gran curiosidad por saber cómo se tejen intrigas, complotos, enredos y actos delictivos, cuyo origen se desconoce y requiere ser descubierto para hacer justicia.

Estas personas siguen pistas. Cuando algo ocurre, necesitan averiguar de inmediato por qué sucedió. Por ejemplo, ante un robo, un testigo dice que vio a una mujer y dos hombres subiendo a un taxi. Otro dice que eran tres hombres. Un tercero asegura que eran dos mujeres. Luego, tienen que averiguar si la persona asaltada debía dinero, si tenía líos judiciales, si era amigo de algún político, si pensaba esto o aquello... lo cual constituye

nuevas pistas. Muchas de ellas deben ser descartadas, porque no tienen soporte ni importancia; otras, por ser inexactas, y algunas, por ser del todo falsas.

A las pistas se añaden datos como huellas digitales, el arma usada, marcas del vehículo... Cada uno de estos datos se vincula al anterior con el fin de encontrar pruebas suficientes que aclaren el caso. Con todos estos datos y los testimonios reunidos se construyen hipótesis dirigidas a definir quién podría ser el ladrón. Aun sin saber en dónde se encontraba el sospechoso el día del crimen, es posible determinar si su vehículo corresponde al que vieron en el vecindario, y, de ser así, comenzar a indagar por los motivos. Se procede a verificar la hipótesis interrogando al sospechoso, tomando sus huellas, examinando si tiene heridas, entre otras acciones, con el fin de desenmascararlo.

También existen personas que investigan por anticipado antes de que ocurran los delitos para poder prevenirlos. Siguen pistas, analizan datos, toman muestras, se anticipan a la realización de atentados y evitan que se cometa un crimen. En estos casos las equivocaciones pueden ser graves, muchos han sido condenados porque un investigador malinterpretó los datos o no analizó de manera adecuada las pistas. Sin duda, este es un oficio para personas responsables, y supone la adecuada preparación del investigador. Lo mismo puede decirse de los periodistas que indagan sobre escándalos sociales, políticos o privados, ya que si no son rigurosos con sus investigaciones pueden arruinar la vida de muchas personas al hacer público un suceso sin la investigación rigurosa que los respalde.

## Investigadores de la mente

Existen personas preocupadas por estudiar la mente. No paran de pensar por qué un día las personas están tristes y otros días están alegres, o por

qué sienten cosas raras cuando se enamoran y sufren cuando están solas. En realidad, esto es algo que hace casi todo el mundo, pero algunos tienen una especial curiosidad y desarrollan la habilidad de identificar las causas de sus estados de ánimo, de sus miedos, de sus éxitos y de sus dificultades. En esta medida, logran ayudar a muchos a resolver sus problemas.

También, en este caso, hay quienes lo hacen de una manera natural e intuitiva y otros que dan ese salto importantísimo de convertir su curiosidad en una disciplina científica. Así, encontramos el desarrollo de la psicología, la psiquiatría y otras ciencias que estudian el comportamiento humano.

Como en los casos anteriores, quienes se inclinan por realizar estas investigaciones tienen que aprender a observar los fenómenos de la mente, acumular y ordenar información, enunciar hipótesis y someterlas a prueba mediante la experimentación o la comparación y, finalmente, desarrollar teorías que permitan acercarse a los misterios de la mente humana.

## Investigadores sociales

Todo lo que ocurre en los grupos sociales es lo que atrae la curiosidad de estos investigadores, en especial asuntos como la manera en que se organizan las personas, cómo establecen sus formas de gobierno, de qué manera influyen sus ideas en su comportamiento, cómo resuelven los conflictos, qué papel desempeña la religión, cómo producen e intercambian bienes; en fin, todo lo que tiene que ver con la vida en común.

De esta curiosidad insaciable surgen ciencias como la sociología, la antropología, la economía, la politología y la psicología social. A quienes les gusta observar la convivencia de los seres humanos les resulta fascinante estudiar cómo trabajan las organizaciones: fábricas, empresas, sindicatos, comunidades religiosas, hospitales y escuelas, entre otras, para tener una mayor comprensión de situaciones o fenómenos sociales.

## Investigadores de la naturaleza

El mundo natural es un imán permanente para la curiosidad. Basta dar una mirada al cielo en una noche despejada para ver miles de estrellas que nos invitan a soñar con viajes espaciales, a buscar figuras o imaginar historias. Esto mismo ocurre cuando dirigimos nuestra vista al suelo, en el campo, y encontramos plantas, insectos y minerales que constituyen un micromundo lleno de actividad y de una diversidad inimaginable. También sucede cuando se vuelca la mirada sobre la química del mundo o sobre las relaciones físicas entre los cuerpos, las estructuras de la materia, las increíbles fuerzas ocultas de la electricidad o las maravillas de la luz y el sonido. Cualquier mínimo aspecto de la vida en el planeta es tan vasto y misterioso que puede, por sí mismo, capturar el interés y la pasión de cientos de personas.

Los investigadores de la naturaleza pasan gran parte de su vida observando y describiendo con cuidado las incontables formas que habitan el mundo. Clasifican, organizan, coleccionan, nombran, filman y dibujan, de manera repetida, plantas, animales, bacterias, células, minerales y estructuras atómicas. Tratan de explicar satisfactoriamente procesos y fenómenos muy complejos, como las enfermedades, los cambios climáticos o las plagas que afectan las cosechas. Usan laboratorios especializados en donde aislan elementos, experimentan, crean nuevas fórmulas y sintetizan productos que imitan estructuras naturales. También hacen hipótesis, definen campos, inventan máquinas, fármacos, aparatos de uso doméstico y otras herramientas e instrumentos para observar aún con más detalle el mundo.



**Uso de materiales de manera innovadora**  
*Aprendices de la tecnoacademia del Sena, en Cali, crearon una solución para el futuro. Fabricaron hidroxiapatita, el principal componente tanto de los huesos como de los*

dientes en todos los seres vivos. Lo hicieron a partir de cáscaras de huevo, que son desechadas en el hogar y en la industria gastronómica. Los estudiantes descubrieron que la cáscara de huevo contenía altas dosis de fosfato de calcio, materia prima de la hidroxiapatita —compuesto conformado por átomos de calcio, fósforo e hidrógeno—, y que este material era muy útil en odontología y pediatría.

Debido a los altos costos, los estudiantes decidieron crear una alternativa a las prótesis dentales y ortopédicas, pues piensan que «a futuro, la hidroxiapatita podría reemplazar las prótesis de titanio, ya que es ciento por ciento compatible y la recuperación de los pacientes con fracturas sería menos traumática».

Gracias a las teorías de los investigadores de la naturaleza se han alcanzado grandes logros, como: erradicar enfermedades que hace un siglo eran responsables de la muerte de miles de personas cada año; comunicar el mundo a través de una compleja red de telecomunicaciones; garantizar el acceso a agua potable y electricidad a muchas poblaciones; producir alimentos y enviar seres humanos al espacio. Estos investigadores ayudan a mejorar las condiciones de vida de las personas.

## Investigadores de lo inexistente y lo fantástico

Además de las clases de investigadores que acabamos de nombrar, existen otros que se dedican a explorar mundos inventados por ellos mismos. De ellos surgen obras en las artes plásticas, la literatura, el cine, la danza y la música.

Gente curiosa que fabrica sus propios universos y dentro de ellos logran crear mundos a través de los cuales es posible comprender al ser humano desde su sensibilidad, sus facetas, sentidos y expresiones espirituales más profundas.

Estos investigadores de la vida humana pueden darse el lujo de pasear por muchos campos del conocimiento y por los mundos imaginarios de monstruos y hadas. En la literatura, los animales pueden hablar, las máquinas pueden pensar por cuenta propia, los seres humanos pueden volar o transformarse en animales, los países pueden entrar en guerra o encontrar vías para la paz universal.

Sin duda alguna, los investigadores de lo inexistente y lo fantástico han hecho aportes invaluables para la comprensión del espíritu humano. Por eso es necesario cultivar todos estos talentos, porque de ellos dependen cambios profundos en la mirada que tenemos del mundo. Pintores, escritores, músicos y otros investigadores de lo inexistente y lo fantástico estudian el resultado de las múltiples relaciones que se establecen con el entorno.

Lo anterior nos permite entender sus hábitos de investigación y cómo estos los llevan a dedicar sus vidas a explorar la forma, el movimiento y las ideas, desde un ángulo totalmente diferente. Tienen, como los demás investigadores, una curiosidad inmensa y una gran necesidad de hallar nuevos lenguajes y formas de comunicación para transmitir a la gente sus intuiciones y apreciaciones sobre el mundo.

Los investigadores de lo inexistente y lo fantástico, al igual que los investigadores sociales y los de la naturaleza, hacen congresos, cursos, foros y encuentros; también realizan exposiciones, recitales y conciertos, a través de los cuales se comunican, se retroalimentan, y comparten sus descubrimientos y avances. Así como algunos investigadores tienen laboratorios y centros de investigación, estos tienen sus propios talleres, escenarios y herramientas.

## Investigadores del tiempo

La historia de los seres humanos sobre el planeta Tierra es la pasión de aquellos investigadores cuya curiosidad se dirige a los hechos ocurridos en el pasado y a cómo se organizaron los grupos sociales en etnias, lenguas, culturas y naciones. Mirar hacia atrás y explorar la forma como pensaban y actuaban nuestros antepasados es lo que desvela a quienes se sumergen en las bibliotecas y los archivos históricos, repasando periódicos viejos, textos antiguos, objetos conservados a lo largo de los siglos o la correspondencia de personajes que murieron hace mucho tiempo.

Estos investigadores pueden descifrar enigmas del pasado, aprender lenguas que ya no se hablan, hacer viajes larguísimos y complicados para entrevistar a algún sobreviviente de un grupo humano casi desaparecido, aprender ciencias como la química o la arqueología para poder descifrar las pequeñas y fragmentadas pistas que han quedado de culturas desaparecidas en el remoto tiempo de la prehistoria.

Ellos podrían ser considerados «los grandes chismosos del pasado». De cualquier cosa insignificante construyen una posibilidad. A partir de un pequeño dato o fragmento comienzan a fabricar una gran hipótesis, que luego deben comprobar buscando nuevas pistas y evidencias.

Por ejemplo, el trabajo de un *arqueólogo* que encuentra unos pedazos de cerámica en un campo. De inmediato puede pensar que tal vez halló un cementerio indígena o de pronto los restos de una casa, de un templo inmenso lleno de tesoros o quizá un basurero precolombino. Los fragmentos iniciales los puede analizar con sus colegas de equipo, quienes seguramente pensarán en diferentes hipótesis. Luego de discutir el plan a seguir, se pondrán a buscar nuevas pistas en los alrededores y paso a paso irán reconstruyendo la historia de un pueblo. Así se ha logrado conocer mucho de culturas como la chibcha, la calima, la maya, la inca o la azteca,

o incluso sobre la ciudad de Troya. Esto también ha permitido conocer cómo se han desarrollado guerras, invasiones y genocidios. La historia se encarga de juzgar a quienes han conducido a la humanidad por los caminos del éxito o por las vías de la destrucción.



### **Investigar el pasado**

**En 1997, jóvenes estudiantes en el departamento de**

**Nariño crearon un proyecto que con el tiempo daría sus frutos.**

**Un día, la maestra de Historia llevó a la clase hachas y ollas de piedra, piezas arqueológicas pertenecientes a los indígenas pastos. Los estudiantes, inquietos, le comentaron a la docente que, en sus casas, varias de estas piezas eran usadas para trancar puertas, y entonces iniciaron su recolección. Pero solo hasta 2006, cuando llegó a la institución educativa el Programa Ondas, crearon el Centro de Memoria Histórica del municipio: «Tejiendo identidad con hilos de memoria histórica».**

Así como el conocimiento del pasado es indispensable para orientar nuestro presente, es importantísimo que haya exploradores del futuro. Estos son los historiadores de lo que aún no ha sucedido. Ellos tratan de seguir unas probables reglas de la cultura e imaginan unas ciertas circunstancias, para poder pensar hacia delante y advertir a la humanidad de posibles riesgos y oportunidades.

Los investigadores del tiempo no son necesariamente historiadores, también pueden ser arqueólogos, antropólogos, artistas, biólogos, filósofos, sociólogos, economistas... Todos aquellos capaces de soñar mejores días para la humanidad y comenzar a construirlos pueden estar en este grupo de investigadores del futuro.

Como pueden observar, no hay un solo tipo de investigador, ni un solo tema o problema válido para indagar. Además, los tipos de investigadores que

## ¿Quiénes pueden investigar?

describimos aquí no son los únicos. Cuando usamos la investigación para resolver problemas y construir conocimiento, es probable que requiramos más de un tipo de investigador, de manera que tengamos una visión más completa del problema y podamos probar métodos de indagación distintos, que nos ayuden a encontrar las respuestas más adecuadas. Por esto, todos son bienvenidos en los grupos de investigación Ondas, para hacer de este camino una oportunidad para aprender y crecer.

*Traten de pensar en las personas que conocen. ¿Hay investigadores? ¿De qué tipo? ¿Cómo los reconocen?*

*Ahora, ¿qué tipo de investigadores son ustedes? ¿Qué tipo les gustaría ser?*

## Las habilidades del investigador

Todas las actividades que realizamos a lo largo de nuestra vida requieren el desarrollo de ciertas habilidades especiales. Deportistas, músicos, arquitectos, agricultores, escritores o cirujanos necesitan muchos años de práctica para conseguir la destreza que se requiere para hacer bien su trabajo y poder realizar actividades cada vez más complejas como si se tratara de algo natural.

Así como sucede en el caso de los deportistas, los músicos o los acróbatas de un circo, los investigadores deben desarrollar una gran cantidad de habilidades. Seguramente, algunos deberán trabajar sobre todo en algunas de ellas para llegar a convertirse en expertos en los campos del conocimiento que les apasionan.

En el caso del Programa Ondas, los niños, niñas y jóvenes desarrollan el interés, el entusiasmo y la pasión por la investigación y fortalecen algunas habilidades y actitudes que les permiten aportar a la solución colectiva de problemas y construir una serie de conocimientos, al mismo tiempo que

descubren sus intereses, pasiones y destrezas. Además, en algunos casos se vuelven expertos en ciertos temas y deciden dedicar su vida a la ciencia y la investigación.

No es fácil mencionar y explicar todas las habilidades requeridas para penetrar los misterios del universo al intentar comprenderlo, con el fin de aprender a sentirnos parte de él y encontrar las mejores maneras de habitarlo. Pero, conscientes de esa limitación, en este documento presentamos algunas, que de seguro tienen o comenzarán a desarrollar en su trabajo con Ondas.

## Habilidades del cuerpo y los sentidos

Muchos investigadores dependen por completo del entrenamiento que le hayan dado a sus ojos, oídos, olfato, tacto y gusto, pero también del entrenamiento que tengan para caminar durante largas jornadas, trabajar por mucho tiempo sin comer ni beber o dormir en cualquier lugar soportando temperaturas extremas.

Podemos decir entonces que entrenar nuestro cuerpo es fundamental para ver donde otros no ven, escuchar lo que otros no escuchan, sentir lo que otros no sienten. Quien tiene sus sentidos agudizados, alerta y bien entrenados mantiene viva la curiosidad, pues ella es algo así como un llamado que el mundo nos hace y produce un efecto similar al que tiene el sol sobre los girasoles, los cuales no pueden evitar voltearse hacia la fuente de luz. Entre este conjunto de habilidades hay una que resulta fundamental para todo investigador: la *observación*.

Algunos asocian esta habilidad con el sentido de la vista, y pareciera que mirar algo fuera equivalente a observarlo. Sin embargo, en la investigación, observar incluye, entre otras cosas, la descripción, la medición y el registro de los hechos, lo más importante es desarrollar poco a poco la capacidad

que tenemos para abordar la realidad con criterios de verificación, que permitan superar el nivel básico de la opinión.

## Habilidades de la mente

Los investigadores también requieren desarrollar una serie de habilidades mentales muy especiales, para poder abordar problemas muy complejos.

En muchas investigaciones es necesario enfrentarse a inmensos volúmenes de información. Por ejemplo, imaginen a un biólogo que se propone identificar cuántas especies vegetales hay en un territorio extenso, para determinar sus relaciones, las características específicas del ecosistema, sus riesgos y las medidas de conservación más adecuadas. Uno no puede imaginarse la inmensa cantidad de datos que hay allí, porque cada pequeña hoja, cada semilla, cada árbol y cada musgo cuentan. No solo deben relacionarse las especies, sino en qué cantidad, en qué ubicaciones y en qué estado se encuentran.

Este investigador necesita, aparte de sus agudos sentidos, disponer de mucha información, porque se enfrenta a tareas que le exigen describir y comprender situaciones y datos de distintas clases; construir significados; valorar, seguir y monitorear actividades; establecer conclusiones y construir justificaciones para sus propuestas; buscar, recolectar, categorizar información y datos, así como establecer relaciones entre estos.

Los investigadores parten de una inquietud, una pregunta o un problema específico, pero para el desarrollo de su investigación tienen que indagar en muchos campos y en muchas disciplinas. Ser un investigador es estar dispuesto a aprender, siempre, miles de cosas maravillosas sobre el mundo que nos rodea. Por eso se requiere cultivar la práctica de la lectura, la habilidad de aprender idiomas, la familiaridad con la cultura universal y una enorme capacidad crítica para aceptar que toda conclusión intelectual es apenas provisional, pues bastará

en ocasiones con un solo dato nuevo para derrumbar toda una teoría. Debido a ello, también es importante el desarrollo de la creatividad y la originalidad.

Por ejemplo, Ignác Semmelweis, quien descubrió la importancia de la asepsia en el parto, salvó cientos de miles de madres de la muerte gracias a la observación. Muchas de las mujeres que iban a tener a sus hijos en el hospital de Viena, a mediados del siglo XIX, y eran atendidas por los doctores, morían poco después del parto. El doctor Semmelweis observó que las mujeres, cuando iban con las parteras, no corrían el mismo riesgo y en la mayoría de los casos tenían un parto normal. Fue necesario que este médico analizara el problema, no desde el conocimiento de la fisiología y la anatomía, propio de los médicos del hospital, sino desde las prácticas higiénicas que tenían las parteras y que no practicaban los doctores. En efecto, ellos pasaban de hacer una autopsia de un cadáver, muchas veces ya en descomposición, a atender a una mujer parturienta, sin siquiera lavarse las manos, con lo cual las contaminaban y la infección las llevaba a la muerte.

Nuestras casas están llenas de herramientas y aparatos que consideramos muy sencillos, pero que han requerido *el ingenio* de gente muy creativa para su desarrollo. Desde ese alambrito que usaban las abuelas para enhebrar una aguja hasta un televisor de pantalla LED o un asiento de tres patas, todas las cosas más simples tienen grandes dosis de originalidad.

## Habilidades sociales

Hay muchos investigadores que pasan gran parte de su vida en laboratorios, centros de estudio o de documentación y manejo de datos, trabajando sobre todo con sus colegas, con quienes discuten de manera permanente. Estas personas necesitan desarrollar habilidades para trabajar en equipo, confrontar la crítica permanente, estar dispuestos a argumentar y validar

cada afirmación, con un enorme rigor y precisión en la forma de expresarse y comunicarse con sus colegas.

Los investigadores deben desarrollar una extraordinaria gama de habilidades sociales para desarrollar sus trabajos, ya que estos dependen de la disposición que otras personas tengan para colaborar y sin las cuales no podrían obtener la información que requieren. Una *psicóloga* infantil, por ejemplo, en busca de las nociones que tienen los niños sobre un asunto en particular, necesita ser muy hábil para comunicarse con ellos, generar confianza y comprender lo que quieren decir en todo momento. Otro tanto puede decirse del periodista que investiga problemas de corrupción entre políticos o del sociólogo que trata de comprender las relaciones sociales en una organización o comunidad, sin duda ambos requieren lo que denominamos como habilidades sociales.

Existen muchos métodos de investigación que exigen que los investigadores desarrollen capacidades sociales especiales, como resolver conflictos, expresar sus emociones y respetar las ajenas, hacer críticas, valorar las habilidades de los demás, liderar tareas y asumir responsabilidades, ser perseverantes, aceptar y comprender los sentimientos de los demás, expresar sus opiniones, cooperar y compartir, mostrar assertividad y empatía, entre otras, que facilitarán el desarrollo de entrevistas, grupos focales, programas de participación comunitaria y observación de fenómenos socioculturales.

## Habilidades del carácter y del corazón

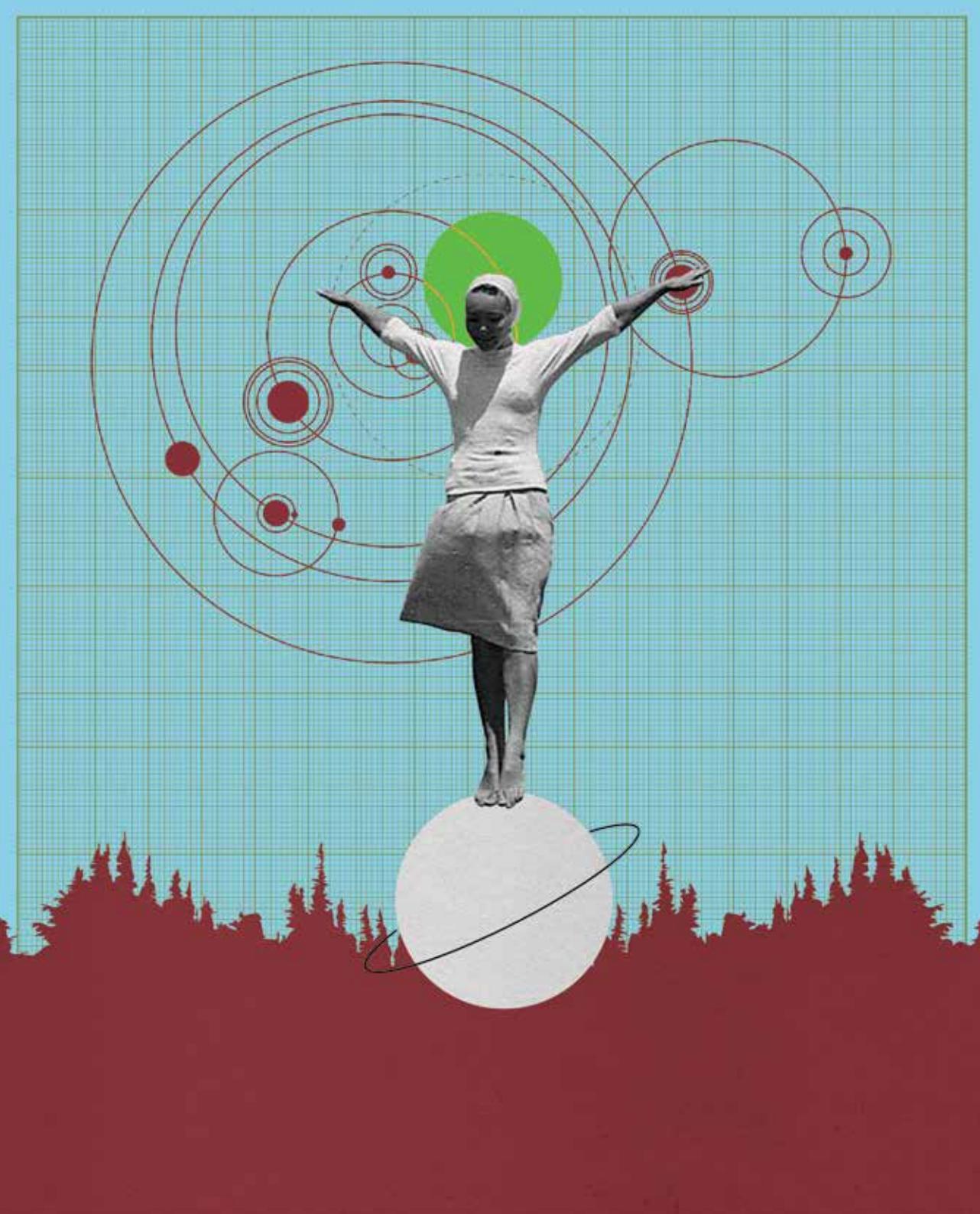
Aparte de todas las características ya enunciadas, se requiere desarrollar una personalidad fuerte, que permita mantener el entusiasmo cuando las cosas se ponen difíciles, situación muy frecuente en campos de la ciencia que suscitan escepticismo y desconfianza en muchos sectores sociales, en especial en aquellos que pueden apoyar en materia económica los proyectos de investigación.

Se requiere también persistencia y paciencia, para insistir una y otra vez en la búsqueda, sobre todo cuando el fracaso parece la norma. Hay desarrollos e innovaciones, en campos tan diversos como la química, la inmunología, la informática o la mecánica, que han requerido multitud de pruebas, ensayos y construcción de prototipos a lo largo del tiempo, antes de poder dar con una fórmula que funcione.

Al lado de la persistencia siempre está la tolerancia al fracaso, pues no resulta sencillo desentrañar los secretos del mundo que nos rodea. Por eso, la investigación no puede ser evaluada exclusivamente por sus éxitos, pues ellos, por lo general, se construyen sobre una infinidad de dificultades y frustraciones. Pensemos, por ejemplo, en todos los investigadores que desde hace cincuenta o sesenta años trabajan de forma persistente en todo el mundo, en busca de una cura contra el cáncer. Sin duda, se han logrado avances, pero estamos muy lejos de saber cómo combatir esa enfermedad de manera eficaz.

La dificultad que encontramos para desentrañar los secretos de la naturaleza sumada a la frecuencia de los fracasos suelen mostrarnos lo poco que sabemos de aquellos asuntos que nos ocupan. Comprender esto implica humildad, capacidad para reconocer las propias limitaciones y disposición para cooperar con otros, porque jamás podremos ver en soledad todos los ángulos de un mismo problema. Se requiere gran honestidad intelectual para reconocer los aportes ajenos, replantearse lo que en algún momento fue considerado una verdad absoluta y, también, para estar dispuestos a reconsiderar los caminos ya recorridos.

*Tomando en cuenta la clasificación propuesta, ¿cuáles son sus habilidades más destacadas?, ¿cuáles les gustaría desarrollar en el proceso de la investigación? Compartan en grupo cuáles son las habilidades de cada uno. Hablando con otros podemos descubrir cosas sobre nosotros mismos que no habíamos imaginado.*



# La investigación en el Programa Ondas



El Programa Ondas de Colciencias tiene como objetivo promover en niños, niñas y jóvenes el interés por la investigación —con las características que hemos visto en los capítulos anteriores— y el desarrollo de actitudes y habilidades que les permitan insertarse de forma activa en una cultura de ciencia, tecnología e innovación.

Para lograr esto, Ondas les propone una ruta metodológica a través de la cual podrán desarrollar sus proyectos de investigación. Es una ruta similar a la que siguen los investigadores profesionales: al igual que ellos, se parte de la conformación de un grupo de investigación, se define un problema a investigar, se diseña una metodología que permite resolver el problema y se comunican los resultados y aprendizajes del proceso de investigación.

La ruta que les sugiere Ondas para que puedan dar respuesta a sus problemas y preguntas de investigación es la siguiente:

Tabla n.º 1. Ruta metodológica del Programa Ondas

FASE I. PLANEACIÓN DEL PROYECTO		
Etapa 1. Conformación del equipo	Etapa 2. De la pregunta al problema	Etapa 3. Establecer el camino
Comunicación de los avances		
Sistematización del proceso		
Construcción de comunidades de aprendizaje		

FASE II. DESARROLLO DEL PROYECTO					
Etapa 4. Diseño de los instrumentos	Etapa 5. Recolección de la información	Etapa 6. Organización de la investigación	Etapa 7. Interpretación de datos y registro de resultados		
Comunicación de los avances					
Sistematización del proceso					
Construcción de comunidades de aprendizaje					
FASE III. COMUNICACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN					
Etapa 8. Compartir la solución	Etapa 9. Difusión de los resultados				
Comunicación de los avances					
Sistematización del proceso					
Construcción de comunidades de aprendizaje					

*Primera fase: planeación del proyecto.* Momento en el cual se define qué quieren hacer, con quiénes lo harán y cómo. Esta fase está organizada en tres etapas: la conformación del grupo de investigación, la definición del problema y el establecimiento del camino a seguir.

*Segunda fase: desarrollo del proyecto.* En ella se desarrollan las actividades dirigidas a ejecutar su plan de trabajo. Esta fase transcurre en cuatro etapas: el diseño de los instrumentos para recoger la información,

la recolección de la información, la sistematización y el análisis de la información y, por último, la interpretación de los resultados y la organización del informe final.

*Tercera fase: comunicación de los resultados de la investigación.* Una investigación tiene sentido en la medida en que aporta a la resolución de los problemas que se propusieron. Por esto, en esta fase se proponen dos etapas dirigidas a lograr que los resultados sean apropiados y difundidos en la comunidad, compartiendo la solución y los resultados.

Además de estas fases, que se organizan de manera secuencial en el tiempo, existen tres procesos permanentes, cuyas actividades deben tener presentes en todo el desarrollo del proyecto, estos son: la comunicación de los avances, la sistematización del proceso de investigación y la construcción de comunidades de aprendizaje.

## Procesos permanentes durante el desarrollo del proyecto de investigación

### La comunicación de los avances

En la investigación, la comunicación desempeña un papel muy importante, ya que les permite a los miembros de la comunidad científica conocer los avances que se están dando en un campo de conocimiento de su interés, por ejemplo, a través de congresos o publicaciones como revistas especializadas. También le permite a la sociedad en general conocer y apropiarse de los resultados de las investigaciones, esto significa, que los encuentren de interés, los valoren de manera positiva y, en caso de ser pertinente, los utilicen en su vida cotidiana.

En el desarrollo de los proyectos de investigación Ondas, comunicar los avances y resultados del proyecto es hacer partícipes del proceso investigativo a la comunidad en la cual se inscribe, a otros grupos Ondas y a la sociedad en general. Esta tarea permite generar intercambios que sirven para ampliar la visión sobre el problema, evaluar algunas de las soluciones propuestas o encontrar aliados en diferentes momentos. Algunas características de la comunicación en el Programa Ondas son:

- ◆ Es permanente.
- ◆ Forma parte integral del proceso y no es una tarea puntual que se realiza al finalizar la investigación.
- ◆ Es de doble vía, no solo del grupo hacia el público o los beneficiarios, sino también de ellos hacia el grupo.
- ◆ Parte de considerar que la comunidad y el público al que se dirige tienen conocimientos, saberes y valores relacionados con la investigación.
- ◆ Utiliza diversidad de medios, incluidos los digitales.

## La construcción de comunidades de aprendizaje

Este proceso les permite a los miembros de la comunidad en la que se desarrolla el proyecto de investigación aprender, de manera cooperativa, al compartir sus propias experiencias.

Estas comunidades están constituidas no solo por los miembros del grupo —porque el grupo mismo es una comunidad de aprendizaje—, sino también por otras personas o equipos que comparten el interés por los objetivos del proyecto o la temática a investigar, y con las cuales se establece un intercambio permanente que aporta al desarrollo de la investigación.

Por ejemplo, pueden ser personas de la región a quienes está afectando de manera directa el problema, los investigadores de universidades o institutos que trabajan en temas relacionados con el proyecto u otros grupos de investigación del Programa Ondas que desarrollan proyectos similares y con los cuales se pueden compartir los avances, las propuestas metodológicas o los resultados obtenidos.

Estas comunidades pueden ser de tipo presencial, por ejemplo, cuando se realizan reuniones en un espacio físico, como el colegio o la biblioteca, con personas de la región, para discutir sobre avances o posibles formas de solucionar algún problema. También pueden ser comunidades virtuales, cuando el encuentro se realiza por medio de herramientas de tipo tecnológico.

Por otro lado, puede que estas comunidades no existan y el grupo tenga que ayudar a su creación o puede que ya existan en forma de asociaciones, grupos juveniles y redes, entre otras.

## La sistematización del proceso

En el Programa Ondas entendemos la sistematización como el registro ordenado del proceso que se realiza en cada una de las etapas del proyecto y que le permite al grupo realizar una reflexión permanente sobre el desarrollo de la investigación frente a: los objetivos propuestos, el quehacer diario, los análisis conceptuales y los aprendizajes alcanzados. Desde esta perspectiva, la sistematización permite construir conocimiento sobre lo que están investigando y sobre la manera como lo hacen.

En el ejercicio de sistematización participan todos los miembros del grupo —maestro, niñas, niños y adolescentes—, la decisión sobre qué se sistematiza y qué se pretende con la sistematización se acuerda en el

grupo, con el apoyo y orientación del asesor, y quienes lideran el proceso de sistematización y escritura varía, dependiendo del rol de cada uno de los miembros del equipo dentro del proyecto.

La sistematización les permite construir una memoria colectiva del proceso, de manera que comprendan mejor su desarrollo y los aprendizajes alcanzados. Además les permite realizar una evaluación permanente a la metodología que eligieron para desarrollar su proyecto de investigación. Esto es útil para la toma de decisiones sobre cambios y ajustes que deban realizar en algún momento del proyecto. Existe una herramienta fundamental para la realización del proceso de sistematización: *la bitácora de investigación*.

## La bitácora del proyecto de investigación

Antes de que existieran los métodos modernos de navegación, las embarcaciones llevaban al lado del timón un pequeño armario en el que se guardaba la brújula (*aguja de marear*) y un libro de navegación (*el cuaderno de bitácora*) que funcionaba como un diario de a bordo, en el que se apuntaban la velocidad, rumbo, maniobras y demás novedades del viaje. Muchos de estos cuadernos contenían, además, información sobre la vida a bordo, las mercancías que transportaban o los lugares a los que llegaban. Gracias a estos cuadernos podemos reconstruir las peripecias de muchas importantes travesías: el primer viaje a lo que luego se llamaría América, la primera vuelta al mundo iniciada por Magallanes y terminada por Elcano, la exploración del Ártico o las rutinas de comercio de los barcos mercantes. Cristóbal Colón, uno de estos ilustres viajeros, comenzaba así su *Diario de la primera navegación*:

Partimos viernes tres días de agosto de 1492 de la barra de Saltés, a las 8 horas. Anduvimos con fuerte virazón hasta el

poner del sol hacia el Sur 60 millas, que son 15 leguas; después al Sudoeste y al Sur cuarta del Sudoeste, que era el camino para las Canarias.

Actualmente, se usa la palabra *bitácora* para referirse a esta clase de cuaderno y es muy utilizada en el arte, la educación y, por supuesto, en la investigación. Esta herramienta permite mantener al día la historia del proyecto, recoger los relatos y anécdotas, las ideas que surgen en el momento menos esperado y los incidentes, pero también los aspectos más formales del proceso. Una de sus características fundamentales, y de allí su popularidad, es que permite un recuento cronológico de los sucesos, a la vez que es una expresión personal de quien o quienes la diligencian, por eso no es fácil encontrar una bitácora igual a otra.

En el desarrollo de su proyecto es recomendable que lleven una bitácora en la cual puedan hacer un seguimiento de lo que sucede en cada una de las etapas. Al igual que en los viajes en ultramar, es importante tener siempre a mano la brújula (su proyecto), que les muestra el norte y no les permite perder el rumbo.

## ¿Qué pueden incluir en la bitácora del proyecto?

En una bitácora pueden incluir lo que quieran: textos, ilustraciones, fotografías, facturas, descripciones de actividades, listas de cosas por hacer, ideas, preguntas, cronogramas, acuerdos del grupo, etc. Las bitácoras digitales, además, permiten incluir videos, ubicaciones en el mapa, grabaciones de voz...



## Recomendaciones para llevar la bitácora del proyecto de investigación Ondas

Una de las acepciones de la palabra *llevar* es «Mantener actualizado y en orden» (Real Academia Española, 2017). Así que, aquí van algunas recomendaciones para *llevar* la bitácora del proyecto de investigación:

- ◆ Es importante iniciar la escritura de la bitácora del grupo desde la primera fase y realizar registros en la misma durante cada etapa del proyecto. Si bien los miembros del grupo de investigación pueden llevar sus propias bitácoras, existe una sola bitácora «oficial» del proyecto que se diligencia en cada etapa del proceso, reconozcan los formatos propuestos para cada etapa con su asesor y maestro coinvestigador.

- ◆ Designen un responsable para diligenciarla. La persona seleccionada estará atenta para escribir —manteniendo el orden cronológico— lo que suceda en cada una de las reuniones del grupo, los acuerdos a los que llegan, los temas discutidos, los incidentes del proyecto. Esta tarea puede ser apoyada por otros miembros del grupo, sin embargo, es el responsable quien estará pendiente de su actualización permanente.
- ◆ No existe una forma única para diligenciar la bitácora. Aunque, hay una información que siempre debe ir:
  - \* La fecha: la bitácora es un recuento cronológico de los eventos del proyecto, por lo cual es importante escribirla al inicio del registro.
  - \* El lugar donde desarrollan las reuniones y las visitas a sitios especiales.
  - \* Los participantes de cada actividad.
  - \* El desarrollo de las actividades y procesos de la ruta de investigación.
  - \* Los principales acuerdos del grupo.
- ◆ Sean creativos al diligenciar la bitácora y preocúpense también por su estética. La bitácora es un documento público, la cara que como grupo muestran de su proyecto. Es clave que se animen a usar registros gráficos (fotos, ilustraciones, cómics).
- ◆ Dado que la bitácora funciona como una especie de diario del proyecto, no se borran los anteriores registros. Si deben hacer una corrección, simplemente se incluye una nota al margen, sin modificar el registro anterior.



### PARA LA BITÁCORA DEL PROYECTO

Para iniciar la bitácora, ya sea usando una herramienta digital o impresa deben empezar por registrar los datos de su proyecto, la institución a la que pertenecen y los integrantes. Este registro lo realizarán durante la primer etapa (la conformación del equipo).

## Únanse a la comunidad Héroes Ondas

Otra herramienta con la que contarán para el desarrollo de los procesos transversales (sistematización, comunicación de avances y conformación de comunidades de aprendizaje) de su proyecto de investigación es la comunidad virtual Héroes Ondas. En ella podrán conectarse con todos los grupos de investigación Ondas, publicar los avances de su investigación y seguir a otros grupos con proyectos similares.

En ella cada uno de ustedes podrá:

- ◆ Crear un perfil como investigador.
- ◆ Seleccionar un héroe con el cual jugarán en la comunidad.
- ◆ Compartir información del proyecto y del grupo de investigación.
- ◆ Hacerse seguidores de proyectos de otros grupos.
- ◆ Comunicarse con su maestro y asesor.
- ◆ Comentar y dar «me gusta» a publicaciones de otros usuarios.
- ◆ Reportar publicaciones que consideren inapropiadas.
- ◆ Conocer el *ranking* de los proyectos más compartidos y en los que más se interactúa.

Además, podrán jugar para entrenarse como héroes investigadores; por esto, en la comunidad tendrán la oportunidad de:

- ◆ Enfrentar misiones que serán propuestas por su maestro y asesor.
- ◆ Ganar y entregar monedas a otros usuarios. Con ellas podrán mejorar a su héroe.

¡Anímense! Ingresen a **www.heroesondas.gov.co**, jueguen y sean héroes investigadores.

# Primera fase: planeación del proyecto



## Etapa 1. Conformación del equipo

El primer paso es hacer equipo. En Ondas entendemos un grupo de investigación como la asociación de niños, niñas, adolescentes y jóvenes, acompañados por adultos —que en la mayoría de los casos son maestros—, quienes en el marco de un trabajo cooperativo desarrollan procesos de investigación.

Desde luego, los grupos de investigación pueden ser muy diferentes, acordes a la complejidad de los temas o a las características de las instituciones en las cuales se desarrolle el Programa Ondas. Puede haber grupos de seis a ocho estudiantes, o puede ser que un curso completo se organice alrededor de un proyecto de investigación. Es posible que algún grupo esté conformado por estudiantes de diferentes grados o distintos colegios y, también, que se realicen investigaciones donde sus participantes sean estudiantes de ciudades distantes. Todo depende de la pregunta a investigar.

Algunos se cuestionarán si el huevo fue primero que la gallina; es decir, si se conforma el grupo después de elegir el tema a trabajar o si, por el contrario, el grupo creado busca la pregunta inicial. En realidad no existe una fórmula o una secuencia establecida. A veces, dos o tres amigos tienen una inquietud y, luego, en compañía de algún maestro, la comparten con sus compañeros para ver quién más decide sumarse a su preocupación o iniciativa. En otras ocasiones, es el maestro quien motiva a un grupo de compañeros y les siembra la semilla de la curiosidad investigativa. Con el tiempo y tras reconocer su interés común dan inicio a la exploración de temas y preguntas. Por esto, hacer equipo y elegir un tema de interés siempre son procesos que van de la mano.

El trabajo en equipo ofrece la posibilidad de conocer personas con iniciativas diversas y complementarias, aprender a ejercitar valores

humanos, como el reconocimiento, el respeto por quienes son diferentes, la capacidad de diálogo y concertación, la generosidad y el espíritu cooperativo.

Trabajando en equipo se descubre que todas las personas funcionan de formas diferentes. Hay personas con gran capacidad y claridad para dar a conocer sus puntos de vista. Hay quienes son tan intuitivos que parecen obstinados cuando defienden un punto de vista, porque están desarrollando sus habilidades argumentativas; sin embargo, muestran una convicción muy grande alrededor de sus propuestas. A veces, estas personas son muy audaces y creativas, debido a que intuyen cosas que por medio de la lógica no es posible concebir. Este tipo de participantes pueden realizar los aportes más innovadores; pese a ello, cuando no se complementan con quienes tienen una visión más racional, es posible que no logren sus propósitos.

En los grupos también se encuentran, a veces, personas que no saben bien lo que buscan, pero se sienten a gusto estando allí, son quienes están dispuestas a cooperar en todo momento y aportan afecto y cohesión al equipo. Ellos perciben las relaciones humanas y la sutileza de sus vínculos, lo cual las convierten en los cimientos del grupo cuando las relaciones se tornan tensas. Siendo tan importante, para ellas, el afecto y la calidez en el grupo, siempre estarán dispuestas a suavizar los conflictos y participar en su solución.

Se encontrarán también quienes logran aterrizar las ideas, existirán los soñadores que no tocan tierra y quienes trabajan como hormigas sin hacer mucho ruido... Todas estas características humanas diferentes constituyen una gran riqueza dentro del grupo de investigación, una vez que son reconocidas y potenciadas, valoradas y aprovechadas por todos.

En el mundo actual es indispensable prepararse para el trabajo cooperativo, y en este sentido, Ondas se convierte en un escenario de participación, debate, construcción conjunta y diálogo de saberes.



## Cómo conformar el equipo de investigación

Descubran las habilidades, así como los conocimientos e intereses de cada uno de los miembros del grupo, de manera que identifiquen los posibles roles que pueden tener y desde los cuales puedan aportar al desarrollo de la investigación y así asumir responsabilidades específicas para asegurar el cumplimiento de los objetivos que se propongan, gracias al trabajo en equipo.

### ¡Busquen un nombre para su grupo!

Elijan un nombre que los represente, les guste y del cual se sientan muy orgullosos al darse a conocer ante la comunidad. Una sesión de lluvia de ideas orientada por su maestro coinvestigador puede ser una herramienta muy útil para este proceso. Busquen nombres de fácil recordación, sonoros, que puedan ayudarles a construir la identidad de su grupo. Pueden aprovechar y hacer su propio logo o imagen representativa.

### Fijen sitios y horarios de reunión

Asumir la realización de una tarea, sobre todo cuando es a largo plazo, requiere tener unas rutinas que les ayuden a organizar el tiempo. Definan un espacio en el que puedan reunirse como grupo para tratar temas del proyecto. Busquen que sea cómodo, que esté disponible y, en lo posible, donde pueden tener carteleras o pizarrones, para exhibir el cronograma, las anotaciones o algún recordatorio importante. Fijen el horario de reunión semanal —para iniciar, una o dos veces por semana—, el cual podrán modificar en cualquier momento, en caso de requerir más tiempo.

## Definan unas normas para el funcionamiento del grupo

Tener normas claras ayuda a prevenir los conflictos que con frecuencia se presentan cuando trabajamos en equipo. Una forma de hacerlo es concertar entre todos las diez normas que consideran básicas para el buen funcionamiento del grupo. En pequeños subgrupos de dos o tres personas, escriban las diez reglas más importantes para mantener una buena convivencia. Luego, compartan sus propuestas entre todos y seleccionen, a partir de una discusión, las diez reglas más adecuadas. Algunos ejemplos de estas normas pueden ser:

- ◆ Asistir con puntualidad a las reuniones.
- ◆ Respetar las intervenciones e ideas de todos.
- ◆ Cuidar los materiales y recursos.
- ◆ Mantener limpio y en orden el sitio de reunión.
- ◆ Cumplir con las responsabilidades asignadas dentro del proyecto.

## Establezcan responsabilidades para cada uno de los miembros

Si bien el desarrollo del proyecto es una responsabilidad compartida por igual entre todos los miembros del grupo, es importante asignar responsabilidades específicas a cada uno de los miembros, de acuerdo con sus habilidades, destrezas y gustos. Por ejemplo, ¿quiénes se encargarán de las comunicaciones?, ¿quién convocará a las reuniones y llevará las actas?, ¿quién será el responsable del manejo de los equipos que van a usar?, ¿quién o quiénes liderarán los registros en la bitácora? Algunos ejemplos de los roles que se pueden asignar son:

- ◆ Representante del grupo, quien hará las veces de líder del proyecto.

- ◆ Relator o relatores que estarán a cargo de llevar la bitácora del proyecto.
- ◆ Responsable de los implementos y materiales.
- ◆ Tesorero, se encargará de llevar las cuentas de ingresos y egresos del proyecto.
- ◆ Responsable o responsables de la estrategia de comunicaciones.
- ◆ Fotógrafo del proyecto.

## Identifiquen qué les interesa investigar

Para terminar esta etapa el grupo debe determinar sobre qué quieren desarrollar su proyecto de investigación. Realicen una lluvia de ideas sobre aquellas situaciones que les interesa y desean resolver como grupo, planteen la pregunta o las preguntas que les gustaría abordar en relación con esas situaciones. Este es el punto de partida para iniciar su proceso de investigación. En la herramienta de la etapa dos encontrarán recomendaciones para el planteamiento de las preguntas de investigación.



### PARA LA BITÁCORA DEL PROYECTO

En un primer registro pueden narrar cómo se organizó el equipo de investigación, por ejemplo, pueden responder algunas de estas preguntas: ¿Cómo se enteraron de la convocatoria Ondas?, ¿qué los motivó a organizar el grupo?, ¿cuál nombre seleccionaron?, ¿cuáles son los roles de los miembros del grupo? y ¿cuáles son las preguntas que desean investigar?

## Etapa 2. De la pregunta al problema de investigación

Todo proyecto de investigación inicia con una buena pregunta. Por lo general, partimos de un asunto que deseamos conocer, algo sobre lo cual tenemos una o muchas preguntas y esperamos obtener respuestas. Hay situaciones de la vida cotidiana, experiencias, lecturas o encuentros con otras personas que nos intrigan o nos siembran, en algún lugar de la memoria viva, nuevas y poderosas inquietudes.

En Ondas, muchos de los proyectos de investigación han iniciado con la pregunta oportuna de una niña, niño o adolescente que observa con curiosidad su entorno. Por ejemplo: ¿por qué en el Valle de los Cangrejos ya no hay cangrejos y sí en la playa del Riito, que está tan contaminada?, ¿cuáles son las plantas medicinales que utilizan los conocedores de mi comunidad y para qué sirven?, ¿cuál es el valor nutricional de los alimentos que venden en la tienda del colegio?

Lo más importante es tener la capacidad de hacernos preguntas que emergan de la vida cotidiana y cuestionen nuestro mundo alrededor. Desde luego, hay muchas inquietudes importantes que despiertan nuestra curiosidad, algunas podemos responderlas a través de consultas en Internet o, por el contrario, otras cuyas respuestas puede que aún no estén a nuestro alcance. Si queremos conocer las características de los restos de algún dinosaurio, por ejemplo, será muy difícil que podamos acercarnos de manera directa a sus restos, pues solo es posible en algunos lugares, como Villa de Leyva, o en grandes museos de ciencias naturales.

Esto no significa que existan preguntas inválidas o preguntas que no se deban hacer; significa, más bien, que al realizar un proyecto de investigación debemos trabajar de manera previa en la selección de nuestra pregunta,

identificar cuál es su importancia para el contexto en el cual estamos, si es posible responderla con los recursos que tenemos a nuestra disposición y si realmente es una pregunta de investigación, es decir, una que aporte a generar nuevo conocimiento y a resolver un problema real, y no una pregunta que podamos responder con una búsqueda en la biblioteca o Internet.



### Ciencia y vida cotidiana

**El sombrero vueltiao es famoso en todo el mundo y su elaboración artesanal pervive hoy en La Gallera, corregimiento donde habita el pueblo indígena zenú. Allí, un grupo de jóvenes del Programa Ondas se preguntó qué usos podría tener el totumo, considerado un fruto poco útil. Lo observaron y se dieron cuenta de que segregaba una sustancia de color café. Investigaron si esta sustancia podría reemplazar tintes usados en la elaboración de los sombreros, lo cual sería un gran aporte para la comunidad. Y así fue, hoy estos jóvenes están dispuestos a seguir sus estudios universitarios, pues comprendieron que la ciencia y la investigación pueden tener gran valor en los desafíos de la vida cotidiana.**

El reto está en pasar de unas *preguntas iniciales* a plantear un *problema de investigación*. Veamos unas ideas que pueden ayudar a que puedan precisar lo que desean saber y avanzar en el camino a seguir. Una clave es cómo iniciamos la pregunta:

- ◆ *¿Qué es?* Con este inicio ya estamos indicando que debemos prepararnos para hacer un trabajo descriptivo, no solo divertido, sino complejo. Los niños pequeños viven preguntando «*qué es*» todo el tiempo, porque todavía no han tenido oportunidad de relacionarse con las cosas. Sin embargo, más adelante podemos

preguntar lo mismo, incluso sobre cosas que creemos conocer, si vemos una máquina que nunca antes habíamos visto o si llegamos a divisar algo extraño en un paisaje que nos es muy familiar. Esta clase de preguntas seguramente conducirán a examinar y describir sus características, su utilidad, su origen.



### **Impresión 3D, robótica y RAEE con fines solidarios**

En Quindío, el grupo Rémora (nombre que hace alusión a los animalitos que limpian los grandes tiburones), en la institución educativa Tebaida, interesado en la robótica, quiso construir un modelo de prótesis 3D para Victoria, una de las estudiantes que nació sin su mano izquierda. La impresora 3D la obtuvieron tras ganar el premio del Fondo de Innovación Social con la gobernación de Quindío, al proyecto más innovador. Tardaron veinte horas en hacer la impresión en plástico ABS y veinte horas más en ensamblar la prótesis. Su nuevo desafío es robotizarla, por lo cual trabajan en conjunto con la Universidad de Quindío para instalar motores especiales y un sensor mioeléctrico capaz de recoger los impulsos eléctricos de la piel. El movimiento «pensado» por Victoria será realizado a través de los motores y ella deberá aprender a controlarlos. El grupo, además de la impresión, tiene dos campos más en los cuales desarrolla sus investigaciones con fines solidarios: robótica y reciclaje de aparatos electrónicos (RAEE).

- ◆ *¿Para qué sirve?* Indagar en torno al uso de las cosas, ya sean minerales, vegetales, instrumentos, entre otros, conduce, por lo general, a explorar a fondo las características de algo y, con frecuencia, a experimentar para obtener beneficios de este o idear maneras de transformarlo con el fin de hacerlo útil a nuevos propósitos.

- ◆ *¿Cómo funciona?* A través de esta pregunta podemos acercarnos a fenómenos naturales, sociales o tecnológicos. A veces, queremos saber cómo funciona un robot y si en el equipo podremos construir una mano robótica que pueda moverse a voluntad de la persona que la usa o si podemos manejarla utilizando algún dispositivo electrónico. La pregunta implica no solo comprender el funcionamiento del robot, sino utilizarlo en la solución de algún problema que hayamos identificado.
- ◆ *¿Por qué sucede?* Desde la antigüedad, los seres humanos se hacen preguntas muy complicadas sobre aquellos fenómenos que no logran comprender. En algún momento de la evolución, seguramente nuestros antepasados se preguntaron por qué había fuego tras una tempestad. Responder esta pregunta les permitió aprender a controlar el fuego. Con seguridad también se preguntaron por qué morimos, pues nunca ha sido fácil entender la muerte como acontecimiento definitivo e incommensurable. Esta pregunta ha permitido, a lo largo de la historia humana, comprender muchas enfermedades y diversas formas de prevenirlas y curarlas. Tenemos también inquietudes relacionadas con los procesos de interacción social, que abarcan desde pequeños conflictos con nuestros compañeros hasta grandes confrontaciones entre países; nos inquietan temas como la desigualdad social, la forma en que se desarrollan las ciudades, la diferencia en nuestros rasgos físicos. Son muchos los porqués que interpelan nuestros afectos, nuestro mundo interior: ¿por qué hay personas que tienen éxito?, ¿por qué hay quienes se vuelven locos?, ¿por qué somos tan diferentes en nuestros gustos y maneras de ser?

Estas pistas nos ayudan a comprender por qué una buena investigación siempre tiene como base una buena pregunta, y para eso se requiere esfuerzo, pues no todas las preguntas realizadas harán madurar nuestro trabajo. Podemos decir que cualquier pregunta bien formulada es buena, pese a ello, algunas nos pueden resultar más valiosas que otras. Por lo general, las mejores son las que surgen de observar con atención el entorno en el cual vivimos, las actividades que hacemos, los objetos que usamos, los hábitos familiares, las características de nuestro paisaje, los productos que consumimos, los lugares que visitamos, las cosas que más nos gustan; en suma, los problemas que nos afectan.



## Cómo definir el problema de investigación

Definir un buen problema de investigación es el primer paso para que su proyecto tenga éxito: se trata de seleccionar un tema que les apasione como grupo y por el cual puedan mantener el interés en el proyecto durante todo el año escolar, teniendo en cuenta que los resultados que obtengan deben ser útiles para su contexto. Un buen problema de investigación debe ser pertinente, claro, posible de realizar con los recursos —humanos y materiales— y con el tiempo con el que se cuenta.

### Hagan una primera selección de preguntas

Las preguntas pueden surgir de distintas fuentes: un tema de interés que trajeron en clase, una observación, alguna experiencia de uno de los compañeros o un hecho que sucedió en su comunidad o que conocieron en los medios y despierta el interés de todos.

Una buena técnica es que todos los miembros del grupo propongan preguntas y las escriban en un papel. Luego, cada uno leerá su pregunta y la pegará con cinta en el tablero. A medida que se pegan las preguntas, se pueden ir agrupando por su afinidad temática. Recuerden: no hay preguntas malas y, con seguridad, todas pueden mejorarse.

Descarten aquellas preguntas que están repetidas o que están contenidas en otras. Despues analicen cuáles son las temáticas más recurrentes y cuáles les llaman la atención. Seleccíonen los temas más interesantes y las preguntas que reflejan mejor el interés del grupo.

### Definan si se trata o no de preguntas de investigación

Una vez tengan un primer grupo de preguntas en las cuales les interese trabajar en su proyecto, la idea es identificar cuáles de esas son, en

realidad, preguntas de investigación. Esto les permitirá hacer una primera selección. En Ondas, hemos pensado en algunas recomendaciones que les serán muy útiles en este proceso:

- ◆ Primero, intenten responder las preguntas. Si se responden con un «sí» o con un «no», o se pueden resolver por medio de una conversación del equipo, es muy probable que estas preguntas no requieran de un proceso investigativo, así que son preguntas que se pueden descartar, aunque, estén atentos, quizás descubran que alguna requiere ser formulada de manera distinta. En ese caso, escríbanla de nuevo, de forma que refleje su interés y péguenla con las demás que no han descartado.
- ◆ Segundo, indaguen si las preguntas pueden responderse con información y conocimientos existentes. Para esto revisen en libros, en Internet o consulten con personas que conozcan del tema. En grupo, analicen las respuestas encontradas a cada pregunta e identifiquen la fuente. Discutan en torno al siguiente interrogante: ¿la información encontrada responde a la pregunta desde su contexto? Descarten aquellas preguntas cuyas respuestas se conocen antes de empezar la investigación.

### Revisen su pregunta de investigación

Con frecuencia puede que tengan una pregunta de investigación —algo sobre lo que no saben y que no se ha investigado— que al final resulta no ser una *buena pregunta* para responder por medio de su proyecto, ya sea porque es muy amplia y no pueden resolverla con el tiempo y recursos disponibles, porque no despierta el interés suficiente o porque no es pertinente para la comunidad en la cual se inscriben, por señalar algunos ejemplos. Pueden entonces utilizar los criterios FINER para descubrir si las preguntas son *buenas preguntas de investigación*:

- ◆ *Factible*: ¿Pueden hacer la investigación con los recursos y el tiempo que tienen disponibles?, ¿pueden obtener la información que requieren para resolver la pregunta?, ¿cuentan en la comunidad con personas que les puedan colaborar en cuestiones específicas que requiera el proyecto?
- ◆ *Interesante*: ¿La pregunta despierta el interés de todos los miembros del grupo? El proceso para responderla es largo, por lo cual deben estar seguros de que su pregunta genera la curiosidad y el deseo de investigar para responderla.
- ◆ *Novedosa*: ¿La investigación aportará conocimiento nuevo o es una repetición de investigaciones que ya se han hecho? Este punto es muy importante, una buena pregunta de investigación plantea el reto de descubrir cosas nuevas, que no se saben, y amplía el conocimiento sobre el tema seleccionado.
- ◆ *Ética*: ¿El desarrollo de la investigación puede causar algún daño a otras personas o al medio ambiente?, ¿su investigación considera el beneficio para la comunidad de la cual hacen parte?
- ◆ *Relevante*: ¿La investigación que se desprende de la pregunta es importante?, ¿para quiénes?, ¿ayuda a resolver un problema del contexto en el que viven?, ¿aporta nuevo conocimiento?, ¿aporta a transformar una situación existente?

Descarten las preguntas que no cumplen con los criterios y selecciónen la o las preguntas que cumplen con todos los criterios. En caso de ser necesario, realicen los ajustes de redacción que sean pertinentes para que las preguntas queden formuladas de acuerdo con lo que el grupo ha ido descubriendo.

## De la pregunta al problema de investigación

En este momento tienen una primera versión de su pregunta o sus preguntas de investigación; sin embargo, para iniciar el proyecto es

necesario comprender con una mayor profundidad su importancia para la comunidad en la que viven, la manera como se ha investigado sobre el tema y cómo contribuye esto a su trabajo, y las formas en que su comunidad se verá beneficiada con la respuesta que le den a la pregunta. Es decir, requieren pasar de un conjunto de preguntas iniciales a un problema de investigación. En este proceso, es probable que necesiten reformular su pregunta e, incluso, a medida que se profundiza en el tema, puede que surjan otras relacionadas con la primera cuestión.

### **Descripción del problema de investigación**

Describan cómo la pregunta o las preguntas de investigación hacen visible una problemática que se manifiesta en la localidad, comunidad o región en la que viven y argumenten por qué es importante realizar una investigación que aporte a su solución. Para esto vale la pena cuestionarse sobre: ¿qué pasa si no se hace la investigación?, ¿cómo afectaría esto a la comunidad o al grupo que se beneficiaría con los resultados? Para la descripción del problema es probable que requieran volver a indagar con la comunidad o revisar la literatura existente sobre el tema.

### **Caracterización del grupo humano o población ecológica que se beneficia con la solución del problema**

Identifiquen cuál es el grupo que se beneficiaría con el desarrollo del proyecto, puede ser un grupo humano específico (la comunidad escolar, los caficultores, los productores de leche, los niños y niñas de preescolar, por ejemplo) o, en caso de que el proyecto sea ambiental, pueden ser poblaciones ecológicas, es decir, individuos de una misma especie que habitan en un mismo espacio (por ejemplo, las poblaciones de mariposas, cangrejos o abejas, que habitan en la comunidad).

Realicen una descripción de las características de la población a la que beneficia la investigación. Para el caso de los grupos humanos tengan en cuenta las condiciones socioeconómicas, culturales y de vida de los

habitantes de la región. En caso de grupos poblacionales específicos, contemplen la edad, el sexo u otras características que consideren importantes. Las características que deben seleccionar para la descripción son aquellas que están relacionadas de manera directa con su investigación. Cuando se trabaja con poblaciones ecológicas, los ecólogos toman en cuenta el tamaño (número de individuos), la estructura (sexo y edad) y la dinámica (variación en el tiempo), pero si no es posible, pueden tomar en cuenta la relación de los grupos humanos con ellas y cómo se interrelacionan o afectan.

En algunos casos, el desarrollo de la investigación puede generar algún riesgo para las poblaciones humanas o ecológicas. Analicen si puede pasar esto y en caso de que así sea, plantéense cuáles son las precauciones que requieren para minimizar los riesgos. Una clara afectación implica considerar el cambio de su pregunta de investigación.

### **Delimitación del problema de investigación**

En este momento ya han definido el problema de investigación, cómo se manifiesta en la comunidad, la importancia que tiene investigar sobre el tema y también a quién beneficiarían los resultados de la investigación. Ahora, se trata de acordar cuál será el alcance de la investigación que realicen durante el tiempo previsto para el proyecto.

Es probable que, al adentrarse en el problema, hayan surgido algunas preguntas que requieren respuestas y otras que, quizás, excedan la capacidad del equipo o el tiempo con el que cuentan. Definan en grupo cuáles aspectos del problema planteado pueden profundizar durante el tiempo previsto para la investigación, tomen en cuenta aspectos como el tiempo que van a dedicar a la investigación, los recursos humanos y económicos de los que disponen y la experiencia en investigación de los miembros del grupo.

Establezcan, del mismo modo, cuáles son los resultados que quieren obtener al final del proceso y cuáles son las metas que se proponen y que

definirían el éxito de su proyecto. Formulen también un objetivo general de la investigación, para ello, tengan en cuenta el tiempo, los recursos disponibles y su experiencia investigativa, ya que deben poder alcanzarlo en un tiempo determinado. Además, definan los objetivos específicos con los alcances parciales que esperan alcanzar a medida que avanzan en su investigación.



#### **PARA LA BITÁCORA DEL PROYECTO**

**¿Cuál es el problema y pregunta de investigación?, ¿cuáles son las preguntas que lo delimitan?, ¿cuál es la población que se beneficia?, ¿cuáles son los objetivos general y específicos que quieren alcanzar?**

## Etapa 3. Establecer el camino

Imaginemos que un grupo de investigación inició preguntándose por qué hay tantos perros en la calle del barrio. Esta pregunta indica que se ocuparán de un problema que tiene que ver con la relación entablada entre las personas y los animales. Problema que, además, guarda relación con la salud y la conducta de los perros callejeros. Un fenómeno en apariencia simple puede llegar a ser muy complejo, por eso es importante precisar qué intención tienen con su proyecto y, para eso, es necesario revisar la formulación de sus objetivos de investigación.

Digamos, que en el mismo lugar existen cuatro grupos que se plantearon la misma pregunta, pero con intenciones diferentes: para el grupo uno el objetivo es averiguar cuántos perros hay, cuántos son callejeros, cuantos tienen dueño y si siempre han vivido en la calle; el objetivo del grupo dos es averiguar si los perros callejeros tienen alguna influencia sobre la salud o si son peligrosos; el grupo tres se ha propuesto como objetivo observar si el comportamiento de los perros callejeros es igual al de los perros que viven en las casas o si desarrollan otros comportamientos al vivir en manada; por último, el grupo cuatro se ha propuesto averiguar las razones por las cuales los perros viven en la calle, con el objetivo de brindar soluciones o conseguir que la comunidad se ocupe de cuidarlos, para que deje de considerarse como un problema.

El problema y los objetivos irán marcando el camino que debe seguirse para realizar la investigación: qué información se debe recoger, de qué forma se pueden recolectar los datos que se necesitan, cómo se van a guardar y a ordenar. Se analizará si es necesario hacer conteos, si se hacen fotografías, si se recogen algunos animales para examinar su estado de nutrición y salud, si es importante realizar entrevistas, etc.

Organizar el plan de trabajo implica prever todas las actividades necesarias para el proyecto, no solo las que están directamente relacionadas con la investigación, sino también aquellas necesarias para difundir los avances y resultados. Además, es necesario establecer el tiempo que dedicarán a realizar el seguimiento y evaluación a las acciones previstas. También se requiere designar responsables para cumplir con las tareas planteadas y los tiempos y velar por los recursos necesarios.



## Cómo organizar el plan de trabajo

Una vez definido el problema es necesario empezar a organizar el plan de trabajo para realizar la investigación. En esta etapa contestarán a la pregunta: ¿Cómo lo haremos? Lo cual se hará con la preparación del cronograma para el desarrollo de las actividades propias del proceso investigativo, incluidas las de presentación y difusión de los resultados del proyecto. De igual forma, se preverán los recursos necesarios para su ejecución —humanos y materiales—, el presupuesto y las posibles fuentes de financiación.

### La definición de la metodología de investigación

Para el logro de los objetivos que se han propuesto para el desarrollo del proyecto es necesario definir una metodología que les permita alcanzar los resultados previstos. La metodología que desarrolla cada proyecto depende de la pregunta de investigación, de las necesidades específicas de información y de sus propias ideas y concepciones acerca de lo que debe ser la investigación.

Con la orientación del asesor del proyecto y de su maestro coinvestigador reúnanse para revisar los objetivos de su investigación y ajustarlos de ser necesario. A partir de esto definan cuáles son las actividades que se deben realizar para alcanzarlos, lo cual corresponde a la metodología de su proyecto. Como parte de este proceso es importante identificar:

- ◆ Cuál es el enfoque más adecuado para su proyecto:  
¿cuantitativo, cualitativo o mixto?
- ◆ Qué tipo de técnicas requieren para recoger la información: ¿deben hacer entrevistas?, ¿necesitan hacer una visita a un sitio especial?, ¿necesitan realizar experimentos en laboratorios?, ¿requieren elaborar una encuesta? En la siguiente etapa (diseño de los instrumentos) se

describirá en detalle la selección de técnicas y la elaboración de los instrumentos. Aquí se trata de identificar, a nivel general, cuáles son las técnicas que van a utilizar, dependiendo de los objetivos definidos.

- ◆ De qué manera se organizará y analizará la información.
- ◆ Cuáles son las actividades previstas para lograr que los resultados de la investigación se entreguen a la comunidad en la cual se origina y se compartan con otros grupos interesados.

## Organización del cronograma

Una vez hayan definido qué actividades se requieren para el desarrollo del proyecto, elaboren un cronograma que les permita organizarlas en función del tiempo del que disponen para su ejecución.

Su cronograma debe contemplar la realización de las distintas actividades que han definido para cumplir con la investigación, teniendo en cuenta cada una de las etapas de la ruta metodológica propuestas por el Programa Ondas. Es recomendable que en el cronograma incluyan los nombres de los responsables de cada una de las actividades que deben realizar. Algunos ejemplos de actividades son:

- ◆ El diseño de los instrumentos para la recolección de la información.
- ◆ La recolección de la información.
- ◆ La organización de la información recogida.
- ◆ El análisis y la interpretación de los resultados.
- ◆ La preparación del informe final.
- ◆ La entrega de los resultados a la comunidad que se beneficia con el proyecto.
- ◆ La difusión de los procesos y resultados.

## Definición de los recursos humanos y materiales

Dependiendo del tipo de actividades que requiera su proyecto, necesitan definir los recursos para su ejecución. Así, si requieren realizar análisis de laboratorio, encuestas o entrevistas, deben tener en cuenta los recursos materiales que necesitan para su desarrollo, también deben incluir los recursos previstos para su plan de comunicaciones. De igual manera, deben definir si requieren de una asesoría específica por parte de un experto u otra persona que pertenezca a la comunidad, para el desarrollo de su trabajo, estos son los recursos humanos.

## Realización del presupuesto

El Programa Ondas prevé un apoyo económico para que puedan ejecutar cada una de las actividades de su investigación. Las tareas en las cuales se pueden invertir los recursos son:

- ◆ Insumos para la investigación: son los materiales necesarios para resolver el problema, como las pruebas de laboratorio, libros de consulta, materias primas para experimentos, formularios y otros que exijan las herramientas seleccionadas para el desarrollo de las actividades.
- ◆ Papelería: fotocopias, impresiones, lápices, lapiceros, libretas de apuntes u otros similares.
- ◆ Transporte municipal e intermunicipal.
- ◆ Correo aéreo e Internet.
- ◆ Refrigerios para el grupo de investigación.

## Plan de comunicaciones

La elaboración del plan de comunicaciones implica definir las actividades que realizarán para compartir los avances y resultados de su investigación, no

solo para que otros conozcan qué están haciendo, sino también para aportar a la construcción de comunidades de aprendizaje en torno a su proyecto.

## Organización del plan de comunicaciones

Tener un plan de comunicaciones les brinda la posibilidad de organizar una serie de acciones para alcanzar los siguientes objetivos:

- ◆ Difundir los avances y resultados de su proyecto.
- ◆ Identificar posibles aliados que aporten conocimientos o recursos en las distintas etapas de su trabajo.
- ◆ Permitir la apropiación de su investigación por parte de usuarios directos y potenciales.

## ¿En qué momento se deben realizar las actividades del plan de comunicaciones?

Desde el Programa Ondas les proponemos desarrollar actividades permanentes a través de la comunidad virtual Héroes Ondas, la página web de su proyecto o la cartelera escolar. Sin embargo, hay tres momentos importantes que requieren ser difundidos y compartidos:

- ◆ Al inicio del proyecto: durante la difusión de la convocatoria, cuando se publiquen los resultados de esta y al momento de organizar el grupo.
- ◆ Durante el proceso de recolección, sistematización y análisis de la información.
- ◆ Al finalizar el proyecto de investigación.

*Tomando en cuenta los objetivos propuestos con relación al plan de comunicaciones, enunciados en el punto anterior, definan qué quieren lograr en cada uno de los tres momentos con la estrategia de comunicaciones de su proyecto.*

## Definición de los espacios y públicos para la comunicación

Se trata de responder a las preguntas: ¿dónde? y ¿a quién?

Tanto los espacios como los públicos pueden ser variados:

*Espacios definidos para presentar proyectos de investigación:* están creados de manera específica para que los grupos y personas que desarrollan proyectos de ciencia y tecnología, innovación y robótica se encuentren con otros equipos y con sus públicos. Por ejemplo, las ferias de ciencia, tecnología e innovación, las ferias de robótica, los congresos y seminarios. Además de los organizados por el Programa Ondas existen otros eventos escolares, municipales, departamentales, nacionales e internacionales. Investiguen sobre ellos y cuáles son los requisitos para participar.

*Espacios de la comunidad:* son espacios que existen en la comunidad y que pueden utilizarse para la comunicación de los avances y resultados de sus proyectos; por ejemplo, las reuniones de padres de familia de la institución educativa, los eventos académicos y culturales, las reuniones de las juntas de acción comunal. Indaguen en cuáles de los espacios que están en su comunidad sería importante difundir su proyecto.

*Espacios de las comunidades de interés:* hacen referencia a los espacios que posee la comunidad o comunidades que pueden beneficiarse con el proyecto. Por ejemplo, si estamos haciendo un proyecto que sea de especial interés para los productores de café, esta es una comunidad hacia la cual debería dirigirse parte de su estrategia de comunicaciones. En grupo, definan cuál es su comunidad de interés y cuáles son los posibles espacios que existen para la difusión del proyecto.

*Espacios virtuales:* Internet es el espacio por excelencia para la difusión de proyectos. Utilicen la plataforma de la comunidad virtual Héroes Ondas. También pueden hacer su propio blog y utilizar estrategias, como vincularse a grupos y redes sociales, para conocer sobre proyectos similares que puedan enriquecer su trabajo.

En cada caso, los públicos son distintos y plantean retos de comunicación diferentes.

*Reflexionen en grupo sobre cuáles son las características específicas de cada uno de los públicos, ¿cuál sería su posible interés en el proyecto?, ¿qué esperarían de los procesos de comunicación en cada espacio?*

### Selección de los medios a utilizar

Ahora es momento de identificar los medios a través de los cuales se va a difundir el proyecto. Los medios de comunicación son los instrumentos que empleamos para difundir la información, ya sea en versión sonora, textual, visual o audiovisual. Gracias a Internet es posible utilizar varios medios al mismo tiempo (espacios multimedia), así, en el blog de su proyecto, a la vez que están difundiendo información escrita, pueden subir grabaciones de audio, videos y fotografías.

Algunos medios a los cuales pueden recurrir son: los carteles, el perifoneo, el periódico escolar, la emisora de radio comunitaria, videos compartidos en YouTube, volantes o la organización de eventos, como charlas, demostraciones o conferencias.

Qué medios utilizar depende del espacio que hayan definido, la audiencia y los recursos con los que cuenten.

*Definan en su grupo cuáles medios van a utilizar y en qué momento. Tengan en cuenta que en un mismo momento pueden recurrir al uso de distintos instrumentos para comunicar. Identifiquen también cuáles son los recursos necesarios para cada actividad y cómo conseguirlos. Asignen responsables para cada una de las tareas.*

### Listo, ¡ya tienen su plan de comunicaciones!

En su plan ya han definido qué van a hacer y para qué, cuándo, a quién va dirigido, los medios que van a utilizar, los recursos necesarios y los responsables de cada tarea. Organicen la información en una tabla,

como la que se propone para la bitácora e integren estas tareas al plan general de su proyecto de investigación.



### **PARA LA BITÁCORA DEL PROYECTO**

**En la bitácora deben incluir tanto el cronograma como el plan de comunicaciones y el presupuesto de su proyecto. El cronograma debe estar en un lugar visible del sitio de reuniones, de manera que se puedan dar cuenta de los avances en su cumplimiento y de cómo los responsables de cada una de las actividades desarrollan sus tareas.**

# Segunda fase: desarrollo del proyecto



## Etapa 4. Diseño de los instrumentos

Para este momento ya han organizado su equipo de investigación, han definido el problema y los objetivos y, además, ya han establecido el camino que seguirán para realizar su investigación. Ahora será necesario diseñar los instrumentos que se utilizarán en la recolección de los datos que son necesarios para dar respuesta a la pregunta o las preguntas del grupo.

Por ejemplo, si quieren saber qué tan efectiva es determinada planta como repelente de insectos en comparación con productos comerciales y han definido que para hacerlo van a realizar un experimento de laboratorio, en esta etapa tendrán que realizar el diseño de su experimento. Para esto, pueden requerir: identificar cuáles serán los repelentes que usarán para hacer las comparaciones, la manera como prepararán la planta, los pasos que seguirán para revisar la eficacia de los repelentes y la forma como se asegurarán de controlar los distintos factores que podrían alterar los resultados. Además, deberán diseñar los registros que usarán para anotar sus observaciones y cómo se harán los registros durante el proceso, por ejemplo, las convenciones que usarán y el uso de recursos, como una cámara fotográfica.

En este caso específico, la técnica seleccionada es el experimento y los instrumentos son aquellas herramientas que se utilizan para recoger la información: el protocolo definido para realizar el experimento, los registros para la observación y la recolección de los datos, la cámara fotográfica y la bitácora.

Si un grupo de niños y niñas, por ejemplo, desea estudiar la variabilidad de mariposas que existe en su región, necesitará, además de los registros para sus observaciones, de instrumentos sencillos, como una red para atraparlas. Si un grupo desea saber qué piensa la gente sobre un

determinado tema, necesitará diseñar encuestas donde pueda consignar las respuestas.

En fin, el desarrollo de cada investigación requiere ciertos instrumentos. Pero el instrumento más poderoso es la capacidad del propio investigador, quien deberá agudizar sus sentidos para observar, afinar sus intuiciones, renovar sus preguntas y organizar sus pensamientos para elaborar hipótesis básicas.

Este es un momento que requiere mucha creatividad por parte de todos los miembros del grupo que empiezan su carrera como investigadores. Recuerden que en este proceso contarán con el apoyo del maestro coinvestigador y el asesor del proyecto.



# Cómo diseñar los instrumentos de recolección de la información

Si bien existen algunas técnicas que se utilizan de manera frecuente, cada investigador o grupo de investigación debe adecuar los instrumentos para su propio trabajo. Al diseñar su plan de trabajo definieron el tipo de técnicas que debían desarrollar para conseguir la información y el tipo de instrumentos necesarios para ese propósito, con base en eso podrán desarrollar los instrumentos específicos que requieren, para lo cual a continuación les presentamos algunas de las técnicas más usuales y les brindamos algunas recomendaciones para que tengan en cuenta durante el proceso de desarrollo.

TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Observación	Guion de la observación, ficha de observación, registro de observación, cuaderno de notas, diario de campo, mapas, cámara fotográfica, grabadora, filmadora.
Entrevista	Guion de la entrevista o lista de cotejo.
Encuesta	Formulario con el cuestionario.
Experimento	Protocolo para la realización del experimento, registro de observación y colecta de datos, instrumentos para la observación (por ejemplo, microscopio, telescopio, cámara, filmadora).

## La observación

Esta es una de las técnicas más utilizadas en investigación. Observar, en este contexto, consiste en examinar de manera atenta a las personas, situaciones, hechos, fenómenos, etc., y recoger información acerca de estos de una manera sistemática y organizada, para su posterior análisis.

Para la construcción de los instrumentos de observación es importante responder a las siguientes preguntas:

- ◆ ¿Cuál es el objeto (fenómeno, situación, caso) a observar?  
(Qué se va a observar).

- ◆ ¿Cuáles son los objetivos que se pretenden alcanzar con la observación? (Para qué se observa).
- ◆ ¿Cómo se van a registrar los datos?

Al construir su protocolo de observación deben tener claras las respuestas a estas preguntas.

## La entrevista

Esta técnica es muy útil cuando se requiere conseguir información detallada acerca de una situación o temática que afecta a algunas personas o a una comunidad. Para construir este instrumento deben tener claro:

- ◆ ¿Qué tipo de información requieren?
- ◆ ¿A quién deben entrevistar?
- ◆ ¿Cuáles son las herramientas adecuadas para recoger la información que les brindarán las personas?

Realizar un guion para la conducción de la entrevista permite recoger toda la información que se requiere.

## La encuesta

Es una técnica de investigación que utiliza un cuestionario como instrumento para la recolección de la información. Tiene la ventaja de que puede ser aplicada a muchas personas a la vez, aunque la profundidad de la información es menor que la que se obtiene con la entrevista.

Para el diseño de su cuestionario es clave que respondan a las siguientes preguntas:

- ◆ ¿Qué tipo de información requieren?
- ◆ ¿A quiénes van a encuestar?

- ◆ ¿Cómo van a aplicar la encuesta?

Las encuestas se pueden aplicar personalmente —el investigador hace las preguntas y diligencia el instrumento—, en grupo, por vía telefónica, correo o usando plataformas virtuales.

## El experimento

Algunas investigaciones requerirán el desarrollo de experimentos, es decir, la construcción de situaciones controladas en las cuales se ponga a prueba una hipótesis, manipulando determinadas variables.

Para el diseño del experimento deben definir:

- ◆ ¿Cuál es la hipótesis que quieren poner a prueba?
- ◆ ¿Cuáles son las variables que van a modificar?
- ◆ ¿Qué instrumentos requieren para su experimento?  
(Microscopios, reactivos, etc.).
- ◆ ¿Cómo van a registrar los datos observados?

Finalmente, tengan en cuenta que, en una investigación, por lo general, se utilizan varias técnicas y, por ende, pueden tener no solo uno sino varios instrumentos para recoger la información.



### PARA LA BITÁCORA DEL PROYECTO

Diseñen los instrumentos para recoger la información de su investigación y revisen que estos respondan a los objetivos propuestos. Incluyan una descripción de los instrumentos en su bitácora, adjúntenlos y no olviden narrar el proceso seguido para la toma de decisiones.

## Etapa 5. Recolección de la información

Esta es una etapa muy interesante, es cuando los investigadores salen a la cacería de la realidad y tratan de apresarla con sus instrumentos. Independientemente de las técnicas e instrumentos que hayan decidido utilizar, es muy importante que antes de iniciar el proceso de recolección de la información se aseguren de que todos los miembros del grupo sepan qué deben hacer: qué información recogerán, cuándo, con quién, cuáles serán los instrumentos que emplearán para ello. También es importante que acuerden entre todos, el procedimiento que seguirán cuando recojan la información y, además, deben asegurarse de que todos los miembros del grupo lo conozcan muy bien.

Al iniciar la recolección de información es posible que aparezcan situaciones imprevistas, datos que no sabemos cómo anotar, detalles que no encajan en lo que estábamos pensando. Y muchas preguntas nuevas y diversas: ¿por qué ocurre esto?, ¿qué pasaría si hicieramos esto o lo otro?, descubrimos algo muy interesante, pero no parece que tenga que ver con lo que estamos buscando... La realidad comienza a mostrarse, tal vez, muy resbalosa, y pareciera que no va a dejarse atrapar. Ahí está el verdadero reto.

Los investigadores deben, en ese preciso momento, conversar mucho para tratar de responder en grupo a todos los interrogantes que se presenten. Para esto contarán con la ayuda de maestros y asesores, quienes los apoyarán en la búsqueda de sentido a todo lo que está sucediendo. En esta etapa del proceso es clave conversar sobre lo que han descubierto y, si es conveniente, se pueden afinar o mejorar las hipótesis, es decir, los intentos de explicación que se intuyeron al inicio y durante el desarrollo de la recolección de la información.



## Cómo realizar la recolección de la información

En esta etapa deben ser muy exhaustivos y realizar la recolección de la información asegurándose de que sea completa, de que los registros sean los adecuados y, además, cumplir con los protocolos definidos por el grupo para este proceso.

En general, se emplea el concepto de *protocolo de investigación* para describir los objetivos, la metodología de la investigación y los demás procedimientos que se siguen para la obtención de la información y su posterior tratamiento: organización, sistematización y análisis. En esta etapa, haremos referencia al *protocolo para la recolección de la información* a través de las técnicas seleccionadas y los instrumentos diseñados.

Es muy importante que entre todos los miembros del grupo definan los protocolos a seguir para la aplicación de cada instrumento, ya sea de observación, entrevista, encuesta o experimento. Al diseñar los instrumentos y responder a la pregunta sobre cómo se van a aplicar avanzaron en este proceso. Aquí, se trata ya de definir la secuencia detallada que le permita a cualquier miembro del equipo seguir los mismos pasos al momento de aplicarlo.

A continuación les daremos algunas recomendaciones a tener en cuenta en el diseño del protocolo para la recolección de la información.

### Participación

Asegúrense de que todos participen en la elaboración del protocolo que usarán para aplicar cada instrumento. Esto les permitirá familiarizarse con el protocolo y asegurarán una adecuada aplicación de los instrumentos.

## Escriban de manera detallada los pasos

¿Qué se hace al inicio?, ¿qué se hace durante la aplicación?, ¿qué se hace al final? No solo se trata de los aspectos más técnicos —como el modo de registrar los datos, el tipo de herramientas que deben llevar, las condiciones para usar los instrumentos o la información sobre la investigación que deben brindarles a las personas en caso de que se trate de una entrevista, encuesta u observación—, sino también de otros elementos que tienen relación con su aplicación, por ejemplo, los saludos y las despedidas forman parte del protocolo. Por ello se recomienda incluir en el protocolo las intervenciones que deben realizarse en cada uno de los momentos de la aplicación del instrumento. Por citar un caso, en el caso de una entrevista, las intervenciones podrían ser así:

**INICIO:** Hola, somos \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ y pertenecemos al grupo de investigación \_\_\_\_\_ de la institución educativa \_\_\_\_\_. Estamos haciendo una investigación sobre \_\_\_\_\_ y nos gustaría hacerle una entrevista acerca de \_\_\_\_\_. Puede tomarnos entre \_\_ y \_\_ minutos. La información que nos brinde será empleada solo para la investigación.(Si la persona acepta): Gracias, ¿podemos grabar sus respuestas?  
(Si la persona autoriza, poner la grabadora. Si no, tomar las notas con lápiz y papel).

**DURANTE:** (Se presentan las preguntas contenidas en el instrumento).  
**FINAL:** Muchas gracias por su tiempo. Hasta luego.

También es clave definir en el protocolo las herramientas que van a usar para recoger la información (grabadora, cámara fotográfica o de video, cuaderno) y acuerden el modo de empleo. La idea es que, independientemente de quién use el instrumento, la información que se recoja sea confiable.

## ¡Ensayen!

Esta es una cuestión muy importante en el proceso. Realicen ensayos en donde todos los miembros del grupo puedan participar, ya sea aplicando u observando el ejercicio de aplicación de los protocolos y de los instrumentos. Analicen su funcionamiento y, de ser el caso, realicen los ajustes necesarios. Una vez todos tengan claridad acerca de la manera como aplicarán los instrumentos, empiecen el proceso de recoger la información, ajustándose al tiempo previsto en su cronograma para esta tarea. Distribuyan funciones entre todos los miembros del grupo y hagan reuniones periódicas para hacerle seguimiento al proceso.

## Durante el proceso de recolección de la información

- ◆ Al terminar de aplicar alguno de los instrumentos, reúnanse en grupo y conversen acerca de qué fue lo que más les llamó la atención de lo que encontraron.
- ◆ Hagan reuniones periódicas para revisar los registros, descubrir dificultades y compartir sus impresiones. Junto con su maestro coinvestigador y asesor tomen decisiones en caso de que sea necesario repetir alguno de los instrumentos.

Asegúrense de que los registros de las intervenciones (diarios, grabaciones, notas, instrumentos diligenciados) estén bien organizados y guardados.

### El consentimiento informado

En el caso de las investigaciones que implican la recolección de información a personas es muy importante construir una relación de confianza con ellas, de manera que puedan compartir la información que ustedes les solicitan con la confianza de que esta se usará para la investigación y no tendrá otros usos, pero que, además, en el caso de tratarse de temas sensibles, cuentan con la discreción de los investigadores.

**Las personas dan, en estos casos, un consentimiento informado a los investigadores, que consiste en un documento en el que la persona expresa que conoce la información y que autoriza su uso para los aspectos relacionados con su difusión, por ejemplo, en el sitio web del proyecto. De igual forma, si el diseño de los instrumentos de investigación lo requiere, por medio del consentimiento autorizan ser grabados y fotografiados.**

Lograr el consentimiento informado requiere que ustedes les cuenten a las personas en qué consiste la investigación, qué esperan lograr con los resultados y cuál es el uso que van a darle a la información que recojan. En algunos casos, es importante que les garanticen, de ser necesario, la confidencialidad, el anonimato y la seguridad de la información.

Analicen con el asesor del proyecto si para su investigación requieren tener un documento de consentimiento informado.



### **PARA LA BITÁCORA DEL PROYECTO**

Describan los protocolos de aplicación de cada instrumento.  
Hagan los registros de aplicación de cada instrumento utilizando las distintas herramientas.

## Etapa 6. Organización de la investigación

En esta etapa la investigación ya va muy adelantada: se diseñaron los instrumentos y con ellos el grupo pudo recoger mucha información. En el proceso, puede que se hayan planteado hipótesis, preguntas adicionales y formas aproximadas de comprensión en torno a lo aprendido. Pero aún quedan muchos cabos sueltos que es necesario unir de forma coherente. También será necesario descartar parte de la información que, aunque valiosa por sí misma, tal vez no resulte importante en el contexto de la investigación.

Para tener una visión de conjunto de todo el material es indispensable ordenarlo de acuerdo con algunos criterios que nos ayuden a organizar la inmensa cantidad de información en ciertas categorías, con las cuales podamos trabajar.

El proceso para ordenar la información nos obliga a ser sistemáticos, a elaborar conceptos que ayuden a agrupar información de manera comprensiva y a buscar formas de expresar con precisión los hallazgos. Esto significa que, en esta etapa, se usa con mucho rigor el lenguaje adecuado para cada tipo de información encontrada: gráficos, fórmulas matemáticas, vocabulario técnico, historias, operaciones estadísticas, matrices, etc.

Cada ciencia tiene formas de expresión que se han desarrollado a lo largo del tiempo, y, a veces, una nueva investigación obliga a generar nuevas palabras y términos. Podemos tomar como ejemplo el gran número de vocablos nuevos que fue necesario crear para dar nombre a inventos como la computadora y la web, tales como chips, memoria RAM, disco duro, módem, dirección electrónica, realidad virtual, chat, entre otros. De igual

manera, se han inventado formas de dibujar circuitos electrónicos, modelos de programación y diseño de redes, por nombrar otras áreas.

Lo mismo ocurre con los deportes. Para entender una transmisión radial de fútbol es necesario conocer muy bien las reglas del juego y el lenguaje que se usa para describir los diferentes tipos de jugadas, los movimientos de los futbolistas, las actuaciones del árbitro, y demás términos relacionados con el deporte.

Por esto, el lenguaje es la clave en el desarrollo del conocimiento. En el caso de su proyecto, a lo largo de todo el proceso han ido acercándose a ese lenguaje. En este momento, se trata de ir descubriendo nuevos términos y significados. Esta es una tarea en la que, de nuevo, contarán con la ayuda de su maestro coinvestigador y de su asesor.



## Cómo organizar y sistematizar la información

La información recolectada debe ser organizada, clasificada y sistematizada de manera que adquiera sentido y les ayude a resolver su pregunta (o preguntas) de investigación. Lo más recomendable es iniciar este proceso tan pronto empiezan a recoger la información, esto les ahorrará tiempo y más de un dolor de cabeza.

### Organizar la casa

Esta etapa nos plantea la necesidad de ponerle «orden al caos». Ya hemos recogido, gracias a nuestros instrumentos, información que ahora debe analizarse e interpretarse para que ayude en la solución del problema de investigación. El primer paso que enfrentamos es organizar y sistematizar la información.

En muchos casos, recogemos la información con criterios que nos permiten ir organizándola desde el inicio, por ejemplo, un experimento en el que pusimos a prueba una hipótesis y definimos las variables a evaluar, en este caso hemos registrado qué sucede en nuestro experimento cuando modificamos la variable X y qué sucede cuando modificamos la variable Y. Entonces el trabajo en esta etapa se centraría en verificar y afinar esa organización inicial.

Sin embargo, con mucha frecuencia, recogemos información de tipo cualitativo sobre la cual no tenemos necesariamente una hipótesis ni variables para poner a prueba. En este caso tenemos que construir categorías para agrupar la información luego de recogerla y, posteriormente, comparar, establecer relaciones y proponer interpretaciones. Cómo hacerlo, depende de su proyecto, de la pregunta que hayan escogido y del tipo de metodología que definieron. Recuerden que para este proceso contarán con

el apoyo de su asesor, quien los ayudará a hallar la mejor forma de hacerlo, de manera que responda a las propias condiciones de su trabajo.

A continuación, encontrarán algunas ideas para realizar el proceso de organización y sistematización de los registros de información.

## Realicen una primera organización de la información

Lean y ordenen la información del mismo tipo y revisen que esté completa. En caso de las grabaciones de audio es necesario transcribirlas. Recojan y organicen el material gráfico y de video. Verifiquen que el material esté catalogado: es decir, a qué tipo de instrumento corresponde, quién lo recogió, el lugar y la fecha.

El tipo de instrumento y la clase de información recolectada ya implica una forma de categorizarla y organizarla.

## Definan categorías

Las categorías nos permiten agrupar y organizar la información obtenida en ideas, conceptos o temas que son similares. En una investigación de tipo cualitativo se cuenta con dos tipos de categorías, las que se han definido desde el inicio, por ejemplo, aquellas que se relacionan directamente con los objetivos específicos del proyecto, y las categorías emergentes, que surgen cuando se está leyendo la información recolectada y «emergen» o aparecen a partir del proceso de lectura.

Revisen la información e identifiquen cuáles son las categorías —y subcategorías, en caso de ser necesarias— más importantes. Recuerden que estas dependen de su pregunta de investigación. Las categorías pueden variar dependiendo del tipo de registro —para encuesta, entrevista o fotografía, por ejemplo—.

Es importante definir con claridad qué se entiende por cada una de las categorías. Esto será muy útil posteriormente cuando tengan que clasificar la información. En el ejemplo que expusimos antes sobre los perros en el barrio, el grupo uno puede haber definido como categorías «perros callejeros», «perros con dueño», «perros abandonados», «perros que nacieron en la calle». Otro ejemplo, puede ser una investigación que esté revisando la actitud de los estudiantes hacia las tareas, en la cual se consideren como categorías: «altamente favorable», «favorable», «ni favorable ni desfavorable», «desfavorable» y «totalmente desfavorable».

### **Acuerden cómo van a identificar las categorías**

Pacten entre todos los miembros del equipo la manera como van a identificar las distintas categorías elegidas. Pueden recurrir a escribir en los costados de los documentos y señalar los apartes, usar marcas de colores o poner notas adhesivas. En otros casos, la información puede organizarse en una hoja de cálculo de Excel para facilitar su comparación. Definan el protocolo a seguir para este proceso, dependiendo del tipo de información que hayan recogido.

### **Hagan una prueba**

Ensayan en grupo el proceso de categorizar la información de un mismo tipo. Resuelvan inquietudes, tomen decisiones y asegúrense de que todos entienden las categorías de la misma manera. Acuerden qué hacer en caso de tener dudas al momento de categorizar la información.

### **Organicen la información de acuerdo con las categorías**

Usando el protocolo definido, inicien el proceso de categorizar la información. Es común que, durante la realización de este proceso, se nos ocurran ideas acerca de posibles significados de la información, veamos

relaciones que se pueden establecer entre los datos encontrados o que ciertos datos nos llamen la atención porque son excepcionales o, por el contrario, parecen repetirse. Apúntenlos en su bitácora de investigación. Estas ideas serán muy útiles en la siguiente etapa.



### **PARA LA BITÁCORA DEL PROYECTO**

**Describan el proceso de organizar la información y crear las categorías. Escriban las categorías y subcategorías definidas y su significado. Narren cuáles fueron las principales dificultades que encontraron en el proceso de organizar y sistematizar la información y cómo las solucionaron.**

## Etapa 7. Interpretación de datos y registro de resultados

Con la información ordenada o sistematizada, y ya tomadas las decisiones pertinentes en cuanto a temas o datos que deben quedar fuera del proceso, el grupo de investigación se enfrenta a su mayor reto: ¿qué significa todo esto?, ¿cuáles han sido los principales descubrimientos realizados?, ¿qué podemos decir sobre el tema que no se supiera antes?

Recordemos que en el proceso se ha comenzado a descomponer, en pequeños trozos o fragmentos, la complejidad de esta realidad. Fragmentos que empiezan a ser comprendidos uno a uno, al ser ubicados en colecciones de datos, números, anécdotas, dibujos o relatos escritos y luego de haber sido ordenados acorde a su naturaleza y a criterios adecuados, que los aproximen a responder las preguntas iniciales. Los investigadores reconocerán, con la experiencia, que estos mismos datos podrían haberse ordenado de maneras muy diversas y que su especificidad depende de la finalidad y la intención determinadas por las preguntas de base.

A medida que se retoma la información recolectada, y es leída, recordada, mirada o escucha de nuevo, y gracias al esfuerzo de agrupar los datos, los investigadores van teniendo ideas muy interesantes. Ahora, corresponde volver a unir las partes para hallar relaciones y las variables que incidan y hagan posible un fenómeno físico, social o psicológico. Estas relaciones se podrán contrastar con las ideas previas que se tenían en torno al tema y, a su vez, con los conocimientos desarrollados por otros investigadores en diferentes lugares del mundo y en épocas distintas. Todo esto hace parte de la interpretación de los datos en el proceso de investigación.

En muchos casos solo se llegará a comprender un poco mejor algo ya estudiado por otros, pero gracias al proceso investigativo es posible

comprobar cómo determinado fenómeno se presenta en circunstancias específicas. En otras ocasiones, el proceso permitirá descubrir, de manera directa, ciertos fenómenos que de otro modo serían imposibles de hallar, sin el esfuerzo de observarlos cuidadosamente.

Una vez realizada la interpretación de la información, deben realizar la escritura del informe final. No se trata de un documento grandilocuente, como muchos piensan. El informe final de una investigación debe ser escrito de tal modo que la mayor cantidad de gente posible pueda acceder al conocimiento construido por los investigadores.

Un buen informe de investigación debe tener tres características:

- ◆ Debe presentar los resultados que obtuvieron, pues a través de él mostrarán lo que hicieron, las dificultades encontradas, las preguntas que inquietaron su mente durante el tiempo transcurrido y los resultados concluyentes, para que toda la sociedad pueda beneficiarse con libertad del producto de su inteligencia y trabajo.
- ◆ También tiene que ser un informe honesto, en el cual se pueda apreciar que las afirmaciones allí contenidas son un nuevo aporte, mas no la última palabra sobre el tema. Por otra parte, cada afirmación debe estar suficientemente explicada y sustentada por los datos encontrados, de manera tal que refleje el esfuerzo por acercarse a la verdad, sin querer manipular la información para beneficio propio o quizás con el deseo de sustentar prejuicios o posiciones ideológicas determinadas.
- ◆ Debe ser un gran esfuerzo de comunicación, lo cual implica que los investigadores deben escribir en un lenguaje que pueda ser comprendido por todos aquellos a quienes pueda beneficiar la

investigación. Esto implica buscar palabras y estilos apropiados, una manera de exponer las ideas y los datos que resulte accesible y una forma de presentación que contribuya a generar el interés por los temas explorados.

Es difícil decir en detalle cómo escribir el informe, porque depende mucho del tema, del lenguaje que sea más apropiado para expresar las ideas y del público al cual se desee llegar. Así como cada objeto de investigación exige un método adecuado para aproximarse a él, cada investigación requiere su propia forma de expresión de acuerdo con lo que se quiera comunicar. Hay conclusiones que se expresan en fórmulas matemáticas o en cuadros estadísticos que se complementan con textos explicativos. En ciertas investigaciones cualitativas suelen incorporarse textos de entrevistas, relatos y descripciones de situaciones basadas en la observación.

En todo caso, es fundamental, en la elaboración del informe final, la toma de conciencia del aprendizaje: qué aprendieron, cuáles fueron los momentos claves, cuándo se desanimaron o estuvieron confundidos. Esto es crucial para comprender los procesos de pensamiento y el descubrimiento de cada uno de ustedes. La reflexión final también ayuda a valorar los aportes singulares, realizados por cada miembro del grupo y a precisar las estrategias que usaron para resolver sus dificultades. Por último, es fundamental identificar los errores cometidos durante el proceso investigativo, ya que esto permite aprender de la experiencia.



## Cómo analizar e interpretar la información

Analizar e interpretar la información que tienen organizada y sistematizada convierte el trabajo realizado hasta este momento en conocimiento significativo, que aporta a la solución del problema y a sus preguntas de investigación. A continuación presentamos algunas recomendaciones para que puedan llevar a cabo este proceso.

### Análisis e interpretación de la información cuando se pone a prueba una hipótesis

En el caso de experimentos para poner a prueba una hipótesis, el análisis de la información se centra en identificar qué es típico en el grupo estudiado, si existen características singulares que expliquen las variables que introdujeron, si se puede identificar la relación entre las distintas variables, etc.

Se debe tener mucho cuidado para que la interpretación no se deslique de la información que arrojaron los datos. Por ejemplo, supongamos que un grupo tiene la hipótesis de que el uso de determinado tipo de abono, producido por ellos, puede mejorar la productividad de los cultivos de fríjol de su comunidad, en comparación con el abono usado tradicionalmente. En su experimento usaron dos muestras de frijoles, cada una con uno de los tipos de abono y controlaron algunas variables, como humedad, luz, tipo de tierra, etc. Al finalizar el experimento encontraron que hubo una mayor productividad en la muestra en la cual usaron el abono producido por ellos mismos. Estos resultados positivos solo se refieren entonces al tipo de frijoles usados y a los abonos que se compararon en el experimento. No son extensibles a otro tipo de semillas o a otros tipos de abonos.

En caso de que los resultados obtenidos no confirmen la hipótesis propuesta al inicio del proceso, los resultados se aceptan y se analizan de

igual manera, porque permitirán seguir investigando sobre el tema en el futuro. Comparen los resultados de su investigación con otros experimentos similares, ¿qué cambia?, ¿qué aporta su propio trabajo investigativo al conocimiento precedente?

## Análisis e interpretación de la información en investigaciones de tipo cualitativo

Cuando contamos con información de tipo cualitativo, el proceso a desarrollar implica analizar y relacionar la información que ya está recogida, agrupada y organizada en categorías, para ello es bueno preguntarse: ¿qué cosas aparecen de manera frecuente?, ¿qué otras llaman la atención?, ¿por qué?, ¿qué dicen los otros estudios que se han realizado sobre el tema?

En este proceso de analizar los datos e interpretarlos, puede ser muy útil usar diagramas y esquemas que permitan mostrar las relaciones entre los datos obtenidos. Este es un proceso creativo y es muy importante que se sientan en libertad de tratar de entender los resultados también de una manera creativa, usando los resultados que han obtenido. Será como armar un rompecabezas donde la imagen final —la respuesta al problema— se desconoce, pero que podrán descubrir con los datos que han recogido y analizado.



### PARA LA BITÁCORA DE INVESTIGACIÓN

Describan el proceso que siguieron para analizar e interpretar los datos. ¿Cuáles fueron sus descubrimientos? ¿Qué cosas nuevas aparecieron? ¿Cómo responde su investigación a las preguntas iniciales?

## Preparación del informe final de investigación

Una vez terminada la investigación, deben preparar un informe final que dé cuenta del proceso que siguieron desde que definieron el problema de investigación hasta que obtuvieron los resultados. El informe representa la posibilidad de dar a conocer y de compartir con otros investigadores, el público interesado en el tema y la comunidad el resultado de su trabajo.

### ¿Qué debe contener el informe final de investigación?

La forma de presentar el informe final de la investigación puede variar, dependiendo de los intereses y de la forma como esté organizado el grupo. Sin embargo, existen unos parámetros que se sugieren para todos los grupos Ondas, con el fin de que los resultados de las investigaciones que se hacen en el territorio nacional estén disponibles para los interesados.

A grandes rasgos, el informe de investigación contiene:

- ◆ Presentación del grupo de investigación y sus integrantes, incluido el asesor del proyecto.
- ◆ La identificación de la institución a la cual están vinculados.
- ◆ Agradecimientos. Se acostumbra manifestar gratitud a las personas e instituciones que ayudaron a realizar la investigación.
- ◆ Descripción del problema de investigación que plantearon y su importancia.
- ◆ Lo que encontraron sobre el problema cuando buscaron en libros, revistas, Internet y con los expertos; es decir, los antecedentes.
- ◆ Los objetivos general y específicos de la investigación.
- ◆ La ruta metodológica definida para hacer su investigación.
- ◆ Los resultados encontrados.

- ◆ La interpretación de los resultados y la respuesta a su problema.
- ◆ Las principales conclusiones a las que llegó el grupo y el aporte de su investigación a la solución del problema.
- ◆ Las recomendaciones para futuros trabajos en el tema.
- ◆ La bibliografía.

En el Programa Ondas contamos con un formato para la elaboración del informe final, a partir de los registros que han realizado en la bitácora de investigación para cada una de las etapas del proyecto. Se trata de presentar esta información de forma organizada y de hacerla amable para quienes quieran leerla. Consulten con su maestro coinvestigador y asesor el diligenciamiento de este formato.

Algunas recomendaciones generales para este proceso son:

- ◆ Escribir el informe final de la investigación debe ser una tarea divertida. Pongan fotografías, narren los resultados de manera que alguien que nunca estuvo pueda comprender qué pasó y cuál fue la lógica de sus descubrimientos.
- ◆ Los informes no tienen que ser aburridos o incomprendibles. Cuiden la estética de su trabajo y la redacción, porque su informe lo pueden leer en cualquier parte del país, e incluso por fuera, así que piensen siempre en eso.
- ◆ En ocasiones se deben hacer distintas versiones del informe final, por ejemplo, para participar en ferias internacionales hay formatos específicos en los cuales deben presentarse los proyectos para aplicar a las convocatorias; sin embargo, la información que se solicita es, por lo general, la misma.

# Tercera fase: comunicación de los resultados de la investigación



## Etapa 8. Compartir la solución

Un asunto muy importante del proceso de investigación es que esta adquiere sentido porque es útil para la sociedad en la que estamos: ayuda a generar conocimiento, que nos sirve para comprender nuestro entorno o ayuda a resolver problemas que se viven en la comunidad. Así que una tarea muy importante que hacen los investigadores es esforzarse para que la comunidad o los usuarios a los que se dirigen se apropien de su trabajo.

Este proceso de apropiación de la investigación es una acción que se realiza desde el primer momento en que inician el proyecto: la definición del problema de investigación les ha puesto el reto de mirar su entorno, indagando qué tan importante puede ser su investigación para la comunidad. También, a lo largo del proyecto, han desarrollado estrategias para que la comunidad esté enterada de los avances y resultados.

Es probable que en muchas investigaciones se hayan buscado alternativas de solución, vinculando de forma directa en este proceso a la comunidad que se va a beneficiar con los resultados finales del proyecto. Muchos proyectos habrán desarrollado estrategias para compartir conocimientos y perspectivas distintas sobre el problema, también para conocer las vivencias y los saberes que tiene la comunidad en relación con las preguntas de la investigación, así como para conocer sus ideas acerca de la posible solución.



### Agua para vivir en comunidad

«Los niños que calman la sed de su pueblo» son un grupo de estudiantes que viven en la vereda Leticia, en Cartagena de Indias, a orillas del canal del Dique. Su vereda recibe las aguas grises que bajan por el río, razón por la cual no cuentan con agua potable. La gente siempre usaba cloro y alumbrado para mejorar la condición del agua, pero hoy las esperanzas

**están puestas en un nuevo sistema. Los jóvenes estudiantes idearon el sistema Biotto, como método para purificar el agua con plantas de uso tradicional en la región y una celda de polietileno que emplea los rayos del sol. Funciona del siguiente modo: el agua pasa primero por plantas como el buchón de agua y el mangle, para separar los residuos más grandes, después se emplea el cactus o la moringa, que permiten aclarar el agua, y como paso final es hervida bajo la luz del sol, con lo cual desaparecen los agentes patógenos.**

De esta manera, al finalizar el proyecto se han desarrollado muchas estrategias dirigidas a que los resultados de la investigación puedan ser apropiados por la comunidad y usados para resolver el problema inicial, y no solo queden registrados en un informe para presentarlo en las ferias o al comité departamental del Programa.

Por ello, una vez terminada la investigación, es muy importante que se diseñen estrategias para difundir los resultados de su trabajo y proponer alternativas, con el fin de implementar la solución dentro de su comunidad, pero también se debe crear el espacio para escuchar los comentarios y apreciaciones que los miembros de la comunidad tienen para hacerles.



## Cómo crear un afiche científico del proyecto

Los congresos y ferias de ciencia, entre otros, son una excelente oportunidad para presentar los resultados de los proyectos de investigación a públicos más amplios. Ya sea que se exhiban en los estands o en una sala prevista para este fin, los afiches tienen la ventaja de resumir en un solo pliego de papel el resultado del trabajo de un año o más. Un buen afiche es el medio perfecto para que otras personas conozcan la investigación, para establecer alianzas para futuros proyectos e, incluso, buscar financiación para un emprendimiento productivo que se desprenda de los resultados.

### Formato y contenido

Dependiendo del evento, las características del afiche cambiarán; por ejemplo, algunos organizadores de ferias o congresos definen las características de tamaño, contenido y gráficas que deben tener los afiches. Pero en general, un afiche científico mide 100 x 70 cm (el tamaño de una cartelera) y contiene la siguiente información, que pueden extraer del informe final:

- ◆ Título.
- ◆ Autor o autores.
- ◆ Institución.
- ◆ Introducción, problema (e hipótesis, si la hay) y objetivo.
- ◆ Metodología (materiales y métodos).
- ◆ Resultados.
- ◆ Conclusiones.
- ◆ Datos de contacto (página web del proyecto).

## La preparación del afiche

Antes de empezar la preparación del afiche es importante planear tanto el contenido como la presentación gráfica.

Un primer paso es conocer quién será su audiencia: es muy diferente si se trata de los asistentes a una feria nacional o internacional, una feria de ciencias en su municipio o institución educativa o empresarios de la región. Pregúntense: ¿quiénes son las personas que conocerán el proyecto?, ¿cuáles son sus intereses?, ¿qué están buscando en los proyectos? También definan qué es lo que quieren lograr con su afiche: ¿conseguir aliados para un próximo proyecto?, ¿presentar los resultados?, ¿buscar financiación para un emprendimiento basado en los resultados de su investigación?

Tener clara su audiencia y lo que quieren lograr les permitirá una comunicación mucho más adecuada al momento de elaborar su afiche, en términos de la elección del lenguaje y los aspectos gráficos que van a incluir.

## La preparación del contenido del afiche

Inician organizando un borrador del contenido, siguiendo la estructura definida para el afiche. Recuerden que el espacio con el que cuentan es limitado, eviten el exceso de información, descripciones muy detalladas o un número excesivo de resultados —solo incluyan los más importantes que se relacionan directamente con su problema de investigación—. Selecionen las palabras adecuadas y luego revisen que el borrador contenga toda la información esencial que le permita a cualquier persona comprender su proyecto al leer el afiche.

Seleccionen gráficos, fotografías, tablas y esquemas con los que pueden comunicar mejor sus ideas en el afiche. Tengan en cuenta que al menos la mitad de este debe tener ayudas gráficas.

En algunas páginas web encontrarán información para apoyarse en el diseño del afiche, como en <https://goo.gl/gYDyhR>.

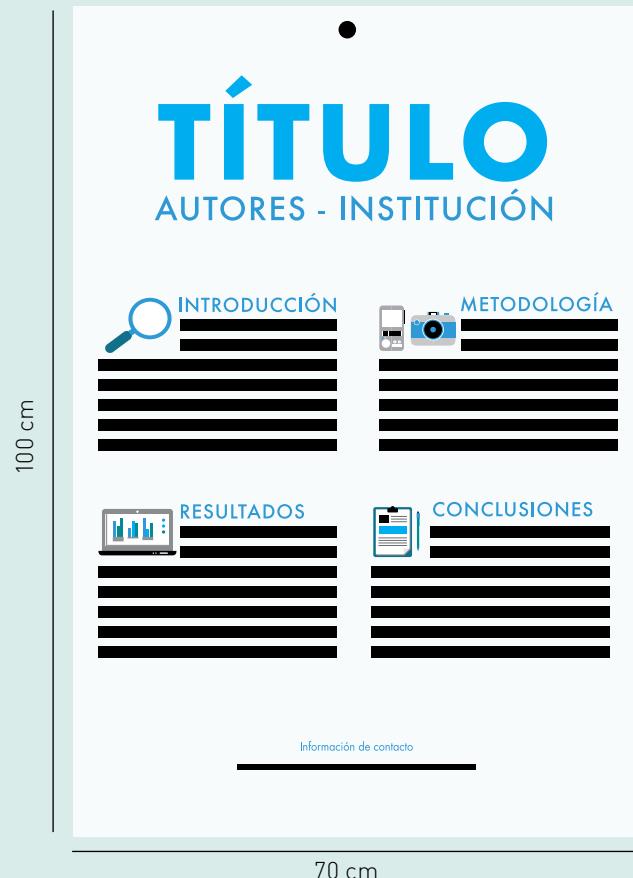
## Diseño del afiche

En Internet pueden encontrar formatos de afiches que solo requieren que introduzcan la información; sin embargo, a veces, puede resultar más satisfactorio que como grupo lo diseñen, buscando que sea atractivo y capture la atención de la audiencia.

Aquí algunas sugerencias:

- ◆ Cuiden el tamaño de la letra de su afiche, en especial del título y subtítulos de las secciones. No hay nada que desaliente más que encontrarse con un afiche con letra pequeña. Recuerden que las personas pueden estar situadas a uno o dos metros de distancia de su afiche.
- ◆ Revisen la redacción y la ortografía y quiten la información que no sea muy importante. Usen viñetas para separar las ideas.
- ◆ Para las gráficas, en Internet pueden encontrar una serie de recursos para realizar tablas, infografías o esquemas. ¡Prueben con las gráficas que más les gusten!
- ◆ Hagan un borrador de su afiche y revísenlo de nuevo. Hagan los ajustes que consideren necesarios.
- ◆ ¡Realicen la versión final del afiche!
- ◆ Es recomendable hacer una versión reducida de su afiche, con el fin de repartirla entre los asistentes al evento.
- ◆ Si deciden usar herramientas de Internet para apoyarse en el diseño, aquí les sugerimos algunas:
  - \* Páginas con formatos de afiches prediseñados: [www.posterpresentations.com](http://www.posterpresentations.com).
  - \* Páginas para creación de infografías: [www.piktochart.com](http://www.piktochart.com).
  - \* Páginas con bancos de íconos: [www.freepik.es](http://www.freepik.es).

Todas las páginas recomendadas tienen una versión gratuita; sin embargo, no está demás revisar sus políticas. Recuerda dar los créditos por el uso de imágenes y plantillas.



### PARA LA BITÁCORA DEL PROYECTO

Incluyan las actividades realizadas para dar a conocer el proyecto en su comunidad. ¿Qué crearon para compartir su proyecto con los demás?

## Etapa 9. Difusión de los resultados

En esta etapa es clave retomar el plan de comunicaciones realizado en la primera fase, las actividades establecidas allí y el seguimiento que se efectuó. En ese sentido, es importante identificar los medios a través de los cuales se va a difundir el proyecto en este momento. Los medios de comunicación son los instrumentos que empleamos para divulgar la información, ya sea en versión sonora, textual, visual o audiovisual.

La difusión de los resultados es una de las etapas más relevantes de esta última fase de la investigación, no solo porque constituye el último momento del proceso que ha vivido el grupo, sino porque es la oportunidad para que su investigación salga a la luz pública en espacios distintos al establecimiento educativo y a la comunidad.

Es fundamental que cuenten con el apoyo del maestro coinvestigador y del asesor para identificar y aprovechar diversos medios de comunicación y formatos que sean efectivos para transmitir los resultados, como las redes sociales, la radio comunitaria, los blogs, los boletines impresos o digitales y desde luego los eventos públicos de socialización del conocimiento en comunidades especializadas, que constituyen excelentes mecanismos para compartir los hallazgos.

Difundir los resultados de su investigación es la manera en la que «rinden cuentas» sobre cómo invirtieron los recursos del Programa Ondas, que se financia con recursos públicos. Además, le facilita a la comunidad de investigadores que trabaja sobre problemas o preguntas relacionados con su proyecto conocer sus descubrimientos e incorporarlos como parte fundamental de su trabajo, para no tener que hacer de nuevo lo que ya se ha hecho.



## Cómo dilvular la información del proyecto

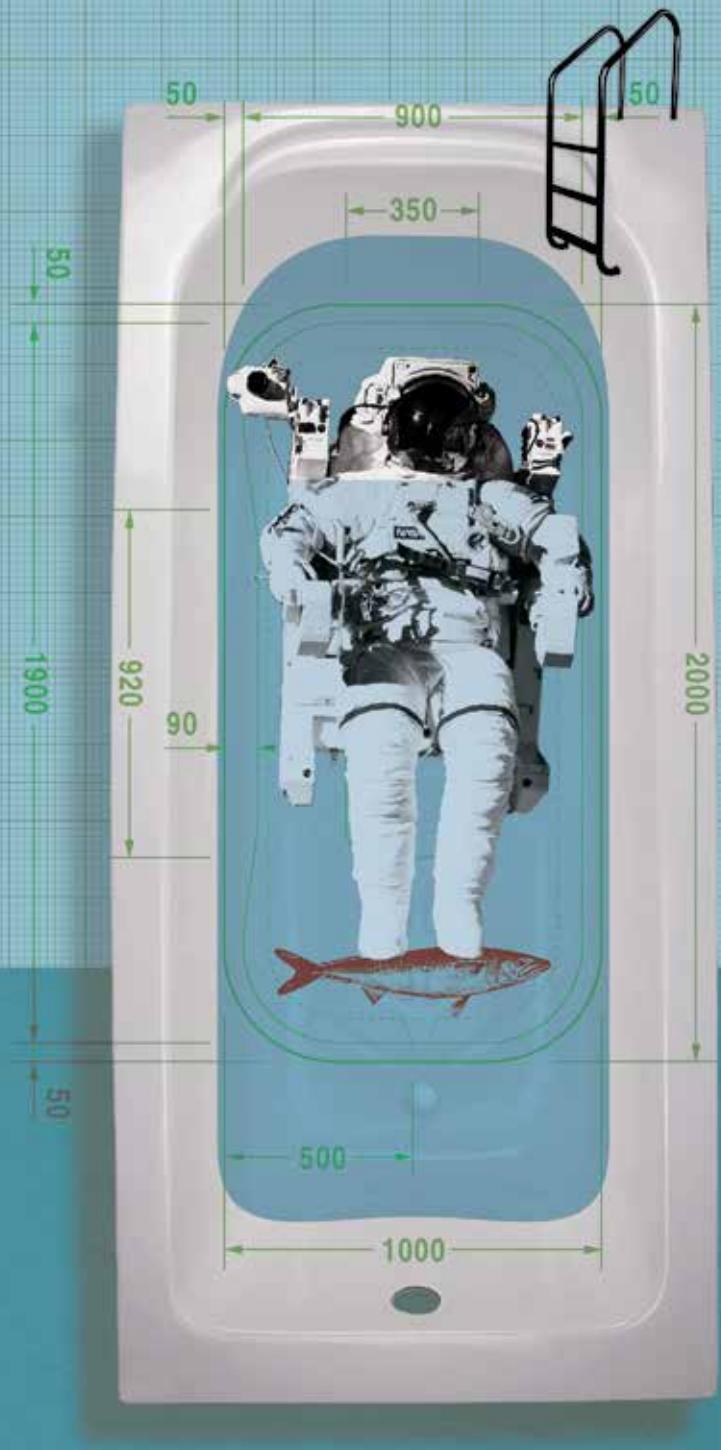
En esta etapa es clave identificar los escenarios en los cuales divulgarán los resultados y hallazgos de su investigación. Para ello, con el apoyo de su asesor y maestro coinvestigador, conversen e indaguen sobre:

- ◆ Eventos, congresos o ferias a las que puedan postularse con su proyecto.
- ◆ Organizaciones, entidades o empresas que puedan estar interesadas en conocer su investigación.
- ◆ Medios de comunicación a través de los cuáles puedan dar a conocer los resultados de su investigación; por ejemplo, páginas web, emisoras comunitarias o escolares, programas de televisión y por supuesto la comunidad virtual Héroes Ondas.
- ◆ Definan y diseñen los contenidos con los que quieren dar a conocer su proyecto, de acuerdo con el público objetivo. En la etapa anterior mostramos algunas pautas para elaborar un afiche, pero podrían usar otros formatos como videos, álbumes fotográficos, piezas promocionales, relatos, etc.



### PARA LA BITÁCORA DEL PROYECTO

Incluyan una descripción de las actividades que realizaron para difundir los resultados de su proyecto. ¿A quiénes se dirigieron?, ¿para qué?



# Glosario



**antropología.** Ciencia que se encarga del estudio de los seres humanos, su cultura, organización social, los cambios del cuerpo y el lenguaje en el tiempo.

**arqueología.** Ciencia que estudia el pasado de los seres humanos y su cultura a partir de los restos materiales que han dejado: monumentos, utensilios, documentos, obras de arte.

**autobiografía.** Vida de una persona escrita por ella misma.

**capacidad.** Se refiere a las habilidades, aptitudes y talentos que tiene una persona para ejecutar algo, por ejemplo, la capacidad investigativa.

**categoría.** Cada una de las clases o divisiones establecidas al clasificar algo.

**comunicación.** Acción de comunicar, que significa 'hacer partícipe a una persona de lo que se tiene'. Supone compartir y recibir información, e implica un emisor, quien transmite la información; un receptor, quien recibe la información; un medio, a través de cual circula la información y un mensaje, que es la información que se transmite.

**creatividad.** Capacidad de crear, de producir algo nuevo, de darle vida, de introducirlo por primera vez.

**enfoque cualitativo.** Tipo de investigación que busca comprender y profundizar los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en su propio contexto. Se recurre a este enfoque si lo que nos interesa es conocer la perspectiva de determinado grupo frente a una situación, profundizando en sus experiencias, significados y opiniones, o cuando queremos explorar sobre un tema del cual no se ha investigado mucho.

**enfoque cuantitativo.** Tipo de investigación que pone a prueba hipótesis con el propósito de construir y comprobar teorías. En este enfoque se usan técnicas experimentales en ambientes controlados, como un laboratorio.

**enfoque mixto.** Tipo de investigación que integra los métodos de la investigación cuantitativa y la cualitativa.

**habilidades.** Cada una de las acciones que realiza una persona con gracia y destreza.

**hidroxiapatita.** Mineral formado por fosfato de calcio, poco soluble y que se disuelve con ácidos. Constituye el 99 % del calcio y el 80 % del fósforo que se encuentra en el cuerpo.

**información.** «Conjunto organizado de datos procesados, que constituyen un mensaje que cambia el estado de conocimiento del sujeto o sistema que recibe dicho mensaje» (Wikipedia).

**ingenio.** Facultad de las personas para discurrir o inventar con prontitud y facilidad.

**Instituto Geográfico Agustín Codazzi.** «Es la entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble; realizar el inventario de las características de los suelos; adelantar investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial; capacitar y formar profesionales en tecnologías de información geográfica y coordinar la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE)» (IGAC, 2010).

**Internet.** Red mundial de computadoras u ordenadores interconectados mediante un protocolo especial de comunicación.

**método.** Modo ordenado y sistemático de proceder para llegar a un resultado o fin determinado.

**protocolo.** Secuencia detallada de un proceso de actuación científica, técnica, médica, etc.

**psicología.** Ciencia o estudio de la mente y de la conducta en personas o animales.

**sistematizar.** Organizar algo según un sistema.

**YouTube.** Portal de Internet creado en 2005, que permite a los usuarios compartir videos.

# Bibliografía



- Colciencias. (2012). *Xua, Teo y sus amigos se agrupan, formulan preguntas y se plantean problemas de investigación*. Bogotá: Edeco.
- Colciencias. (2017). *Vidas y ciencia*. Bogotá: Colciencias.  
Disponible en: <https://goo.gl/n12QcA>.
- Fedesarrollo. (2017). *Evaluación de Impacto del Programa Ondas de Colciencias. Informe Final*. (No publicado).
- García-Fernández, N. (Noviembre de 2002). Sistemas de trabajo con las TICs en el sistema educativo y en la formación de profesionales. Las comunidades de aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia* (6), 1-10.
- Gardner, H. (1995). *Mentes creativas. Una anatomía de la creatividad humana*. Barcelona: Paidós.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México D. F.: McGraw Hill.
- IGAC. (2010). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*.  
Disponible en: <https://goo.gl/EeuYT6>
- Información (2018). *Wikipedia*. Disponible en: <https://goo.gl/4RxgFj>
- Lorenz, K. (1993). *La ciencia natural del hombre: el manuscrito de rusia (1944-1948). Introducción al estudio comparado del comportamiento*. Barcelona: Tusquets.
- Real Academia Española. (2017). Diccionario de la lengua española.  
Disponible en: <http://dle.rae.es/>

# Colección Ondas

Todo empieza con una pregunta, que es como una onda sobre el agua que crece y llega lejos. Una onda que nos invita a explorar, a conocer, a descubrir y a construir una cultura de ciencia, tecnología e innovación, la cual se ha de traducir en proyectos, aprendizajes y soluciones para todos. Así, a través de la Colección Ondas, la Dirección de Mentalidad y Cultura de Colciencias presenta al país los contenidos del Programa Ondas, un conjunto de orientaciones y herramientas que buscan acompañar y fortalecer el día a día de niños y adolescentes, asesores, maestros y coordinadores que han decidido apostarle a la investigación.

Esta colección se organiza a través de tres series editoriales: Proyectos, Brújula, y Vidas y Ciencia, las cuales buscan ser la memoria viva de un programa que se enriquece, crece y se fortalece a partir de la construcción colectiva de aquellos que hacen parte de Ondas.

## Serie Brújula

Las brújula se usa en navegación para orientarse y determinar un rumbo a seguir. De la misma forma, esta serie ofrece lineamientos y orientaciones que ayudan a los viajeros Ondas a marcar el camino para la implementación del programa, así como herramientas que permiten preguntar, descubrir, solucionar y cuestionar a medida que se transita el camino de la investigación.





*La investigación en el Programa Ondas es  
una publicación del Programa Ondas de Colciencias  
y fue finalizada en octubre de 2018. En su composición  
se utilizaron las fuentes Din y Futura.*