

SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN EN GEOTECNIA VIAL Y PAVIMENTOS

Especialización en
Geotecnia Vial y Pavimentos



AUTOR: CARLOS ANDRÉS CARO CAMARGO



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
TUNJA

**CAMPUS
VIRTUAL**

Seminario de Investigación en Geotecnia Vial y Pavimentos
Carlos Andrés Caro Camargo

Ediciones USTA Tunja, 2021

33 páginas: tamaño 21,5 x 24 cm

La investigación, como herramienta del conocimiento, ayuda a perfeccionar procesos y entender resultados con el fin de generar bases para procesos futuros dentro de una temática específica.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
SECCIONAL TUNJA

Fray Alvaro José ARANGO RESTREPO, O.P.
Rector Seccional

Fray Héctor Mauricio VARGAS RODRÍGUEZ, O.P.
Vicerrector Administrativo y Financiero

Fray Omar Orlando SÁNCHEZ SUÁREZ, O.P.
Vicerrector Académico

Fray Fernando Cajicá Gamboa, O.P.
Decano de División de Ingenierías y Arquitectura

Joel Darío Vega Cruz
Director Posgrados División de Ingenierías y Arquitectura

Mónica Helena Rodríguez Mesa
Decana de Facultad de Ingeniería Civil

Liliana Mendivelso Melo
Directora Campus Virtual

Primera edición, 2021
ISBN 978-628-7504-10-3 (digital)

Facultad de Ingeniería Civil
Especialización en Geotecnia Vial y Pavimentos
Seminario de Investigación en Geotecnia Vial y Pavimentos

© Autor: Carlos Andrés Caro Camargo

© Ediciones USTA Tunja

Av. Universitaria n.º 45 - 202
Campus Avenida Universitaria
Edificio Santo Domingo de Guzmán

Calle 19 No. 11 - 64, Tunja, Boyacá, Colombia
PBX: (8) 744 0404 Ext. 5980
www.ustatunja.edu.co

Preparación editorial

Coordinación editorial: Campus Virtual
Corrección de estilo y lectura de pruebas: María Ximena Ariza García

Diseño de carátula y diagramación

Departamento de Comunicaciones - Campus Virtual
SANTOTO Tunja

Publicado en Colombia - Published in Colombia



Material publicado de acuerdo con los términos de la licencia Creative Commons

AttributionNonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0). Usted es libre de copiar o redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando dé los créditos apropiadamente, no lo haga con fines comerciales y no realice obras derivadas

CONTENIDO

CAPÍTULO GENERALIDADES

Introducción del espacio académico.....	5
Presentación de los capítulos	8

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción	10
1.2. Resumen	11
1.3. Investigación cuantitativa y cualitativa	12
1.3.1. Investigación cuantitativa	13
1.3.2. Investigación cualitativa.....	13
1.4. La idea de investigación	14
1.5. El estado del arte	15
1.5.1. Ejemplo de un estado del arte.....	17

CAPÍTULO 2. FORMULACIÓN DE UNA INVESTIGACIÓN

2.1. Introducción	22
2.2. Resumen.....	23
2.3. Planteamiento de una problemática y justificación de la investigación.....	24
2.3.1. Ejemplo de planteamiento del problema a través de redacción enfática.....	24
2.3.2. Ejemplo de planteamiento del problema a través de pregunta	25
2.4. Planteamiento de los objetivos de la investigación.....	25
2.4.1. Ejemplo de redacción de objetivos de la investigación y su relación a las conclusiones	26
2.5. Pertinencia, viabilidad y consecuencias de una investigación	26
2.6. Perspectiva teórica de la investigación: concepción, técnicas y herramientas	26
Glosario	28
Bibliografía	31





SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN
EN GEOTECNIA VIAL Y PAVIMENTOS

CAPÍTULO

GENERALIDADES

CAPÍTULO GENERALIDADES

Introducción del espacio académico

La investigación, como herramienta del conocimiento, ayuda a perfeccionar procesos y entender resultados con el fin de generar bases para procesos futuros dentro de una temática específica. La investigación debe entenderse no sólo desde lo académico o lo concerniente a una tesis o un proceso encasillado en lo que se conoce normalmente como investigación. La investigación es fundamental para entender el mundo o el lugar en el que se habita, y así mismo, para solucionar temáticas o problemas, para mejorar nuestro modo de vida. Al fijarse en todo lo que está alrededor, es el resultado de una curiosidad que tuvo alguien en mejorar algún proceso, o herramienta o aparato. “La necesidad de investigar no es exclusiva de un grupo específico de personas, es una condición humana que puede darse en cualquier momento y en todos los órdenes de la vida. La sistematización de todo este tipo de actividades es necesaria. Por lo tanto, si se emprende una investigación, suele ocurrir que surjan algunas preguntas como: ¿a quién se le ocurrió la idea de investigar?, ¿cómo identificar el área de conocimiento sobre el que les gustaría investigar determinado tema?, ¿cómo realizar investigaciones serias?, ¿cuál es el procedimiento que se debe seguir?, y ¿cómo presentar los resultados de nuestras investigaciones a los demás?” (Martínez, R, 2012).

La investigación y sus mecanismos se entienden como medios de vida y de mejora de nuestros hábitos del día a día. “Se puede discutir cuanto se quiera acerca de la veracidad de tal o de más cual idea, pero solo la práctica está en condiciones de resolverla” (García A, 2018). Como ejemplo y recordando que no sólo cuando se hace una tesis o trabajo

académico se genera una investigación, sino en ejemplos típicos del diario vivir, como una discusión de política con la familia, el comentar el resultado de un partido de fútbol, o simplemente el preguntar a algún miembro familiar por su día o su semana. Iniciando una conversación política con tu familia tienes dos opciones, sólo opinar, es decir, sin ningún fundamento o contexto de lo que se está discutiendo, o por el contrario tomar la opción 2, de opinar basándote en una contextualización estudiada de lo que vas a decir, argumentando cada una de las ideas, bases e historia del apartado político en debate. Quien escogió el camino de la opción 2, tendrá una probabilidad de éxito en dicho debate, mayor que quien tomó la primera opción, ya que no solo llevará la discusión de manera más profunda y por ende con mayor argumentación, sino que, a los oídos del resto de los miembros de la familia, sonará convincente respecto al resto de la familia o amigos. Lo que se aclaró es la aplicación de la objetividad, fundamental en todo proceso investigativo, objetividad, “la cual se logra rebasando los estrechos límites de la vida cotidiana y de la experiencia individual, usando el método científico y permitiendo volver a colocarlo en pruebas, enriqueciéndolo y, llegado el caso, superarlo mediante el mismo método, por lo tanto, no es infalible (verdad absoluta y relativa)” (García A, 2018).

Lo anterior, es lo que se considera a escala menor como una explicación clara sobre el qué es investigar. con la guía de la opción 2, se aprecia un problema, dado seguramente en el tema político de la discusión, un estado del arte, expuesto seguramente a través del haber conocido la historia y bases de la determinada postura política, respecto a ideas de otras personas y escenarios, lo que se considera como el hecho de saber referenciar o citar, y a partir de allí seguramente unos objetivos que en este pequeño ejemplo se exponían como un “ganar la discusión”. No tendrían que alejarse de un objetivo real e intrínseco a cualquier investigación por pequeña que sea, y ese objetivo siempre será la búsqueda de la verdad. La verdad siempre será nuestro norte, desde una pequeña discusión, hasta un gran proyecto de investigación como una tesis doctoral o una teoría nueva o una patente o una nueva teoría, o simplemente profundizar en el conocimiento. Debido a lo anterior ella la verdad siempre estará ligada de una u otra manera a la relación existente entre la razón y el diálogo (Del Castillo y Olivarez, 2014), como en este ejemplo simple de una discusión de política. En gran medida, cualquier proyecto de investigación tiene las mismas fases nombradas. Se tiene seguramente una idea,



o una problemática a investigar, un estado del arte, un marco teórico, unos objetivos un desarrollo y unas conclusiones, en términos muy generales. De cualquier manera, y como en el pequeño ejemplo de la discusión política, el objetivo transversal siempre será el mismo, ganar la discusión, o demostrar algún punto clave. En las investigaciones, porque se tratan diferentes tipos de investigación, se confirma o refuta una hipótesis inicial, un supuesto inicial, algo que en teoría se creía y se demuestra su veracidad, o refutarla. El hecho de no confirmar una hipótesis inicial, no quiere decir que nuestra investigación esté errada, es más, en muchos casos el refutar una hipótesis da bases para nuevas investigaciones, nuevos rumbos, ideas o senderos, dando pie seguramente a investigaciones incluso más interesantes o a patentes o inicios de una nueva teoría. Dentro de las diferentes formas del saber y dependiendo del área disciplinar a la que pertenecen, se consideran formas de investigación que se adaptarán mejor o de manera más conveniente a una u otra de ellas.

En el presente módulo, se tratan los fundamentos de investigación de un área específica perteneciente a la ingeniería civil, específicamente para la geotecnia vial y los pavimentos. Por tratarse de una rama de la ingeniería civil, se abordan temáticas relacionadas con las ciencias exactas, sin embargo, temáticas que no sean susceptibles de mejoras en sus procesos ingenieriles o profundización del saber respecto a la geotecnia vial y los pavimentos. Pero a pesar de tratarse de ingeniería, aún dentro de la misma ingeniería existen sub procesos o sub temáticas que se pueden revisar desde diferentes tipos de investigación. Existen tipos de investigación de manera cuantificable, y tipos de investigación de manera cualificable. Sin embargo, y a pesar de que se tienen diferentes tipos de investigación, la estructura de un proyecto de investigación siempre será muy similar desde la concepción de la misma. No se habla de investigación, si no se ha realizado previamente un adecuado y profundo estado del arte, así como no hablar de investigación si no se contemplan unos objetivos claramente definidos. En resumen, la estructura de toda investigación tiene unas partes ineludibles y de las cuales se tratarán a medida que avanzan en este módulo de Fundamentos de investigación, claramente, enmarcado en las más importantes en el contexto específico de lo que se contextualiza para la especialización en geotecnia vial y pavimentos.

Presentación de los capítulos

Se contempla en el presente curso de seminario de investigación el tema de formulación de un proyecto de investigación, desde la interpretación y hallazgo de la idea, posteriormente su hipótesis y estado del arte, hasta la concepción y desarrollo del marco conceptual. Así, el módulo presenta dos capítulos claramente diferenciados a partir de su fundamentación y base temática. Toda investigación debe contemplar un análisis previo del contexto, una identificación del problema y una hipótesis. Todos estos fundamentos son clarificados y explicados en el capítulo 1 del módulo, donde a partir de la conceptualización y la puesta en práctica de cada concepto, se afianzarán las bases que debe contemplar cualquier investigación, independientemente del área del saber a la cual pertenezca el proyecto a desarrollar.

Es muy importante resaltar que se explican los fundamentos investigativos de los tipos de investigación, y cada investigación se explica a como contexto y aplicabilidad según su contexto. El objetivo final del capítulo 1 será lograr madurar la idea de la investigación y el planteamiento de la hipótesis, como resultado de un adecuado estado del arte que envuelva la investigación. Dentro del desarrollo del primer capítulo en su parte práctica, se abordarán ejemplos didácticos que ayudarán a comprender y seguir secuencialmente el desarrollo de la base investigativas del proyecto.

El segundo capítulo abordará el tema que involucra cada una de las partes del desarrollo del proyecto. La base fundamental del inicio del segundo capítulo será la solidificación del estado del arte. A partir de allí se enmarcarán los objetivos del proyecto y el desarrollo de temático del proyecto de investigación. Los títulos del proyecto estarán enfocados de acuerdo al marco metodológico y conceptual. Igualmente, en el segundo capítulo se hará énfasis especial en la adecuada justificación y pertinencia del tema investigativo, pero no como un título especial, sino contextualizado en cada uno de los subtemas a desarrollar. Al igual que el capítulo 1, el capítulo dos basará su desarrollo en un complemento entre lo teórico y lo práctico. Lo teórico a través de la conceptualización de cada una de las fases presentes en un proyecto de investigación y lo práctico a través de la ejemplificación de cada una de esas fases a través de ejemplos didácticos y que clarifiquen cada sección temática.





SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN
EN GEOTECNIA VIAL Y PAVIMENTOS

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

La investigación dentro de un proceso de búsqueda de la verdad en cualquier proceso, requiere comenzando, la identificación y contextualización del escenario a investigar. Como se mencionó anteriormente, tiene connotaciones diferentes investigar en el campo de las humanidades, a investigar, por ejemplo, en el campo de las ciencias exactas o en la ingeniería. Idealmente, si vas a investigar sobre el resultado de una ecuación, no puedes basar tu marco teórico o tu metodología a implementar en discursos sobre la filosofía en torno a la matemática, debes basarlo todo en un tipo de investigación cuya premisa fundamental es la cuantificación.

En este capítulo se tratan diferentes maneras de investigar, los diversos tipos de investigación, específicamente lo referente a investigación cuantitativa e investigación cualitativa, para dar paso al estudio de lo que debe tener en cuenta la elaboración de un estado del arte y llegar a la idea de investigación. Es importante que se tenga en cuenta que la idea de investigación debería ir anclada al concepto de hipótesis de la investigación, que posteriormente, se corroborará o refutará, como una de las principales conclusiones del trabajo a desarrollar. A pesar de que la investigación inicialmente es concebida como un conjunto de partes, se imagina como un todo, es decir, cada una de las partes debe estar muy relacionada una con la otra.

Si se abordara la investigación de cualquier temática, y los autores de la investigación quisieran participar desde el inicio de la investigación, un error muy presente siempre

es intentar aportar por separado, es decir, dividiéndose la investigación en partes sin relación alguna. La investigación debe trabajarse de manera mancomunada y con relación estrecha entre cada uno de sus desarrollos. Para lograr el trabajo relacionado y conjunto entre las diferentes partes de una investigación, es necesario que los diferentes procesos al interior de ella estén referenciados por lo que se construyó como estado del arte inicial. Un estado del arte juicioso y profundo, garantizará en primera medida, que no se pierda el tiempo y los recursos investigando algo que ya realizó otra persona, y en segunda medida, ayudará a garantizar un adecuado contexto y claridad del camino a seguir desde el punto de vista metodológico para nuestro proceso investigativo.

Se podría afirmar que lo primero a tener en cuenta antes de abordar la investigación, es la clarificación de una hipótesis o identificación del problema, para seguir con la definición del tipo de investigación y estado del arte asociado.

1.2. Resumen

El capítulo 2 del curso tiene en cuenta lo necesario para poder iniciar la redacción de cada una de las partes del proyecto de investigación posterior a la definición de los objetivos. Seguramente se tiene en el imaginario de la sociedad que inicialmente lo primero que se debería tener en cuenta para iniciar cualquier tipo de proyecto o investigación, son precisamente los objetivos, y no es así. Para poder definir los objetivos de una investigación, se define el horizonte real pero justificado de una idea de investigación y una hipótesis de trabajo. El inicio de todo proyecto de investigación es la clarificación de la idea investigativa, lo que se desea investigar, ya sea porque se identificó una problemática o porque se quiere mejorar algún proceso o experiencia, a partir de allí surge un supuesto inicial respecto a esa idea que se conoce como hipótesis. La hipótesis como tal no necesariamente debe incitar al autor a tener que confirmarla o corroborarla.

En muchos ejemplos de la historia antigua y contemporánea se ha logrado llegar a mejores investigaciones, precisamente refutando la hipótesis inicial. En cualquier caso, el refutar una hipótesis inicial puede dar lugar a culminaciones anticipadas de

las investigaciones en curso, pero dan pie a nuevas investigaciones en referencia a esa refutación inicial no contemplada previamente. Tomando ese punto como base, se debe definir el tipo de investigación a desarrollar en cuanto a manejo de información y claridad del modelo metodológico. Cuando el contexto de la investigación requiere manejo de información numérica como datos o índices, se considera que el estudio o manejo de la investigación será cuantitativa.

Sin embargo, cuando el manejo de información no es de tipo numérico sino conceptual o perceptivo, por ejemplo, entrevistas o consultas, se hablará de una investigación cualitativa. Definido el tipo de investigación en cuanto al manejo de información se analiza el contexto o antecedentes, es decir, la elaboración del estado del arte, que tomará como base fundamental fuentes acreditadas o de alta confiabilidad, para garantizar que lo que se vaya a investigar tiene realmente un rigor de originalidad o profundidad garantizada, y también para poder definir realmente cuál debe ser el enfoque definitivo de nuestra investigación, y plasmarlo detalladamente a través de la posterior redacción del objetivo general y los objetivos específicos.

1.3. Investigación cuantitativa y cualitativa

Si bien el origen de la investigación previamente se puede intuir, es muy importante caracterizar dicho proceso a fin de identificar si lo que se va a trabajar con aspectos muy numéricos o aspectos muy de forma u opiniones, ello llevará al investigador a tomar diferentes rutas de aprendizaje o rutas de consecución de información. Casi siempre por lógica deductiva se piensa que, si se trata de una investigación en ingeniería o en ciencias básicas, se habla de investigaciones cuantitativas.

La verdad es que no siempre es así, muchas veces en ingeniería se basa en encuestas puramente cualitativas, por ejemplo, para basar nuestras investigaciones. Por ejemplo, para iniciar una investigación sobre niveles de inundabilidad en la ciudad de Tunja, sería interesante, antes de cualquier tipo de modelización matemática indagar a los habitantes de la ciudad primero, si han sufrido algún tipo de evento de inundación en un lapso de tiempo y que afectaciones se tuvo. Ese tipo de investigación es fundamental



para delimitar el problema y enmarcar una investigación futura con base y justificación ganada.

Por el contrario, si se realizara la investigación referente a inundabilidad para la ciudad de Tunja y la información base para la investigación hace parte de información hidroclimatológica de la región, desde una disponibilidad en número de años con información relevante para el estudio, seguramente es una investigación cuantitativa.

Cualquiera de los dos tipos de investigación en el ejemplo anterior es fundamentales para el desarrollo total del proyecto, sin embargo, los dos enfoques son tan distintos que también encasillan cada uno desde su saber, la estructura completa de cada investigación. Entonces se llega a la conclusión de que, dependiendo de los datos a analizar en la respectiva investigación, se tiene investigaciones cuantitativas e investigaciones cualitativas.

1.3.1. Investigación cuantitativa

Dentro de las características principales que se tiene en toda investigación cuantitativa estarían: Presenta confiabilidad, la recolección y análisis de datos buscan responder a la pregunta de investigación, confía en la medición numérica y en la estadística, normalmente se presentan varias hipótesis. Si varios resultados aportan de una u otra manera a la hipótesis aporta en generación de confianza en la respectiva teoría. Por el contrario, a partir de varios resultados se puede descartar directamente la hipótesis.

1.3.2. Investigación cualitativa

Normalmente, pero como se menciona previamente no siempre es así, las ciencias sociales hacen parte activa de este tipo de investigaciones, donde lo interpretativo y lo etnográfico hace parte fundamental. Aquí las técnicas de medición numérica no hacen parte del proceso, en cambio si las entrevistas, la revisión de documentos, talleres focales, y preguntas orientadoras de tipo ¿Cómo vive?, ¿Cómo se comporta?, ¿Qué piensa?, ¿Cómo actúa? Todas estas preguntas e hipótesis surgen como parte

del proceso de investigación. Los resultados en este tipo de investigaciones no se generalizan, simplemente hacen parte fundamental de la investigación específica.

Gráfico 1

Investigación cuantitativa y cualitativa.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinado el tipo de investigación, ya sea cuantitativa o cualitativa, el procedimiento siguiente consiste en el inicio de lo que se conoce como la determinación de la idea de investigación.

1.4. La idea de investigación

Dentro de la secuencia lógica de investigación y una vez verificado el tipo de investigación que se proyecta, el siguiente paso es el establecimiento de la idea de investigación, pero para poder llegar a la idea de investigación previamente será muy importante comenzar a indagar el estado del arte de la investigación. En muchas oportunidades el nacimiento de una idea de investigación puede llegar a darse por intuición sin una indagación apropiada en lo temático, es precisamente cuando alguien piensa algo como del tipo “se me ocurrió tal tema”.



En esos casos, la idea de investigación podría llevarse varias sorpresas, por ejemplo, podría tratarse de un tema que en realidad no es nada interesante ya que se ha investigado mucho en determinado contexto. Otra posible situación que podría llegar a presentarse es que la temática como tal no goce de ningún interés más allá de lo regional, o que sea algo que despierte interés a poblaciones demasiado específicas, y se podría pensar en una situación distinta.

En cualquiera de los casos anteriores o para las sorpresas anteriores no esperadas, se contempla una causa de generación de esa sorpresa, y es el hecho que seguramente para cualquiera de las tres posibilidades, en ningún momento se hizo un procedimiento previo de elaboración de un estado del arte para la investigación. A partir de allí, se asegura que, para poder hablar con propiedad de una idea investigativa, primero garantizar un adecuado estudio de estado del arte de la temática inicialmente expuesta objeto de investigación.

Hasta este punto no se habla de objetivos de la investigación, ni del resumen de la investigación y mucho menos de la introducción ni las conclusiones o marco metodológico o teórico. Solo de la idea de investigación. Pero para garantizar una idea aterrizada en el contexto regional, nacional e internacional, se comienza con el estado del arte.

1.5. El estado del arte

Como ya se aclaró previamente, el adecuado desarrollo del estado del arte garantiza una idea justificada de investigación, garantiza que no sea una idea sin fundamento o que se haya estudiado ya mucho en el contexto en el cual se aborda. Dependiendo del tipo de investigación que se ha identificado previamente, se delimita el tipo de estado del arte a desarrollar.

Lo primero que se indaga es si hay estudios similares que se hayan hecho a nivel regional, nacional o internacional (Hernández, R, et al, 2010). Dicha búsqueda puede dar una guía de trabajo y no necesariamente por el hecho que se haya realizado algo similar quiere decir que la investigación no sirva, ya que el contexto de investigación

aplicada aquí juega un papel fundamental. La investigación aplicada significa aplicar un conjunto de teorías y leyes ya aplicadas en varios casos estudio, y poderla aplicar en otro nuevo contexto o caso estudio de tipo regional.

El contexto de investigación aplicada es uno de los tipos de investigaciones más representativos en el ámbito de la ingeniería civil, donde entra parte fundamental las leyes y teorías propias de la geotecnia, las vías y los pavimentos. En contextos como este tipo de ingeniería, teorías nuevas no son muy recurrentes ya que requieren años, décadas o siglos en mejorarse los procesos de ingeniería aplicada.

Otro de los tipos de desarrollo de un estado del arte es cuando se está seguros que es algo que no se ha investigado, y se tiene la intención de llegar a algo novedoso. Aquí es muy importante en meticuloso y detallado análisis bibliográfico que se tenga, ya que el éxito de la investigación dependerá fundamentalmente de la calidad de las citas y referencias.

En este último tipo de investigación, las referencias internacionales seguramente enmarcan un aspecto importante en el estado del arte a desarrollar, ya que, se garantiza que lo que se va a desarrollar, simplemente no se ha desarrollado en ninguna parte del mundo. Cuando se enmarca este tipo de estados del arte seguramente se habla de investigaciones de alto nivel, por ejemplo, tesis doctorales, o investigaciones de alto impacto. De cualquier manera, el número de citas en un estado del arte adecuado debe variar dependiendo de la profundidad de la investigación.



Gráfico 2

Foco del estado del arte.



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 2 se aprecia una generalidad del tipo de fuentes o referencias a consultar dependiendo del tipo de investigación, sin embargo, no quiere decir que sea una regla general, cada caso tiene sus particularidades en cuanto a estado del arte.

1.5.1. Ejemplo de un estado del arte

Con el fin de contextualizar un poco más la temática referente a estado del arte, se da un pequeño ejemplo de construcción de un estado del arte para un tema de actualidad que tiene que ver con el impacto del cambio climático en la gestión y aprovechamiento de los recursos hídricos.

Redacción del estado del arte: “El reciente efecto de cambio climático, ha dado a relucir la reflexión sobre el uso racional y eficiente de los recursos hídricos en todo el mundo, sin embargo, Latinoamérica es un caso especial debido a lo extraño del tema en torno al agua. A pesar que, se tienen estudios de oferta hídrica, y la existencia ahora, de numerosas herramientas de predicción de caudales por medio de modelos hidrológicos de alta resolución, la desconexión existente entre la tecnología y la ciencia con la política gubernamental, hacen de la gestión hídrica un problema que ha venido causando interés en diferentes sectores de ciencia y desarrollo.

América Latina cuenta con la tasa per cápita más alta de disponibilidad de agua dulce del planeta, según cifras del Banco Mundial (2008), sin embargo, se presenta escasez y contaminación sectorial que afecta a millones de comunidades. A su vez, muchas de las comunidades afectadas como indígenas y sectores populares defienden la no privatización del servicio, alegando y exigiendo una correcta distribución por parte de los gobiernos (Fernández Colón, 2009).

En términos generales, la distribución de la disponibilidad hídrica, también es muy desigual en América Latina. En México por ejemplo los índices de oferta subterránea empiezan a tener niveles preocupantes, debido primordialmente al exceso de extracciones, por crecimiento de población y por uso agrícola. En contraste, Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina, son poseedores de una de las más grandes reservas de agua subterránea del mundo. Es importante mencionar que América del sur cuenta con dos de las más importantes cuencas hidrográficas del planeta, la cuenca del Amazonas y la cuenca del río de la Plata, por ello Brasil cuenta con el 53% del agua de América del Sur y el 14% del agua del mundo. Perú está en una situación de “suficiente”, mientras Brasil, Bolivia, Colombia, Venezuela, Argentina, y Chile se ubican en el rango de países ricos con índices de entre 10.000 y 100.000 m³ de agua por persona por año (Guzmán Arias & Calvo Alvarado, 2012).

A pesar de que el 70% de la superficie terrestre está compuesta de agua, sólo el 2.5% constituye agua dulce y aprovechable por parte del hombre, tan solo el 0.4%, incidiendo este factor en las tremendas implicaciones geopolíticas de los recursos hídricos que posee América Latina. (Segrelles Serrano, 2007). Adicionalmente el crecimiento exponencial de la población en el mundo afectará la ya muy sentida situación de escasez de países como India, Pakistán, las naciones de Medio Oriente y el África semiárida (Penso Acero, 2009). Mientras la contaminación y la escasez del agua se evidencian cada día más, en las últimas décadas se han venido realizando una serie de planes de reestructuración de los espacios geo-económicos del continente para poder garantizar un desarrollo sostenible.

El Cambio Climático seguramente tendrá y viene teniendo consecuencias importantes sobre el balance hídrico de la tierra y éste sobre el funcionamiento de la infraestructura,



referente al almacenamiento, regulación y distribución de caudales, como en el caso de aquella utilizada en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, en el uso de riego e industrial (Aguilar Amilpa, 2010). En ciudades de muy densamente pobladas, la presencia de lluvias muy intensas puede sobresaturar la capacidad de los drenajes pluviales y la infraestructura de tratamiento de aguas residuales (Alegre, Cabrera JR, Hein, & Bratteb0, 2012). Asimismo, el aumento del nivel del mar en zonas costeras generaría seguramente la salinización de los acuíferos costeros. Así mismo, el aumento de los caudales y los escurrimientos pone en riesgo a miles de poblaciones establecidas en zonas de riesgo elevado. Recíprocamente, la variabilidad extrema o reducción de la oferta en sus fuentes podría incrementar, todavía más, la migración rural hacia las zonas urbanas, y exceder los límites de la infraestructura en su funcionamiento, y los problemas en cuanto a capacidad institucional en gestión del agua en todos los sectores. Lo anterior, unido a la previsible competencia entre todos y cada uno de los usuarios, por los limitados recursos hídricos, podría causar hostilidad y desconfianza entre todos, aumentando los conflictos por el agua como recurso vital (Aguilar Amilpa, 2010).

A partir del conflicto existente entre escasez, disponibilidad y cambio climático, una adecuada ruta de desarrollo para la adecuada gestión integral del recurso hídrico, es el establecimiento de una unidad de trabajo espacial. En ese sentido, históricamente, debido a su base física de aportación, la cuenca hidrográfica surge como unidad territorial básica (BID, 2012). Esta unidad empieza a presentarse como división territorial o limítrofe en muchos casos, sin embargo, entra en conflicto con las naturales divisiones políticas que connotan los países o naciones. De esta manera una división política no implica necesariamente concordancia entre divisiones de cuenca, es decir, una cuenca puede tener en su parteaguas inicio en un país y finalización en otro país, lo que conlleva a un cuidado importante en los usos de agua “aguas arriba” para no perjudicar “aguas abajo” (Caro C, C, 2019).

Como se nota, el estado del arte por el tipo de investigación toma en su mayoría fuentes internacionales. Es de aclarar que las fuentes citadas son un ejemplo, por lo tanto, no se referenciarán posteriormente. Es importante resaltar que, en el anterior ejemplo de redacción de un estado del arte, se puede evidenciar un recorrido por la base

teórica de lo que sería la palanca para la construcción del marco teórico investigativo. Posteriormente en la redacción del marco teórico, debería verificarse que lo que se va construyendo en ese capítulo, debe estar anidado en la historia contada del tema respectivo en contexto regional, nacional e internacional, dentro del estado del arte, o como se menciona anteriormente, dependiendo del tipo de investigación, incluso sólo en contexto internacional.





SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN
EN GEOTECNIA VIAL Y PAVIMENTOS

CAPÍTULO 2

FORMULACIÓN DE UNA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO 2. FORMULACIÓN DE UNA INVESTIGACIÓN

2.1. Introducción

La formulación de la investigación o proyecto de investigación está sujeta al cumplimiento de varios ítems previos que contextualizan y dan base de justificación al planteamiento problémico. En ese sentido, para poder llegar a formular de manera clara una investigación, es decir, a tener la seguridad de que un tema amerita ser investigado o no, se contextualiza la idea, y extrae de ese contexto todo lo que se sabe al respecto de lo que en principio es simplemente eso, una idea. Si a partir de esa extracción de información, se llega a la conclusión que la idea amerita ser investigada, es porque se formuló un estado del arte completo que dio lugar a tal conclusión.

Ahora bien, el hecho de clarificar la viabilidad de investigación de la idea, se debe proceder con la formulación o planteamiento de la problemática, es decir definir el problema de investigación, es transformar la idea de investigación en la definición del problema que se tiene contextualizado para dar pie al inicio de la investigación. Una vez definido el problema de la investigación también conocido como planteamiento de la problemática, y antes de dar inicio formal a la investigación a través del marco teórico, es necesario fijar los objetivos de la investigación. Los objetivos de la investigación deben contemplar un objetivo general y un número de objetivos específicos que logren abarcar temáticamente el desarrollo del proyecto, normalmente los objetivos de la investigación deben tener una coherencia o hilo conductor con las conclusiones del trabajo.

2.2. Resumen

El capítulo 3 del curso abarca lo que se considera como el inicio propiamente dicho del proyecto de investigación, si bien el capítulo involucra en la base fundamental de cualquier investigación, a través del desarrollo de la idea de investigación y el estado del arte, aún en ese punto no se comienza a investigar el tema o la problemática. La problemática de la investigación dará comienzo a nuestro proyecto a través de la identificación del problema a resolver y por lo tanto a justificar nuestra investigación, la justificación de cualquier indicio de investigación seguramente dará la fuerza de profundidad al proyecto, y ese establecimiento del problema de investigación o la problemática tomará su justificación en algo ya realizado, el estado del arte.

Una vez definido el problema a investigar, la definición de las metas u objetivos de la investigación, determinarán la ruta de trabajo del proyecto, es importante definir cada objetivo específico como algo que dé cumplimiento o no a través de la redacción de las conclusiones de la investigación. Es decir, que el resultado posterior de cada objetivo, debería ser una conclusión, y la característica fundamental de ese objetivo entonces es que ojalá se pudiera medir posteriormente a través de un indicador. Una vez definidos con ese criterio cada uno de los objetivos, el camino de la investigación se clarifica y se comienza a definir el marco teórico. El marco teórico debe incluir unas perspectivas muy definidas. Es decir, en función a la definición de los objetivos, el marco teórico debe buscar un rumbo más claro.

Cada una de las definiciones, teorías y conceptos que serán utilizados en la investigación, deben corresponder al desarrollo, análisis y resolución de cada uno de los objetivos de la investigación, y así mismo, la teoría enmarcada desarrollada debe corresponder a criterios definidos previamente de investigaciones y bases conceptuales trazadas dentro del desarrollo del estado del arte, para garantizar de esta manera la no repetición y la originalidad de la investigación. En el caso de tratarse de una investigación aplicada, igualmente debe enfatizarse ello en la corresponsabilidad de estado del arte-objetivos y marco teórico.

2.3. Planteamiento de una problemática y justificación de la investigación

Si se establece un objetivo respecto a la formulación y desarrollo del estado del arte de una investigación, éste sería el poder dejar las bases de construcción de los objetivos de la investigación, así como el marco teórico. Como se mencionó anteriormente, el planteamiento de la problemática de investigación significa reconocer el estado del arte desarrollado y entender una problemática asociada a esa contextualización. El planteamiento del problema entonces, de esta manera puede describirse a través de una redacción continua enfática, o a través de una pregunta evidenciando el problema. A manera de ejemplo, se muestran las dos posibilidades en torno a la misma temática de cambio climático y gestión del recurso hídrico tratada en el capítulo anterior.

2.3.1. Ejemplo de planteamiento del problema a través de redacción enfática

A nivel mundial, el problema del agua presenta múltiples focos, de una parte, el problema de escasez hídrica y por otra parte eventos extremos que facilitan condiciones de inundabilidad. En muchos de los casos referentes a países desarrollados como en Holanda, el problema se ha enfrentado con herramientas de planificación sostenible (Woltjer & Al, 2007)

En Colombia, como en Latinoamérica, la escasez de agua en términos generales no es un problema de oferta hídrica, es un problema derivado de la disponibilidad. En ese sentido, la cuantificación de caudales o variables climatológicas para los respectivos modelos hidrológicos, debe estar acompañada, para toda cuenca, de un plan integral que garantice la unión de esa oferta con la disponibilidad hídrica. Igualmente se presenta un serio problema de vulnerabilidad ante eventos de inundabilidad, notorio en zonas de planicies que reciben el aporte de las zonas altas. Para lograr esto, es necesario reunir las políticas gubernamentales, la voluntad estatal y un plan de acción que permite seguir una ruta que una a la comunidad con el estado y la ciencia. Se debe concientizar al estado y a la comunidad que en Colombia no debería hablarse de escasez, debería hablarse de una adecuada gobernanza del agua, que garantice la disponibilidad del recurso en todos los sectores de la sociedad, y que garantice además el uso sostenible de él (Caro C, C, 2019).



2.3.2. Ejemplo de planteamiento del problema a través de pregunta

¿Es posible generar políticas de seguimiento y búsqueda de la sostenibilidad en cuanto al manejo, aprovechamiento y gestión del recurso hídrico a nivel de cuencas en Colombia?

A través del ejemplo anterior se delimita una problemática específica en torno a una temática, en este caso actual. A partir de la determinación de la problemática se redacta sin problema lo que se conoce como la justificación de la investigación.

2.4. Planteamiento de los objetivos de la investigación

Una vez definida la justificación y la problemática de la investigación, que, a su vez, tienen relación directa y son una consecuencia de un adecuado desarrollo del estado del arte, se procede a la redacción de los objetivos de la investigación.

Una buena forma de comenzar a redactar los objetivos de la investigación es tomar como base la taxonomía de Bloom. A partir de allí se entiende que hay jerarquías de acción dependiendo del verbo a usar en el objetivo, es decir, a manera de ejemplo, no se crea algo, si no se entiende una teoría o procedimiento, así como, no analizar algo, si no se aplica primero. Para profundizar en cuanto a la taxonomía de Bloom, así como qué verbos usar y cuáles no, se recomienda la lectura disponible públicamente de campus educación.com:

(<https://www.campuseducacion.com/blog/recursos/articulos-campuseducacion/taxonomia-de-bloom/>).

Es fundamental en el proceso de redacción de los objetivos de nuestra investigación, pensar en que siempre debe haber una conclusión asociada a cada objetivo y que dicha conclusión debería poder medirse a través de un indicador. Esto permite tener una redacción más clara y precisa en el momento de definir esas metas a las que se llegarán.

2.4.1. Ejemplo de redacción de objetivos de la investigación y su relación a las conclusiones

Objetivo: Identificar las condiciones de disponibilidad actual del recurso hídrico en Colombia.

Conclusión: A pesar de contar con una gran cantidad de recursos hídricos, 1.8 veces la cantidad de recursos hídricos de Sudamérica por Km², y triplicar la del mundo, Colombia presenta zonas como la Guajira, donde la disponibilidad del recurso evidencia un índice de escasez que no permite ubicar la oferta sobre la demanda hídrica de la región.

2.5. Pertinencia, viabilidad y consecuencias de una investigación

La pertinencia y viabilidad de una investigación se refieren, no a lo estrictamente académico o investigativo, sino a la posibilidad de ejecución de la misma, teniendo en cuenta cuestiones económicas, financieras, políticas o geográficas. En muchos casos una propuesta investigativa es ideal desde lo técnico, pero inviable económicamente, o en otros casos la ejecución puede llegar a depender incluso de conveniencias políticas que en algún caso pueden llegar a truncar el proyecto. En cualquier caso, la viabilidad o pertinencia de la investigación pueden definirse a partir de un análisis incluso de las mismas consecuencias de ejecución de la investigación.

2.6. Perspectiva teórica de la investigación: concepción, técnicas y herramientas

Se mencionó anteriormente que el corazón de un buen inicio de la investigación tiene que ver con el llegar a la idea de investigación de manera muy justificada. A continuación, se resalta que lo que podría considerarse un protocolo que abarca herramientas y técnicas para la construcción de un marco teórico a partir de la perspectiva teórica que se conciba del proyecto de investigación.



1. Se recurre no solo a teorías o procedimientos teóricos de los últimos años. Siempre en cualquier marco de experimentación existen esos libros guías que jamás serán reemplazados por que encierran la teoría base del conocimiento. A manera de ejemplo, el Algebra de Baldor difícilmente podrá tener un libro actualizado que inspire mayor credibilidad, para esa temática específica.
2. Siempre ver en perspectiva los objetivos trazados de la investigación. Si se identifica alguna teoría que no impacta el desarrollo de alguno de los objetivos, no incluirlas en el marco teórico.
3. El estado del arte sirve de guía en cuanto a la construcción del marco teórico. Cabe recordar que allí se referenciaron casos estudio de experimentaciones similares y actualizadas realizadas no solo a nivel regional o nacional sino internacional, entonces las teorías empleadas allí reflejarán una base de tranquilidad en el momento de llamarlas o referenciarlas en nuestro trabajo.
4. Recordar que todo lo que se desarrolle experimentalmente en cuanto a modelos, procedimientos o implementaciones, debe tener una base teórica que debe incluirse en nuestro marco teórico, y debe explicarse allí de manera muy detallada.
5. Se debe tener cuidado en que el desarrollo del marco teórico de la investigación, debe garantizar que el lector tenga facilidad de lectura y entendimiento, es decir, tener cuidado en cuanto al uso de variables aplicadas y procedimientos en lo posible paso a paso.

Los anteriores pasos generan un protocolo que ayuda a garantizar una adecuada elaboración del marco teórico de nuestra investigación.

GLOSARIO

- **Cualitativo:** El concepto cualitativo tiene relación directa con calidad, por lo tanto, sus variables son siempre interpretativas. (web reference: significados.com).

- **Cuantitativo:** “El concepto cuantitativo tiene relación directa con cantidad, por lo tanto, sus variables son siempre medibles”. (web reference: significados.com).

- **Estado del arte:** “El estado del arte es un anglicismo derivado de la expresión state of the art (literalmente estado del arte), utilizado para la investigación-acción. La expresión inglesa se puede traducir al español también como «puntero», «lo último» o «[lo más] avanzado»; por ejemplo, sbtate of the art technology se traduce dentro del contexto cultural hispano, es decir, no literal, como «tecnología punta», «lo último en tecnología» o «tecnología de vanguardia».

En el ámbito de la investigación científica, el SoA (por sus siglas en inglés) hace referencia al estado último de la materia en términos de I+D, refiriéndose incluso al límite de conocimiento humano público sobre la materia”. (web reference: Wikipedia).

- **Hipótesis:** “La hipótesis es la tentativa de explicación de algún fenómeno o problema que puede ser corroborado mediante observación o experimentación. Los científicos necesitan proponer hipótesis como posibles explicaciones al problema que desean resolver.” (web reference: dodamateria.com).



- **Indicador:** “Dato o información que sirve para conocer un hecho. Indicador es algo que indica o que sirve para indicar. Este verbo, por su parte, refiere a significar o mostrar algo con señales o indicios. Por ejemplo: “El éxito de un personaje televisivo de esta clase es un indicador de la decadencia cultural del país”, “El gobierno está satisfecho con el indicador económico que acaba de difundir el Fondo Monetario Internacional”, “La llegada de miles de turistas a la ciudad durante el último fin de semana es un indicador que anticipa una gran temporada de verano”. (web reference: <https://es.thefreedictionary.com/>, <https://definicion.de/indicador>).

- **Marco teórico:** “El marco teórico es la recopilación de antecedentes, investigaciones previas y consideraciones teóricas en las que se sustenta un proyecto de investigación, análisis, hipótesis o experimento.

El marco teórico, también llamado marco de referencia, es el soporte teórico, contextual o legal de los conceptos que se utilizaron para el planteamiento del problema en la investigación. Con esta recopilación de información, también se intenta demostrar cuál es el aporte novedoso que el proyecto de investigación va a hacer en su área de conocimiento respectiva. El marco teórico también se caracteriza por definir la disciplina a la cual pertenece el objeto de estudio escogido, los conceptos relevantes y el fenómeno en que se quiere profundizar o que se pretende estudiar. Su importancia radica en que permite justificar, demostrar, apoyar e interpretar las hipótesis y los resultados de una investigación de forma ordenada y coherente. Además, el marco teórico ayuda a formular de una forma confiable las conclusiones de un proyecto o, en su defecto, replantear las preguntas con mayor profundidad”. (web reference: <https://www.significados.com>)

- **Objetivo:** “Cosa que se considera como finalidad de una acción”. (web reference: <https://es.thefreedictionary.com/>).

• **Pertinencia:** Pertinencia es la cualidad de pertinente. Se trata de un adjetivo que hace mención a lo perteneciente o correspondiente a algo o a aquello que viene a propósito. Por ejemplo: “Creo que es un comentario sin ninguna pertinencia que sólo suma más preocupación”, “No quiero escuchar cosas sin pertinencia”, “La propuesta de Gómez demostró su pertinencia al solucionar uno de los principales problemas de la empresa”.

Existen distintos acercamientos a la noción de pertinencia. La pertinencia de la educación está vinculada al lugar que ocupa la formación en la sociedad. Dado que la educación básica se considera como un derecho humano, el debate gira en torno a la pertinencia de la educación superior en un contexto social: qué conocimientos difundir, con qué objetivo, cómo modificar la realidad a partir de la formación, etc. (web reference: <https://definicion.de/>)

• **Problema:** “Cuestión que se trata de aclarar o resolver. Hecho o circunstancia que dificulta la consecución de un fin. Situación perjudicial, delicada o difícil”. (web reference: <https://es.thefreedictionary.com/>).

• **Viabilidad:** Lo primero que se hace, antes de entrar de lleno en el análisis del término viabilidad, es determinar su origen etimológico. Y esa tarea lleva a descubrir que aquel procede del francés viable, que a su vez se compone de dos vocablos latinos: vita, que puede traducirse como “vida”, y el sufijo -bilis, que es equivalente a “posibilidad”.

Viabilidad es la cualidad de viable (que tiene probabilidades de llevarse a cabo o de concretarse gracias a sus circunstancias o características). El concepto también hace referencia a la condición del camino donde se puede transitar.

Se conoce como análisis de viabilidad al estudio que intenta predecir el eventual éxito o fracaso de un proyecto. Para lograr esto parte de datos empíricos (que pueden ser contrastados) a los que accede a través de diversos tipos de investigaciones (encuestas, estadísticas, etc.). (web reference: <https://definicion.de/>).



BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Amilpa, E. (2010). Diálogo Regional de Política de América Latina y el Caribe, Versión ca, 1–32. (referencia de ejemplo caso estudio)
- Alegre, H., Cabrera JR, E., Hein, A., & Bratteb0, H. (2012). Framework for Sustainability Assessment of UWCS and development of a self-assessment tool, 1–47. (referencia de ejemplo caso estudio)
- Caro C, C. (2019). Administración del recurso hídrico. Protocolo para seguimiento de la gobernanza del agua en cuencas rurales. Investigación postdoctoral, Universidad Politécnica de Cataluña-Universidad Santo Tomás Tunja.
- Fernández Colón, G. (2009). LA CRISIS DEL AGUA EN AMÉRICA LATINA Gustavo Fernández Colón*, 4, 80–96. (referencia de ejemplo caso estudio)
- García A, Teoría y Metodología de la Investigación Científica, ISSN: 9789587784404, Alfaomega, Editorial Universitaria Félix Varela, jul. 2018
- Guzmán Arias, I., & Calvo Alvarado, J. (2012). Planificación del recurso hídrico en América Latina y el Caribe Planning Water Resources in Latin America and the Caribbean, 26, 3–18 (referencia de ejemplo caso estudio)



- Del Castillo, C. C. y Olivares Orozco, S. (2014). Metodología de la investigación. Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/en/lc/usta/titulos/39410>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación.
- Martínez Ruiz, H. (2012). Metodología de la investigación. Cengage Learning. <https://elibro.net/en/lc/usta/titulos/39957>
- Penso Acero, Y. (2009). La eco-economía como categoría para la construcción de una alternativa de desarrollo para los países de la comunidad andina de naciones. Estudios Culturales, 131–142. (referencia de ejemplo caso estudio)
- Segrelles Serrano, J. A. (2007). Geopolítica del agua en américa latina: dependencia, exclusión y privatización 1, 1, 28–30. (referencia de ejemplo caso estudio)
- Valarino, Elizabeth. (2010). Metodología de la investigación. Editorial Trillas, (México).
- Woltjer, J., & Al, N. (2007). Integrating Water Management and Spatial Planning Journal of the American Planning Association, (August 2013), 37–41. <https://doi.org/10.1080/01944360708976154> (referencia de ejemplo caso estudio)



**CAMPUS
VIRTUAL**

Social Media:

 @campusvirtual_ustatunja

 /campusvirtualustatunja

 /campusvirtualesantototunja



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
TUNJA