



# Investigación aplicada sobre cambio climático: aportes para ciudades de América Latina

Andrea Carrión y María Elena Acosta,  
coordinadoras



# Investigación aplicada sobre cambio climático: aportes para ciudades de América Latina

Andrea Carrión y María Elena Acosta, coordinadoras

© 2020 FLACSO Ecuador  
Marzo de 2020  
ISBN: 978-9978-67-530-4 (pdf)

Cuidado de la edición: Editorial FLACSO Ecuador

**FLACSO Ecuador**  
La Pradera E7-174 y Diego de Almagro, Quito-Ecuador  
Telf.: (593-2) 294 6800 Fax: (593-2) 294 6803  
www.flacso.edu.ec

---

Investigación aplicada sobre cambio climático : aportes para ciudades de América Latina / coordinado por Andrea Carrión y María Elena Acosta. Quito : FLACSO Ecuador, 2020

xiv, 238 páginas : ilustraciones, figuras, fotografías, mapas, tablas

Incluye bibliografía

ISBN: 9789978675304 (pdf)

MEDIO AMBIENTE ; CAMBIO CLIMÁTICO ; TECNOLOGÍA ; CIENCIA ; ETNOGRAFÍA ; POLÍTICAS PÚBLICAS ; GOBIERNO LOCAL ; VIVIENDA ; ECONOMÍA ; GÉNERO ; AMÉRICA LATINA. I. CARRIÓN, ANDREA, COORDINADORA. II. ACOSTA, MARÍA ELENA, COORDINADORA

333.7 - CDD

---

Esta publicación se realizó en el marco del proyecto “Construyendo liderazgo para las ciudades de América Latina y el Caribe en un clima cambiante”, IDRC - FLACSO N° 108443-001, ejecutado por el Departamento de Asuntos Públicos de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador, gracias a la subvención concedida por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC) de Canadá. Las ideas o planteamientos contenidos en la presente edición son responsabilidad de sus autores y no representan necesariamente la posición institucional de FLACSO Ecuador, del IDRC o su Junta de Gobernadores.

# Índice de contenidos

<b>Presentación</b> .....	IX
<b>Abreviaturas</b> .....	XIII

## SECCIÓN 1

### CAMBIO CLIMÁTICO E INVESTIGACIÓN APLICADA:

#### ELEMENTOS PARA EL DEBATE REGIONAL

---

#### Capítulo 1

<b>La investigación aplicada sobre cambio climático y ciudades en América Latina y el Caribe: retos y aportes</b> .....	3
María Elena Acosta	

#### Capítulo 2

<b>Entre la tecno-ciencia y la experiencia: el conocimiento híbrido como fundamento para la investigación aplicada sobre cambio climático</b> .....	21
María Fernanda López-Sandoval y Santiago López	

#### Capítulo 3

<b>¿Haciendo investigación aplicada o aplicando investigación? Experiencias auto-etnográficas en el campo de la adaptación al cambio climático</b> .....	39
Andrea Lampis	

#### Capítulo 4

<b>¿Es posible transversalizar el enfoque de género en las políticas públicas diseñadas para enfrentar el cambio climático? Una aproximación a los casos de América Latina</b> .....	63
Marina Casas Varez	

**SECCIÓN 2****POLÍTICAS PÚBLICAS, CIUDADES E INVESTIGACIÓN APLICADA  
SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO****Capítulo 5**

<b>Investigación aplicada a la gestión del cambio climático en las ciudades de Ecuador</b> .....	93
Stephanie Ávalos, Jorge Núñez y Nicolás Zambrano	

**Capítulo 6**

<b>La racionalidad climática de los gobiernos locales: los compromisos de las ciudades en la primera Contribución Determinada a Nivel Nacional de Ecuador</b> .....	111
Diego Enríquez	

**Capítulo 7**

<b>Investigación aplicada en la arquitectura sostenible para el cambio climático</b> .....	129
Marina Pérez-Pérez	

**Capítulo 8**

<b>Agua y cambio climático: la investigación jurídica aplicada a un ejercicio mexicano</b> .....	151
Francisco Jalomo Aguirre	

**SECCIÓN 3****EXPERIENCIAS DE INVESTIGACIÓN APLICADA SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO:  
VIVIENDA, AGUA, MOVILIDAD Y AGRICULTURA URBANA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO****Capítulo 9**

<b>De la vivienda saludable a la consolidación urbana sostenible: el caso de la Fundación Pro Hábitat en procesos de investigación-acción</b> .....	167
Antonia Terrazas C., Jancarla Aleida Loayza Medina y Manolo Harris Bellott Irusta	

**Capítulo 10**

<b>Vulnerabilidad del derecho humano al agua frente al cambio climático: la experiencia de Protos Ec en los cantones de Muisne y Rioverde de la provincia de Esmeraldas (2014-2016)</b> . . . . .	187
Piedad Ortiz Olmedo	

**Capítulo 11**

<b>La investigación aplicada: insumo y producto para diseñar políticas públicas urbanas y territoriales con el fin de enfrentar el cambio climático</b> . . . . .	197
María Susana Grijalva	

**Capítulo 12**

<b>Pedaleando para hacer frente a los desiertos de alimentos y al cambio climático en St. Louis, Missouri</b> . . . . .	215
Amaya Mirentxu Carrasco Torrontegui	

<b>Autores y autoras</b> . . . . .	233
------------------------------------	-----

**Índice de fotografías**

Food Roof . . . . .	219
Urban Harvest STL . . . . .	221
Featuring Farmer . . . . .	223
Veggie Bike . . . . .	225

**Índice de gráficos**

1.1. La investigación aplicada sobre cambio climático. . . . .	8
1.2. Desafíos en la investigación aplicada . . . . .	15
1.3. Desafíos de la trasversalización del enfoque de género en la investigación aplicada . . . . .	15
1.4. Barreras que enfrentan la redes en América Latina y el Caribe . . . . .	19
2.1. Componentes de la aproximación epistemológica híbrida . . . . .	30
3.1. Ejes categoriales para la interpretación de la gobernanza en la investigación aplicada sobre cambio climático y ciudades . . . . .	46
3.2. Modelo multidimensional de riesgo, proyecto ADAPTE. . . . .	54

5.1. Inventario de gases de efecto invernadero de Ecuador (2012) . . . .	95
7.1. ECOINVOLUCRATE . . . . .	135
7.2. Línea de tiempo de la legislación ecuatoriana involucrada en la sostenibilidad. . . . .	137
7.3. Evolución histórica de programas internacionales para la educación ambiental . . . . .	138
7.4. Definición de espacios públicos urbanos . . . . .	142
7.5. Materiales de construcción en la arquitectura informal de una zona de estudio de Ambato. . . . .	145
12.1. Manual de funcionamiento de la Veggie Bike . . . . .	226

### Índice de mapas

9.1. Departamentos de intervención de Fundación Pro Hábitat . . . . .	168
---	-----

### Índice de tablas

1.1. Paradigmas de la investigación. . . . .	4
1.2. Modelos de investigación. . . . .	5
1.3. Desafíos y aportes de la investigación aplicada. . . . .	13
2.1. La hibridización del conocimiento climático combinando la tecno-ciencia y la experiencia en los Andes norte del Ecuador. . . .	32
3.1. Comparación analítica entre proyectos . . . . .	47
6.1. Iniciativas y acciones de los gobiernos locales municipales de Ecuador frente a la primera Contribución Determinada a Nivel Nacional . . . . .	121
6.2. Fundamentación técnica e investigativa de las iniciativas y acciones de los gobiernos locales municipales de Ecuador frente a la primera Contribución Determinada a Nivel Nacional . . . .	123
7.1. Indicadores para determinar la sostenibilidad en los centros urbanos . . . . .	139

## Sección 1

# Cambio climático e investigación aplicada: elementos para el debate regional



## Capítulo 2

# Entre la tecno-ciencia y la experiencia: el conocimiento híbrido como fundamento para la investigación aplicada sobre cambio climático

María Fernanda López-Sandoval y Santiago López

Las acciones y políticas que de manera efectiva aborden los retos del cambio climático en áreas rurales demandan un entendimiento diferenciado de cómo las poblaciones responden a cambios en el clima. También se requiere comprender el rol que tienen los factores climáticos en el cambio ambiental global, y apreciar la contribución de los esfuerzos interdisciplinarios locales y globales al diálogo entre ciencias biofísicas y sociales (Ostrom 2009; Burnham, Ma y Zhang 2015; López, Jung y López-Sandoval 2017). Este diálogo se torna relevante en un contexto científico tradicional en el cual la interlocución interdisciplinaria sobre el cambio climático se ve truncada por estructuras disciplinarias fuertemente compartimentalizadas en la generación de conocimiento y por diferencias epistémicas fundamentales (Jasanoff 2010; Bjurström y Polk 2011). Si bien se observa que el conocimiento alrededor del cambio climático se ha globalizado en una cuasiexperiencia cosmopolita (Hulme 2009) que se asume como autoridad universal para orientar agendas de políticas, intervenciones e investigaciones, la gran parte de la población a nivel planetario se mantiene al margen de ese conocimiento y del discurso de agencia política que lo acompaña. La poca atención que se ha dado a la creación de marcos analíticos híbridos que procuren la integración de epistemologías distintas y contrastadas explicaría por qué la interdisciplinariedad todavía no es una práctica asumida en la investigación sobre el cambio climático.

El llamado a la interdisciplinaria es esencial dado que el fenómeno climático es concebido como el resultado de experiencias, prácticas y procesos donde lo humano y lo no humano interactúan, por esta razón el cambio climático posee un carácter híbrido (Popke 2016). Sin embargo, en el diálogo interdisciplinario sobre cambio climático, son las ciencias físicas y naturales (Jasanoff 2010) las que dominan el discurso y la investigación científica. Así los preceptos positivistas de las ciencias naturales se convierten en el lineamiento universal y global para definir los requerimientos de la investigación en el campo social y, sobre todo, direccionan las medidas necesarias para cambiar ese comportamiento social a nivel local.

La preeminencia de las ciencias naturales sobre las sociales al investigar el cambio climático desbalancea la forma de experimentarlo a nivel de escalas y de las epistemologías. En el primer caso, entre el conocimiento local subordinado al conocimiento global. En el segundo caso, entre la dominación de las ciencias físicas para definir lo científico y la complementariedad del conocimiento local para generar cambios de comportamiento y adaptaciones específicas (Weber y Schmidt 2016). En este contexto, el conocimiento sobre cambio climático se convierte en una negociación políticamente desbalanceada entre la tecno-ciencia global (universal) y la experiencia local (particular). En este capítulo se aborda esta problemática y se discuten las posibilidades y potencialidades de la producción de un conocimiento híbrido como fundamento de la investigación aplicada sobre cambio climático. Con ejemplos de los Andes tropicales, presentamos algunas de las contradicciones en la producción de conocimiento sobre cambio climático, para contextualizar una propuesta analítica que se aproxime al conocimiento híbrido y una aplicación concreta dentro de este marco.

## Contradicciones en la producción de conocimiento sobre cambio climático

El conocimiento científico global sobre cambio climático también ha definido un discurso político, encabezado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), el cual influye notablemente en las

agendas internacionales y de cooperación. Así, por ejemplo, la adaptación no es solo una respuesta racional frente al cambio verificado con parámetros meteorológicos, sino que es una respuesta política al discurso que se deriva de este fenómeno (Weisser et al. 2014). La legitimidad del discurso sobre el cambio climático se basa en los hechos científicos y técnicos que lo sustentan y que, por lo racional y cierto del proceso de construcción del mismo, es irrefutable: el cambio climático es el resultado de una mala conducta ambiental y una amenaza a la sociedad global (Weber y Schmidt 2016). En este contexto, el cambio climático natural, físico y planetario es originado por la actividad humana; es una potencial catástrofe planetaria que demanda que todos los seres humanos actúen a través de medidas y comportamientos para mitigarlo y adaptarse. Existe una vinculación entre el conocimiento tecno-científico fundamentalmente ligada a la experiencia y cambio de prácticas.

### Lo situado y político del conocimiento tecno-científico

Una mirada crítica sobre cómo se produce el conocimiento de los hechos científicos y técnicos relacionados con el cambio climático revela ciertas contradicciones. Los procedimientos científicos convencionales que buscan identificar patrones históricos de cambio climático, se basan en la caracterización de indicadores como la precipitación, la temperatura, la radiación solar, etc., con el fin de entender su comportamiento en relación con un periodo de referencia, que se considera normal y, alrededor de esto, identificar posibles incertidumbres (Razavi et al. 2016). Como estas tendencias históricas y espaciales están vinculadas a un sitio donde se receptan los datos meteorológicos, dependen de los análisis estadísticos de información levantada por instrumentos meteorológicos, que luego se interpolan a distintas resoluciones o escalas. El hecho de que ciertas áreas estén mejor descritas que otras es por la calidad y disponibilidad de datos, antes que por la relevancia científica de los lugares. En el caso de los Andes, ha sido complejo elaborar las evaluaciones climáticas de larga trayectoria histórica y de alta resolución espacial debido a la alta variabilidad

topográfica y climática, la escasez de estaciones meteorológicas y la falta de métodos de levantamiento de datos estandarizados longitudinales. El conocimiento científico resulta de cálculos que se supone son racionales, estadísticos, comparables, replicables y predecibles, por ejemplo, a través del modelamiento climático.

Así, las tendencias encontradas para la región andina tropical están conformadas –si acaso– por imágenes del cambio climático y por los distintos niveles de incertidumbre y de confiabilidad de los resultados. En el caso de Ecuador, existen estudios regionales climáticos recientes (Villacís 2008; Vuille et al. 2008; Rossel y Cadier 2009; Bendix y Bendix 2006; Buytaert et al. 2006; Mora y Willems 2012; Morán-Tejeda et al. 2016; López, Wright y Costanza 2017) que pueden considerarse buenas aproximaciones debido a los procedimientos científicos utilizados, aunque los niveles de incertidumbre son grandes, no coinciden en valores absolutos y las direcciones de las tendencias –sobre todo en relación con la precipitación– son diversas.

Por ejemplo, estos estudios muestran ciertas convergencias con relación al incremento de temperaturas. Vuille et al. (2008), Villacís (2008), Morán-Tejeda et al. (2016) y López, Wright y Costanza (2017) coinciden en que las temperaturas de los Andes tropicales se han incrementado desde mediados de los 70 a una tasa que varía entre  $0,01^{\circ}\text{C}$  y  $0,024^{\circ}\text{C}$  por año. En cuanto a la precipitación, las divergencias son generalizadas y no existen señales claras de cambios en este parámetro. En otro análisis con similar enfoque, Barrucand, Giraldo Vieira y Canziani (2017) analizaron datos históricos sobre las precipitaciones y la temperatura en la región colombiana de Manizales y los contrastaron con la percepción de los pobladores locales. El análisis climático se hizo con datos de tres estaciones, localizadas a alturas distintas que mostraron tendencias climáticas diversas. Los procedimientos científicos cumplieron todos los estándares y la calidad de los resultados fue alta; se hizo una presentación crítica de datos climáticos y de las muchas falencias de las series, por ejemplo, de los vacíos en las series temporales. Los investigadores reconocieron, además, que la localización de las estaciones meteorológicas no coincidía completamente con la localización de las personas encuestadas. A pesar de todas estas deficiencias reconocidas y asumidas en la investigación, se concluyó científicamente que

las tendencias estimadas del cambio climático indican un incremento de temperatura (reforzando la idea de calentamiento global) con base en valores “aproximados” de cambio. Estos corresponden a 0,25 °C/década entre 1956-2007 en el sitio 1 y a 0,12 °C/década entre 1956-2005 en el sitio 2.

Estos claros valores aproximados cambiaron entre 1982 y 2006, periodo del que existen datos completos para las tres estaciones. Así, los valores aproximados de cambio varían a 0,32 °C/década en el sitio 1 y 0,22 °C/década en el sitio 2. En el sitio , un cambio significativo de 0,65 °C/ década fue observado (Barrucand, Giraldo Vieira y Canzani 2017). En otro ejemplo, López, Jung y López-Sandoval (2017) analizaron los cambios en la temperatura y la precipitación para tres localidades en los Andes al norte del Ecuador. Los datos partieron de mediciones en estaciones públicas. Estos tenían vacíos temporales y poca precisión según reconocieron los investigadores. Se aplicaron modelos climáticos, pero para elevar la precisión de los resultados, se contrastaron con datos de modelos climáticos regionales, mediante equiparaciones matemáticas, a través de la reducción de escala espacial (*downscaling*) de datos regionales para obtener tendencias locales. Así, para elevar la consistencia de resultados de los datos meteorológicos observados con datos de estaciones locales, se compararon con los datos modelados a nivel regional. De este modo se pudieron afirmar ciertas tendencias incrementales en temperatura. Estas también fueron presentadas como conocimiento científico (López, Jung y López-Sandoval 2017).

Estos ejemplos evidencian que decidir sobre el tiempo del período de observación, el trabajo con series temporales incompletas, la localización particular de las estaciones meteorológicas o la continuidad en la serie de datos utilizados tiene impactos en los resultados que se consideran científicos además de reforzar el discurso del calentamiento global. Esto quiere decir que, a pesar de que se considera legítimo e imparcial, el conocimiento tecno-científico también está sujeto a factores contextuales, políticos y situacionales al igual que otras formas de conocimiento (Jasanoff 2010). Además, a pesar de que los estudios de tendencias son útiles como verificadores del cambio climático, son limitados para entender tendencias locales que podrían generar explicaciones sobre los significados del cambio climático en estas escalas.

## Vacíos del conocimiento científico para experiencias locales

Se podría argumentar que el conocimiento científico debería ayudar a fomentar cambios de prácticas o formas de experiencias locales, si estas son demandadas para procesos de adaptación y mitigación. Sin embargo, existen ejemplos en los cuales las demandas locales de conocimiento científico sobre clima no pueden ser respondidas. En el estudio de Gurgiser et al. (2016) sobre cambio climático en los Andes peruanos, se reportó sobre la “puspa” en la cuenca del río Auqui, zona de Huaráz. Este fenómeno se refiere localmente a los primeros eventos de precipitación, después del intenso periodo de verano entre agosto y septiembre. La puspa es muy importante para la agricultura, pues indica el inicio de la época de lluvias y, por esto, define las actividades del calendario agrícola. Según reporte de los pobladores, esta precipitación es muy suave y provee las condiciones necesarias para la preparación de la tierra. Sin embargo, los datos climáticos no ofrecen información para determinar la variabilidad de la puspa históricamente, lo cual es de fundamental interés para los campesinos. En este estudio, los autores reconocieron el interés local por el conocimiento científico, para luego pasar al análisis de los datos climáticos (Gurgiser et al. 2016).

En un caso similar observado en Yanahurco Grande, provincia de Cotopaxi en Ecuador, la intensidad y recurrencia del viento son importantes en los tiempos de cosecha para aventar los cereales, una técnica tradicional para separar el grano de la cáscara. Sin embargo, los datos climáticos de las estaciones meteorológicas no son útiles para indagar el comportamiento del viento (López, Jung y López-Sandoval 2017). Esta realidad sugiere que el conocimiento científico no puede responder a las demandas de información de cada localidad.

A pesar de las repetidas afirmaciones sobre las consecuencias sociales y económicas del cambio climático, el conocimiento científico no ha podido definir claramente –al menos en el caso de los medios de vida andinos– cuáles son exactamente las condiciones sociales que se derivan del cambio climático, como, por ejemplo, el deterioro en la calidad de vida, la migración o la pobreza. En los Andes tropicales, cuya ecología y clima son per se altamente variables, las poblaciones locales han desarrollado conociemien-

tos específicos y formas de adaptación o de respuesta a estas variaciones climáticas, alcanzando negociaciones resilientes con ambientes a veces adversos, de una manera más bien intuitiva y espontánea (Troll 1943; Murra 1972; Dollfus 1981; Gade 1999).

Además, las poblaciones de los Andes tropicales han estado inmersas históricamente en procesos políticos y económicos que han limitado muchas veces el bienestar de las poblaciones rurales. El sistema hacendario, la lucha por la tierra y el agua, la migración, o la minifundización son procesos históricos que han demandado repuestas y adaptaciones de la población local. Los pueblos andinos viven en un contexto de incertidumbre y ahora asumen otro reto: el del cambio climático. Sin embargo, el conocimiento global sobre este fenómeno todavía no ha asumido los contextos locales y su historia, lo que lleva a simplificar y generalizar que el cambio climático forja condiciones de pobreza y marginalidad.

### La experiencia como base de la percepción y el conocimiento ancestral

Desde la comunicación del IPCC en el 2011 se ha hecho un llamado a buscar formas de aproximarse al conocimiento local para mejorar el intercambio entre escalas globales de decisión y locales de acción. Sin embargo, el conocimiento local sobre el cambio climático ha sido marginado en la construcción de ese conocimiento global. Esta forma de conocimiento se ha abordado a través de estudios de percepción e investigaciones sobre el conocimiento ancestral en el manejo de variabilidad ecológica y riesgo climático. Los estudios de percepción en los Andes, por ejemplo, contrastan las experiencias sensoriales vividas por los pobladores locales y los patrones climáticos o hídricos, que resultaron de cambios ambientales observados (Murtinho et al. 2013; Herrador-Valencia y Paredes 2016; Jurt et al. 2015). Las conclusiones ratifican lo que los análisis científicos de los datos climáticos sugieren o cuestionan la sensibilidad de las poblaciones a los cambios de clima. Los análisis sobre conocimiento ancestral o local (Lebel 2013; Naess 2013) parten de que se requiere un acercamiento más focalizado para conocer cómo adaptarse al cambio climático y cómo aprende la gente

a adaptarse. De este modo, se considera que el conocimiento ancestral es necesario para desarrollar mecanismos de comunicación y educación que permitan, por ejemplo, implementar acciones o políticas de adaptación globales pero que demandan respuestas locales.

Si bien a las ciencias físicas y naturales les interesa, sobre todo, entender cómo funcionan la vulnerabilidad y la resiliencia de los ecosistemas en contextos de cambio climático, para poder actuar sobre estos es esencial conocer cómo funcionan los medios de vida rurales vinculados a esos ecosistemas. Dentro del discurso dominante, el reconocimiento de la capacidad adaptativa de estos en el manejo de la vulnerabilidad y el riesgo llevará a apoyar a sistemas socioecológicos resilientes (Bahadur, Ibrahim y Tanner 2013). Esta capacidad de resiliencia, vinculada al conocimiento ancestral, puede ser una vía para subsistir frente al cambio climático en el discurso de la adaptación. Estas perspectivas son fundamentales en las agendas de investigación y de políticas públicas incluyendo las intervenciones de la cooperación internacional. Otra ola de “proyectitis” (Weber y Schmit 2016), bajo el discurso del cambio climático, está sucediendo en el sur global rural y en los Andes; allí, los temas de percepción de cambio climático y de conocimiento ancestral son centrales para lo que investigan las ciencias sociales vinculadas al cambio climático.

## El conocimiento híbrido como alternativa en el estudio del cambio climático

Singer y Avery (2007) argumentaban que el calentamiento global actual es parte de un ciclo natural que se produce cada 1500 años debido a variaciones en el nivel de energía electromagnética del Sol. Por este motivo, cualquier esfuerzo para controlar las emisiones de gases de efecto invernadero serían fútiles. En el mismo año de esta publicación, el IPCC lanzó su cuarto reporte sobre la situación climática mundial. Este concluyó que la mayor parte del incremento en las temperaturas globales promedio desde mediados del siglo XX era probablemente –con más del 90 % de probabilidad– causado por el incremento observado en la

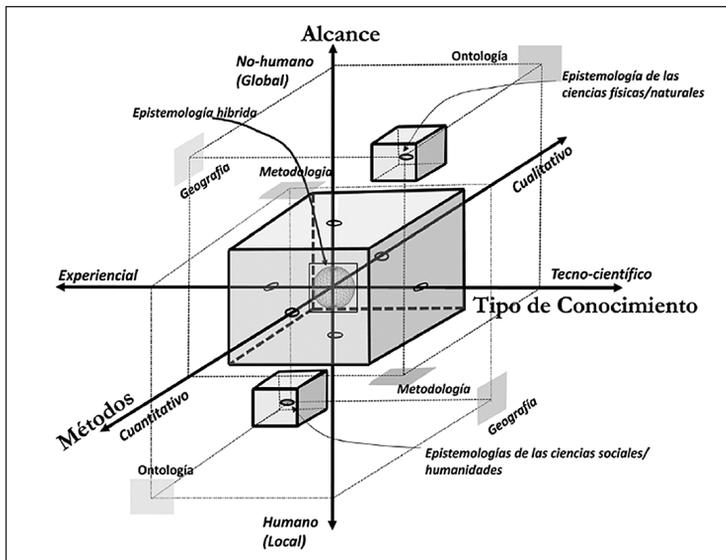
concentración de gases de invernadero (GEI) de tipo antropogénico en el siglo XX (Salomon e IPCC 2007). ¿Cómo podían ser las conclusiones de estos dos reportes aceptables? El calentamiento global no puede ser el resultado de los cambios energéticos del sol y, al mismo tiempo, suscitarse por el incremento de los GEI. Las dos conclusiones podían estar equivocadas, pero no ser ciertas a la vez.

Este ejemplo muestra las preocupaciones, a nivel global, sobre si la ciencia positivista es capaz de evaluar las causas propuestas y las respuestas asociadas al cambio climático. Sin embargo, la tecno-ciencia tiene el atractivo implícito de ser imparcial o universal y proponer afirmaciones sobre lo que es y no es peligroso para las sociedades en regiones específicas. Muchas veces, esta se usa para justificar clamores sobre el mundo y sobre lo que este necesita para continuar su rumbo relativamente normal (Hulme 2009). La idea de que el cambio climático requiere de una variedad de entendimientos culturales y acercamientos metodológicos va tomando lugar en las discusiones sobre cambio ambiental. Uno de los temas relevantes en este debate ha sido el llamado a abrir las ciencias del clima a un mayor escrutinio crítico y considerarlas uno de los tantos marcos teóricos o epistemologías existentes para abordar el cambio climático (Tadaki, Salmond y Le Heron 2014; Bee, Rice y Trauger 2015). En este contexto, se insertan otras formas de entendimiento sobre este fenómeno que adoptan conceptualizaciones menos abstractas que las asociadas a descriptores numéricos de variables climáticas o tendencias espacio-temporales y que, directamente, emergen de las experiencias sociales dentro de contextos culturales específicos (Tadaki, Salmond y Le Heron 2014).

Sin embargo, en la actualidad, el reto fundamental para el renfoque de la investigación sobre el cambio climático es: “¿cómo, a niveles de las comunidades, las políticas, los espacios y los tiempos, el conocimiento impersonal del clima puede ser sincronizado con los ritmos mundanos de las vidas vividas y las especificidades de la experiencia humana?” (Jasanoff 2010, 238). La intersección entre las ciencias sociales, las humanidades, las ciencias físicas y las ciencias naturales es precisamente donde existen las oportunidades de descubrimiento y colaboración para enfrentar las problemáticas ambientales relacionadas con el cambio climático.

Entonces definimos la “epistemología híbrida” como un conjunto de racionalidades basadas en la tecno-ciencia y el conocimiento extraído de la experiencia y la intuición (Tironia, Salazar y Valenzuela 2013). Un marco epistemológico híbrido nos permite crear un espacio intermedio que delimite el enfoque, el método, el tipo de conocimiento y el alcance geográfico del cambio climático (López, Jung y López-Sandoval 2017) al integrar diferentes epistemologías que, a menudo no son compatibles (Watson-Verran y Turnbull 1995). Los métodos cualitativos y cuantitativos que abordan los alcances humanos (las prácticas, los sistemas de creencias) y los no humanos (los datos meteorológicos) del cambio climático, se reflejan en un tipo de conocimiento experiencial y tecno-científico respectivamente. Estos, a su vez, se relacionan con las escalas geográficas globales y locales (gráfico 2.1). La aproximación híbrida se verifica en la intersección entre estos tres componentes: los métodos, el alcance y el tipo de conocimiento.

Gráfico 2.1. Componentes de la aproximación epistemológica híbrida



Fuente: López, Jung y López-Sandoval (2017).

Este gráfico representa un modelo epistemológico híbrido que integra sistemas de conocimiento científicos y locales, enfoques metodológicos y ámbitos geográficos para: 1) revisar de forma integral las implicaciones del cambio climático en los Andes ecuatoriales según las epistemologías de los sistemas de conocimiento científicos y locales; 2) comprender el papel que juegan los factores climáticos en el uso de la tierra y el cambio agrícola en las comunidades dependientes de los recursos naturales de la región.

El marco analítico propuesto sirvió, por ejemplo, para estudiar datos de estaciones meteorológicas y datos climáticos reducidos de escala. Se utilizaron pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas, además de técnicas de análisis geoespacial para detectar tendencias climáticas espacio-temporales entre 1965 y 2013 (componente tecno-científico). Al mismo tiempo, el marco híbrido ayudó a entender la variabilidad climática en las últimas cuatro décadas usando información cualitativa derivada de encuestas y entrevistas sobre historias de vida a pequeños productores andinos, estas fueron recopiladas en tres sitios de investigación en los Andes del norte del Ecuador.

Este estudio reveló importantes tendencias estadísticas de calentamiento en la región que se corroboraron con la experiencia de los agricultores. Sin embargo, los registros de precipitación muestran una alta variabilidad interanual, sin tendencias significativas decrecientes o crecientes, lo que contradice las opiniones de los encuestados en dos de los sitios de investigación que, casi unánimemente, reportaron una reducción significativa de la precipitación anual y disponibilidad de agua. A su vez, este estudio demostró que, aunque el cambio climático parece ser un factor que influye en las prácticas agrícolas y ganaderas de los agricultores, otras fuerzas no climáticas juegan un papel más importante en la determinación de la intensidad y adopción de ciertas estrategias productivas. Una conclusión importante de esta investigación es que, a pesar de las divergencias y convergencias sobre el cambio climático que tiene cada uno de estos sitios donde se recogieron datos, los sistemas de conocimiento científicos y locales pueden entrelazarse para: 1) ampliar nuestra comprensión del cambio climático y la adaptación local; 2) promover políticas efectivas de gestión de recursos. Por ejemplo, los datos climáticos muestran que los patrones de

precipitación interanual no han cambiado mucho desde la segunda mitad del siglo XX. Sin embargo, los agricultores locales informan una importante variabilidad intra anual y cambios estacionales que causan dificultades para determinar cuándo sembrar. Estas personas adoptaron distintas estrategias en sus medios de vida para reducir los riesgos financieros relacionados con los cambios en los regímenes de precipitación. Igualmente, la protección y el acceso al páramo son estrategias para asegurar los recursos hídricos y enfrentar la posible escasez de agua que podría ser una consecuencia del cambio climático (tabla 2.1).

**Tabla 2.1. La hibridación del conocimiento climático combinando la tecno-ciencia y la experiencia en los Andes norte del Ecuador**

<b>Conocimiento científico</b>  <b>Global (no-humano)</b>  <b>Cuantitativo</b>	<b>Conocimiento local</b>  <b>Local (humano)</b>  <b>Cualitativo</b>	<b>Conocimiento híbrido</b>  <b>Meso (no-humano y humano)</b>  <b>Cuanti-cuali</b>
<p>Tendencias significativamente positivas de aumento de temperatura entre 1965 y 2013. Diferencias positivas en relación con el período normal incrementaron hacia las tierras bajas occidentales de la región del Pacífico, mientras que disminuyeron hacia el piedemonte oriental de los Andes y Amazonía</p>	<p>Se siente más caliente y el Sol está más intenso. El clima no es normal ahora. Hay más enfermedades en las plantas y una disminución general de la producción</p>	<p>Las temperaturas demuestran un aumento significativo en los Andes del norte y centrales en Ecuador desde la mitad del siglo XX, que es sentido por los agricultores. Ellos relacionan las temperaturas más calientes con un incremento de las enfermedades e indican un mayor uso de pesticidas para combatirlas que en el pasado</p>
<p>Incremento general de las temperaturas de los meses más calientes. Mayor diferencia en relación con el período normal en los valles interandinos</p>	<p>Se siente más caliente en la temporada del verano. Cuando hace sol, esto es tan intenso que quema la piel cuando se trabaja afuera. El clima ya no es normal. Hay más enfermedades en las plantas y una disminución general de la producción</p>	<p>Los registros de temperatura mensual más calientes muestran incrementos significativos en los Andes del norte y centrales desde la mitad del siglo XX. Los agricultores relacionan las temperaturas más calientes con un incremento de las enfermedades e indican un mayor uso de pesticidas para combatirlas que en el pasado</p>

Tabla 2.1. (*continuación*)

<p>A pesar de que en general la temperatura de los meses más fríos ha aumentado desde los 60, las temperaturas de los meses más fríos han disminuido en comparación al período normal. Las diferencias son mayores en los valles interandinos que en la Amazonía y la región del Pacífico</p>	<p>Se siente más frío en la temporada más fría. Cuando hace frío, es mucho más frío que en el pasado. Enfermedades que están afectando a los humanos, las plantas y los animales son más comunes</p>	<p>Los registros de temperatura de los años más fríos muestran un aumento significativo desde la mitad del siglo XX, a pesar de que se pudo observar una fase de enfriamiento desde inicios de los 90. Los agricultores reportan el uso de variedades de plantas mejor adaptadas a condiciones más frías y el uso de sistemas de riego para soportar las heladas</p>
<p>La precipitación anual no muestra tendencias significativas, lo cual indica una más alta variabilidad interanual, exacerbada por la topografía irregular de los Andes. Los niveles de precipitación han disminuido en relación con el período normal y las diferencias parecen incrementarse hacia la Amazonía</p>	<p>Llueve más o menos lo mismo, pero las respuestas sobre el tema de lluvia cambian significativamente dependiendo del sitio. Coinciden en que los patrones de precipitación estacionales han cambiado o se han movido. Los cambios del clima se asociaron a elementos espirituales</p>	<p>Los patrones interanuales de precipitación no han cambiado mucho desde la mitad del siglo XX. Sin embargo, los pobladores locales reportan cambios en las variaciones interanuales y temporales, que hacen difícil decidir cuándo iniciar las siembras. Indican una diversificación de sus medios de vida y la práctica de la economía doméstica como estrategias para reducir el riesgo financiero asociado a los cambios en los regímenes de precipitación. El control de zonas de páramo es clave como estrategia para asegurar el acceso al agua</p>

Fuente: López, Jung y López-Sandoval (2017).

Este ejemplo muestra cómo las respuestas locales podrían usarse para enfocar las recomendaciones tecno-científicas regionales diseñadas para aliviar las tensiones en la agricultura y el uso de la tierra causadas por el cambio climático en áreas con parámetros biofísicos particulares. Por lo tanto, es crucial para los investigadores estar en sintonía con la forma en que los sistemas de conocimiento científico y experiencial evolucionan a través de sus interacciones y cómo emergen conjuntamente a lo largo del continuo espacio-tiempo (Jasanoff 2010).

## Conclusiones

El llamado conocimiento híbrido podría contribuir a superar las paradojas de la producción de conocimiento sobre el cambio climático. Estas giran en torno a dos contradicciones: la primera es que el conocimiento tecnocientífico debe dirigir la producción de conocimiento local a una efectiva acción situada; la segunda es que este tipo de conocimiento científico también se construye con base en algunos niveles de incertidumbre, sobre todo a escalas locales. Así, el conocimiento híbrido, ante todo, cuestiona el discurso globalizador, autoritario y cosmopolita del cambio climático, reconociendo que este fenómeno es negociado e incorporado en la vida cotidiana de la población rural, como se evidencia en el caso andino. Por esta razón, el conocimiento híbrido invita a deconstruir las formas en que se produce el conocimiento que opone lo científico y lo local. Propone la construcción de un sistema integrador de enfoques metodológicos, ámbitos geográficos e, incluso, epistemologías. Para esto, abordar la percepción y el conocimiento local demanda de una visión crítica y situada que debe incorporar este conocimiento al conocimiento tecnocientífico.

La investigación híbrida demanda la desmitificación de la subordinación del conocimiento local al científico y propone una valoración equitativa de sistemas diversos de conocimiento. La investigación debe reconocer, sobre todo, la validez de los conocimientos locales; esto se logrará al aceptar y valorizar los sistemas de creencias, percepciones y experiencias de los cuales proviene. La perspectiva híbrida también implica que el conocimiento empírico y vivido puede generar lineamientos que guíen la producción de conocimiento científico. El conocimiento local es clave para entender y comunicar cómo las poblaciones rurales adaptan e incorporan el cambio climático a sus mundos vividos y no para identificar cómo deben responder y adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes (Rasmussen 2016).

## Referencias

- Bahadur, Aditya V., Maggie Ibrahim, y Thomas Tanner. 2013. “Characterising Resilience: Unpacking the Concept for Tackling Climate Change and Development”. *Climate and Development* 5 (1): 55-65.
- Barrucand, Mariana, Carolina Giraldo Vieira, y Pablo Canziani. 2017. “Climate Change and its Impacts: Perception and Adaptation in Rural Areas of Manizales, Colombia”. *Climate and Development* 9 (5): 415-27. <https://bit.ly/37wbPGf>
- Bee, Beth, Jennifer Rice, y Amy Trauger. 2015. “A Feminist Approach to Climate Change Governance: Every Day and Intimate Politics”. *Geography Compass* (9): 339-50. <https://bit.ly/2KPGBA5>
- Bendix, Astrid, y Jörg Bendix. 2006. “Heavy Rainfall Episodes in Ecuador During El Niño Events and Associated Regional Atmospheric Circulation and SST Patterns”. *Advances in Geoscience*, 6: 43-49. <https://bit.ly/2D9k0KB>
- Bjurström, Andreas, y Merritt Polk. 2011. “Physical and economic bias in climate change research: a scientometric study of IPCC Third Assessment Report”. *Climate Change*, 1081: 1-22.
- Burnham, Morey, Zhao Ma, y Baoqing Zhang. 2015. “Making sense of climate change: hybrid epistemologies, socio-natural assemblages and smallholder knowledge”. *Area*, 48: 18-26. <https://bit.ly/37q5rAa>
- Buytaert, Wouter, Rolando Céleri, Patrick Willems, Bert De Bièvre, y Guido Wyseure. 2006. “Spatial and temporal rainfall variability in mountainous areas: a case study from the south Ecuadorian Andes”. *Journal of Hydrology*, 329: 413-421.
- Dollfus, Olivier. 1981. *El reto del espacio andino*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- Gade, Daniel W. 1999. *Nature and Culture in the Andes*. Madison: University of Wisconsin Press.
- Gurgiser, Wolfgang, Irmgard Juen, Katrin Singer, Martina Neuburger, Simone Schauwecker, Marlis Hofer, y Georg Kaser. 2016. “Comparing peasants’ perceptions of precipitation change with precipitation records in the tropical Callejón de Huaylas, Peru”. *Earth System Dynamics* 6 (2): 499-514. <https://bit.ly/2qvuXnd>

- Herrador-Valencia, Doribel, y Myriam Paredes. 2016. “Cambio climático y agricultura de pequeña escala en los Andes ecuatorianos: un estudio sobre percepciones locales y estrategias de adaptación”. *Journal of Latin American Geography* 15 (2): 101-121.
- Hulme, Mike. 2009. *Why we disagree about climate change: Understanding controversy, inaction, and opportunity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jasanoff, Sheila. 2010. “A New Climate for Society”. *Theory, Culture & Society* 27 (2-3): 233-53.
- Jurt, Christine, María Burga, Luis Vicuña, Christian Huggel, y Ben Orlove. 2015. “Local perceptions in climate change debates: insights from case studies in the Alps and the Andes”. *Climatic change* 133 (3): 511-523.
- Lebel, Louis. 2013. “Local knowledge and adaptation to climate change in natural resource-based societies of the Asia-Pacific”. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 18 (7): 1057-1076.
- López, Santiago, Christopher Wright, y Paulette Costanza. 2017. “Environmental change in the equatorial Andes: Linking climate, land use, and land cover transformations”. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 8: 291-303.
- López, Santiago, Jin-Kyu Jung, y María Fernanda López-Sandoval. 2017. “A hybrid epistemological approach to climate change research: Linking scientific and local knowledge systems in the Ecuadorian Andes”. *Anthropocene* 17 (17): 30-45.
- Mora, Diego, y Patrick Willems. 2012. “Decadal oscillations in rainfall and air temperature in the Paute River Basin–Southern Andes of Ecuador”. *Theoretical and Applied Climatology* 108 (1): 267-282.
- Morán-Tejeda, Enrique, Juan Bazo, Juan López-Moreno, Enric Aguilar, César Azorín-Molina, Arturo Sánchez-Lorenzo, Rodney Martínez, Juan Nieto, Raúl Mejía, Natalia Martín-Hernandez, Sergio Vicente-Serrano. 2016. “Climate trends and variability in Ecuador (1966-2011)”. *International Journal of Climatology*, 36: 3839-3855.
- Murra, John. 1972. “El control vertical de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades andinas”. En *Visita de la Provincia de León de Huánuco en 1562*, editado por John Murra, 427-476. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio.

- Murtinho, Felipe, Christina Tague, Bert De Bièvre, Hallie Eakin y David López-Carr. 2013. "Water scarcity in the Andes: a comparison of local perceptions and observed climate, land use and socioeconomic changes". *Human ecology* 41 (5): 667-681.
- Naess, Lars. 2013. "The role of local knowledge in adaptation to climate change". *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 4 (2): 99-106.
- Ostrom, Elinor. 2009. "A Polycentric Approach for Coping with Climate Change". Policy Research Working Paper 5095 del Banco Mundial. <https://bit.ly/33eSBld>
- Popke, Jeff. 2016. "Researching the hybrid geographies of climate change: reflections from the field". *Area* 48 (1): 2-6.
- Rasmussen, Mattias Borg. 2016. "Unsettling times: living with the changing horizons of the Peruvian Andes". *Latin American Perspectives* 43 (4): 73-86.
- Razavi, Tara, Harris Switzman, Altaf Arain, y Paulin Coulibaly. 2016. "Regional climate change trends and uncertainty analysis using extreme indices: A case study of Hamilton, Canada". *Climate Risk Management*, 13: 43-63. <https://bit.ly/35DYrOH>
- Rossel, Frédéric, y Eric Cadier. 2009. "El Niño and prediction of anomalous monthly rainfalls in Ecuador". *Hydrological Processes* 23 (22): 3253-3260.
- Salomon, Susan, e IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático). 2007. *Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Singer, Siegfried, y Dennis Avery. 2007. *Unstoppable Global Warming: Every 1500 years.*: Lanham: Rowman & Littlefield.
- Tadaki, Marc, Jennifer Salmond, y Richard Le Heron. 2014. "Applied climatology: Doing the relational work of climate". *Progress in Physical Geography* 38 (4): 392-413.
- Tironia, Manuel, Maite Salazar, y Daniel Valenzuela. 2013. "Resisting and accepting: Farmers' hybrid epistemologies in the GMO controversy in Chile". *Technology in Society* 35 (2): 93-104.
- Troll, Carl 1943. "Die Stellung der Indianer-Hochkulturen im Landschaftsaufbau der tropischen Anden". *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde*, 3-4: 93-128.

- Villacís, Marcos. 2008. “Ressources en eau glaciaire dans les Andes d’Equateur en relation avec les variations du climat: Le cas du volcan Antisana (Glacial water resources in the Andes of Ecuador in relation to climatic variation: The case of Volcan Antisana)”. Tesis de doctorado, Université de Montpellier. <https://bit.ly/2pL9Blj>
- Vuille, Mathias, Bernard Francou, Patrick Wagnon, Irmgard Juen, Georg Kaser, Bryan Mark, y Raimond Bradley. 2008. “Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present, and future”. *Earth Science Reviews* 89 (3-4): 79-96.
- Watson-Verran, Helen, y David Turnbull. 1995. “Science and Other Indigenous Knowledge Systems”. En *Handbook of Science and Technology Studies*, editado por Sheila Jasanoff, Gerald Markle, James Peterson y Trevor Pinch, 115-139. Londres: Sage Publications.
- Weber, Anja, y Matthias Schmidt. 2016. “Local perceptions, knowledge systems and communication problems around the climate change discourse—examples from the Peruvian Andes”. *Erdkunde* 70 (4): 355-366. <https://bit.ly/2KLZO5E>
- Weisser, Floria, Michael Bollig, Martin Doevenspeck, y Detlef Müller-Mahn. 2014. “Translating the ‘adaptation to climate change’ paradigm: the politics of a travelling idea in Africa”. *The Geographical Journal* 180 (2): 111-119.