
LÍMITES DE LA EXPLICACIÓN LINEAL
Y EL REDUCCIONISMO:
REFLEXIONES HACIA UNA CIENCIA
NO LINEAL Y PLURALISTA
TEÓRICO-METODOLÓGICA

GUSTAVO SANDOVAL GARCÍA

ABSTRACT. This paper deals with the problem of knowledge as a human activity that embodies a set of different strategies to be solved. The current analysis focuses over a set of epistemic arguments about knowledge according to the modern science that began in the sixteenth century in Europe. In specific, scientific knowledge is explored as a fuzzy set, which it is establish its epistemic and methodological bounds. All of this under the central question: lineal scientific explanation is enough?

KEY WORDS. Knowledge, science, Empirism, abduction, Positivism, uncertainty, complexity, non-linearity, hermeneutics, scientific pluralism.

I know this sounds insane, but, well, the truth sounds insane
sometimes, but that doesn't mean it's not the truth. And the truth
is... I have no talent at all. But this rat, he's the one behind these
recipes

Alfredo Linguini, *Ratatouille*

La ciencia tiene un fuerte aflujo progresista, siempre avante al descubrimiento, haciendo posible lo impensable. Ha sobresalido frente a otras formas de pensamiento como el religioso y el mágico-místico. Con todo, existen ciertas insuficiencias con el llamado paradigma lineal y reduccionista de la ciencia, de tal manera que aquí se tratará de mostrar dichas insuficiencias tratando de exponer cuáles son los límites epistémicos de dicha forma de hacer ciencia.

I. Wallerstein (2004: 19) refiere una crisis en la ciencia occidental —extensible hacia toda la civilización— donde comienza a perder su prestigio como la forma más certera de verdad cuando el cientificismo y la duda

Licenciatura en Arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
optimistic_inilimbo@yahoo.com.mx

sobre una ciencia impregnada de intereses extracientíficos son cuestionados y legitimidad.

Además, la ciencia no es una unidad homogénea, pues si bien geometrías lineales y no lineales abarcan el estudio del espacio, existen diferencias notables entre ellas, y lo mismo para la física practicada por Galileo comparada con la de Einstein. En síntesis, los métodos y preguntas que desarrollan los científicos de hoy divergen a aquellos que los antecedieron hace unos cuatrocientos años (Wallerstein 2004).

LA TAXONOMÍA DEL CONOCIMIENTO

Según Wallerstein (2004: 24), antes de la era moderna el saber estaba unificado, no estaba dividido en un área científica y otra humanista, y mucho antes tampoco existía la división entre ciencia y filosofía; esa partición se acentuó cuando la primera optó por el empirismo y no sólo la razón. Como antecedente habrá que considerar que la universidad medieval había organizado el saber en teología, medicina, derecho y filosofía, pero en el siglo XVI la religión comenzó a perder lugar en la cátedra hasta casi desaparecer en el siglo XIX. Por otra parte, en el siglo XVIII surgieron las casas especializadas: artes, filosofía, humanidades y ciencias, marca de la fractura filosófico-científica, pues previamente el estudio de la verdad era indisoluble, así como había sido entre teología y filosofía. Al final la ciencia reemplazó a la filosofía y a la teología como teoría de las cosas mejor acreditada¹ y optó por estudiar la verdad, dejando a aquéllas discutir sobre el bien (Kosko 2005: 61).

Una vez demarcado el saber científico, el criterio de lo particular y universal se aplicó al interior para diferenciar humanidades y ciencia natural, y esa fractura abocó a la ciencia natural a la búsqueda de universales en el mundo físico, y para las humanidades quedó el análisis de lo individual y esporádico.

De esa forma, y acorde con una clasificación muy básica, el conocimiento se puede definir orientado hacia el empirismo o hacia la tautología². El primero abarca desde un saber apoyado en la tradición y la experiencia (p. e., el saber artesanal) hasta el más sofisticado que correspondería al saber científico³.

En lo que respecta al saber tautológico, asociado principalmente a las perspectivas mágico-religiosas o cosmovisiones autovalidadas, es suficiente con creer algo para que posea rango de verdad; es un sistema explicativo que define la existencia de eventos u objetos basado en enunciados no contrastables⁴. De este modo, si una proposición afirma, por ejemplo, que una entidad divina creó el universo de la Nada, para el saber autovalidado no es necesario demostrar la certeza del enunciado, es verdadero por enunciación.

El mismo proceso —llamémosle el origen de la materia— visto desde el empirismo científico necesita ser explicado físicamente como un proceso de cambio del estado inicial al consecuente para tomarlo como un enunciado con un potencial de verdad.

Esa síntesis mínima que diferencia dos formas cognitivas entiende la verdad tautológica sustentada en causalidades incontrastables (p. e., Dios), o lo que es lo mismo, con la autovalidación resulta imposible medir o falsar sus enunciados.

Por otra parte, el saber empírico depende de poder asignar magnitudes o computar la naturaleza, así define y mide *joules*, *newtons*, o grados *Celsius*. A partir de esas dimensiones clasifica, compara y explica objetos y/o eventos naturales, aunque ello no es suficiente para establecer un conocimiento científicamente verdadero.

La taxonomía del saber se complica cuando la ciencia occidental reconoce entre sus ancestros a los filósofos helenos abocados al uso del razonamiento para llegar al conocimiento verdadero. A diferencia de los antiguos geómetras, los filósofos objetaron la experiencia y la medida; así, la raíz más básica de las querrelas empírico-racionalista es visible en las reflexiones socráticas que cuestionan la fidelidad de la percepción y califican los sentidos corpóreos como inductores al error, y en cambio confía el saber verdadero al uso de la razón, lo inmaterial sobre lo material.

Durante la era moderna, la disputa empírico-racionalista se volvió más extensa. Descartes generó su método hacia la verdad con modelos matemáticos y ecuaciones; Galileo representa el impulsor de la ciencia empírica y experimental. El desarrollo de la ciencia empírica moderna quedaría mitificado en la fábula de la manzana de Newton: a una teoría sobre el mundo antecede una observación.

LÍMITES DEL EMPIRISMO. PERCEPCIÓN Y OBJETIVIDAD

Bajo el concepto de objetividad, se niega la existencia de prejuicios en la formación de proposiciones con base empírica y encuentra en el método inductivo una guía para el conocimiento. El relato dice que cuando a Newton le cayó una manzana en la cabeza asoció la idea de la fuerza de atracción universal entre los cuerpos, la gravedad. La historia de la ciencia afirma que la definición del concepto implicó mucho más trabajo, aunque el relato sintetiza perfectamente a la observación como método de aprehender el mundo.

Así, en el siglo XV, Leonardo da Vinci disecaba cadáveres para entender la morfología y funciones básicas del cuerpo humano. En el siglo XIX se recolectaban rocas y minerales para clasificarlos, y al menos desde el siglo XVII ya se concebía la existencia de eventos que la percepción humana directa no podía medir. Para ello Galileo se auxilió de telescopios (1609), y

Robert Hooke (1665) construyó un microscopio para aumentar a un registro visible aquello que le era inaccesible⁵.

La observación empírica y la tecnología son una pareja funcional, la última auxilia a las limitaciones humanas en aquello que no le es accesible. Los artefactos registran eventos invisibles para el ojo humano, no sólo por su escala sino también por velocidad. Además, no toda la maquinaria está encaminada a ser un refinamiento de la percepción sino que un artefacto puede proveer una interpretación del evento u objeto observado, por ejemplo, el electrocardiograma.

La complicación perceptiva no concluye allí. Por ejemplo, en el asunto del color, donde la primera impresión dirige a concebirlo como una cualidad exterior meramente asimilable, la neurobiología afirma que la visualización del color es más consecuencia de la capacidad biológica que de la realidad misma. Ello se ilustra con animales que experimentan un escenario monocromático, bicromático y aquellos que lo hacen de forma policromática, mismos que pueden hacerlo a través de tres o cuatro colores primarios (v. Maturana y Varela 2003: 10). Un ejemplo surgido de la percepción humana demuestra que al convivir un tono verde y uno gris, el ojo percibe una coloración rosa. Es así que en la realidad las cosas pueden ser de un color y nuestro sistema cognitivo percibirlo diferente; en suma, el color no es una propiedad de las cosas, surge de las propiedades fisiológicas del sistema óptico.

En el rango de la visión también cabe resaltar que ésta no es la misma para un organismo con vista frontal que para uno con vista lateral. Sin entrar en detalles, aquí vale recordar los estudios sobre la visión de la rana⁶.

Así pues, para la biología la visión es sensible a las propiedades fisiológicas que afectan el proceso preceptor; en consecuencia, el conocimiento por observación más que un proceso de afuera hacia adentro, es una continua recursividad espiral que en cada vuelta implica una ampliación del dominio, es percepción y creatividad. En palabras de Maturana y Varela (2003: 13), "todo conocimiento es hacer, todo hacer es conocer", es una actividad participativa que está en constante intercambio, interpretación y reinterpretación⁷.

Obviamente existe cierta dificultad al pretender definir los procesos cognitivos propios, siendo uno objeto y sujeto de estudio según la clausura operacional humana⁸, sin embargo, no queda más que abordarlo desde ahí.

Lo anterior ya recuerda la relación entre sujeto-objeto alejada de la idea de entidades aisladas, sino inmersas en una espiral recursiva donde una modifica a la otra sucesivamente. Resumido de otra manera, la observación es un hecho esencialmente teórico (Feyerabend 1975).

De manera que resumir el proceso cognitivo bajo el positivismo, que aboga por observar el mundo para entonces representarlo internamente,

es una idea poco fiable; asimismo, la idea del conocimiento neutro es poco clara, pues éste ya es un valor, como argumentaría Popper.

Es importante resaltar que en toda reflexión sobre la práctica científica no se trata de conducir a un escepticismo, a un relativismo radical, a un constructivismo o un solipsismo, y sí de reconocer las condiciones por las que un hecho u observación adquieren validez, y donde las teorías y limitaciones biológicas ⁹, ya sea en la percepción o en el acto cognitivo, tiene un efecto significativo sobre las observaciones.

Los límites del empirismo no están únicamente en la observación, sino en el objetivismo extremo y la aparente neutralidad, así como en las inconsistencias de la observación con la tecnología y el método. Esto último será abordado posteriormente.

HUELLAS Y SOMBRAS. ABDUCCIÓN Y CONJETURAS

La ciencia está conformada por un conjunto de disciplinas cuyos análisis consisten en observar y teorizar sobre un fenómeno en sí y sus causas, por ejemplo un rayo, una reacción química reproducida en laboratorio, o el crecimiento demográfico de una especie. También existen algunas disciplinas abocadas a producir hipótesis que se contrastan no por observaciones del hecho mismo sino a sus efectos, por ejemplo, la historia, arqueología, paleontología, geología y la cosmología.

Un arqueólogo nunca ha visto algún homínido prehistórico, mucho menos alguno tallando una punta *Clovis*; es sólo a través de residuos osteológicos, ubicación estratigráfica, geográfica y asociación con otros materiales, por ejemplo, residuos líticos, que el investigador logra describir una especie que habitó ciertos paisajes en un momento dado y se caracterizó por una fisiología y comportamiento cultural. Esto sin contar los estudios genéticos con todo un nuevo espectro informativo.

En el caso del análisis lítico, el arqueólogo no tiene la oportunidad de hacer un estudio biogenético; es a partir del examen del artefacto, así como de diferentes residuos, lascas, astillas, muestras en diferentes estados de manufactura, herramientas de lasqueo y hasta desechos ajenos al contexto, que el investigador propone una hipótesis sobre la manufactura del artefacto. De hecho, este proceso tampoco es un mera recolección exhaustiva, sino una selección orientada entre lo que se considera relevante y no, de tal manera que un arqueólogo podrá encontrar útiles sólo aquellos residuos mayores a dos centímetros mientras que otro podría inferir desde lascas milimétricas (v. Hodder 1999). El punto es que el científico no registra el fenómeno que investiga, sino sus huellas, diría Carlo Ginzburg ¹⁰ (2003).

Este razonamiento por abducción implica un conocer a partir de indicios y conjeturas que nunca serán hipótesis contrastadas de manera total; son propuestas sustentadas de lo que pudo ser el caso. Otra discrepancia

entre disciplinas abocadas al presente y al pasado radica en la muestra incompleta de las últimas, es decir, residuos de un fenómeno a través de la cual se pretende acceder al total.

Lo anterior recuerda la pretensión reduccionista que pretende el conocimiento total a través del agregado de las partes. Bajo esa perspectiva, ¿se ha perdido conocimiento? La respuesta simple diría sí, probablemente no se conocerán todas las especies que han habitado la Tierra, el registro fósil es muy parcial, pero el reto es hacer las preguntas que permitan hipotetizar sobre la existencia de las especies ausentes en el registro fósil. El conocimiento no depende en tener todos los datos enfrente sino saber interrogarlos y analizarlos.

Esa imposibilidad de completud de las disciplinas que atienden lo pretérito queda asentada porque el pasado es un ente mutante; nuestras creencias sobre cómo fue cambian constantemente, diverge según sus diferentes relatores y muta una vez visitado y revisitado. Por otra parte, el ahora tampoco es un ente bien definido, es un tiempo evanescente e inaprensible como un todo y nunca causa un registro homogéneo por parte de dos observadores de un hecho común. Aunque existen más registros del tiempo presente y siempre es más conocido lo familiar que lo desconocido, ni siquiera el presente es una totalidad comprimible, también es incompleto y ningún científico es tan hábil para aprehenderlo como un todo (Morin 1998; Wallerstein 2005; Bloch 1988).

Marc Bloch (1988: 112) ya había afirmado que el saber del pasado y presente se apoya en suposiciones originadas en los registros que sintetizan un objeto o evento. Así, Einstein no demostró la curvatura del espacio sino la conjeturó (Kosko 2005: 61). El problema sobre si el científico trabaja con hechos del mundo o bien con representaciones de hechos del mundo conduce a afirmar que en la arqueología el dato no son los tuestos cerámicos, ni las acumulaciones materiales, sino las representaciones hechas de ellos, es decir, fotos, mapas, dibujos (Embree 1992: 71). Así, tanto en observaciones directas e indirectas, tanto del presente como del pasado, el saber es interpretativo y parcial, donde el registro funciona como un filtro que elige resaltar algo y eliminar lo demás.

En consecuencia, si para el presente y el pasado no es posible la cognición absoluta porque la realidad no es comprimible en un modelo, carece de sentido suponer el conocer como una entidad a ser domada y pretender abarcar todo en teorías organizadas jerárquicamente. Por ahora, las metodologías científicas son insuficientes para esa totalidad; queda entonces guiar el conocimiento por problemas de investigación o bien encausarlo por teorías de dominios más restringidos.

Otro ejemplo de razonamiento por abducción proviene de la cosmología, donde los problemas abarcan el origen del universo, el tamaño o distancia entre galaxias, o la edad de las estrellas. En ningún caso se

resuelve por observaciones directas, sino por efectos colaterales, huellas y sombras, por así decirlo. El ejemplo más claro son las explosiones estelares definidas por residuos radiantes que atraviesan el espacio, expresados como novas, esporádicos conglomerados luminosos que aparecen en el mapa celeste, y que significan reacciones termonucleares a varios años luz, una violenta explosión estelar sólo visible de forma posterior.

Otra vez un problema interpretativo de una observación, donde a partir de un efecto se supone una causa, y es análogo para muchos modelos propuestos a partir de enunciados carentes de justificación empírica. Así cuando en la antigua Grecia se propuso la estructura atómica no se hizo partir de una observación sino de reflexión filosófica, cuyo modelo básico fue contrastado muchos años después; es prudente entonces repensar si el conocimiento está limitado a lo empíricamente asequible o es extensible hasta aquello que teóricamente podría ser el caso.

INTERPRETACIÓN Y REINTERPRETACIÓN

A partir de la dificultad de que dos agentes cognitivos analicen un fenómeno de forma homóloga, el conocimiento se torna hermenéutico; asimismo, el obtener y construir los datos, según los prejuicios o hipótesis antecedentes, también es una interpretación, y lo mismo sucede con aquello que se elige para contrastar el problema, sea el número o tipo de variables o clases de agrupamiento, es decir, la relación hermenéutica se da en la relación sujeto-objeto, así como en la relación teoría-mundo que define lo que es relevante según la teoría.

Esa sensibilidad interpretativa va más allá, por ejemplo, cuando un científico revisa los resultados provenientes de otra investigación. El lector logra una experiencia cognitiva diferente, ya sea que esté orientado a obtener la lectura más provechosa a su propia investigación, ya sea desde una posición ética a una ingenua o maliciosa que puede conllevar al error, la interpretación equivocada, el plagio, la falsificación o el fraude.

El ejercicio subjetivo también aparece cuando una propuesta que describe un fenómeno, con ciertas características que parecerían ser absolutas e inamovibles, cuando otro registro o experimento no concuerda con las propiedades inicialmente establecidas se toma como una anomalía o un error metodológico. Es decir, la realidad se equivocó y fue más allá del modelo. En otros casos se crean clasificaciones tan específicas que al final la síntesis de las propiedades del conjunto ya no tiene sentido, aunque pocas veces se considera la parcialidad del registro.

Para la historia existe un problema semejante, y básicamente porque tiene que interpretar sobre las interpretaciones de los agentes sociales. En el caso de las crónicas históricas, el científico ingenuo las toma como

verdades absolutas, retratos completos de la realidad; cree que cada documento, mapa, artefacto o indicio que recupera es un sustento sólido.

La historiografía hace mucho ha señalado la relatividad del documento histórico ¹¹, y más aún de la crónica, como una interpretación personal sujeta a las afiliaciones donde surgió el documento, desde el estilo de redactar hasta la naturaleza pragmática del documento. Por ello, aunque es un reflejo del pasado, es fragmentado, un reflejo sombrío.

Lo anterior conlleva a una hermeneutización de la ciencia, desde la ciencia más “blanda” hasta aquella de las metodologías más estrictas, por ejemplo, cuando se asume que la verdad lógico-matemática es equivalente a la verdad de los fenómenos del mundo.

INCERTIDUMBRE

El concepto de incertidumbre —aparentemente nuevo— en principio no significa la imposibilidad o falsedad del conocimiento, sino señala que el conocimiento no es total sino parcial. Cuando Heisenberg (1927) pretendió predecir la velocidad y posición de una partícula subatómica encontró que no era posible definir exactamente las dos variables, porque entre más sabía sobre una perdía información de la otra y viceversa, es decir, no pudo cumplir el objetivo laplaciano y abarcar el fenómeno de forma absoluta.

En consecuencia, si la medición inicial es incompleta, la predicción absoluta no es posible y el conocimiento del fenómeno está interrumpido por pequeñas perturbaciones indeterminadas e inmedibles (Hawking 1990: 91). De tal manera, la incertidumbre rebate la noción de control total y error nulo. Muta así un saber expresado en certezas absolutas a un conocimiento de probabilidades.

Lo esbozado puede dar otra vez la sensación de que la incertidumbre e indeterminación del conocimiento lo tornan imposible y sus conclusiones poco fiables, no obstante, la indeterminación sólo afecta el grado de predictibilidad y certeza de las propuestas enunciadas, es decir, cuando se mide un objeto x hay que tener en cuenta que se hace de manera incompleta y bajo ciertas condiciones particulares de calor, densidad, momento histórico, etc., de manera que la indeterminación también desmiente el supuesto de aproximación objetiva del fenómeno de estudio, pues el agente cognoscente afecta al objeto mismo desde el acercamiento del primero al segundo, ya que no hay observación pasiva.

Así pues, incertidumbre e indeterminación expresan que el conocimiento de un objeto o evento no es total, que no existe control ni predicciones absolutas en la observación y experimentación.

INTRASCENDENCIA DEL TIEMPO Y EL ESPACIO

La ciencia que comenzó en el siglo XVII tenía aspiraciones universalistas, es decir, aplicable a todo espacio y tiempo; por esa razón, tanto Newton como Descartes optaron por modelos aplicables a cualquier objeto del universo; las leyes de inercia, fuerza y gravedad operan así¹². Sin embargo, al hablar de universal newtoniano se debería tener en cuenta que la escala que el inglés manejó fue casi siempre de planetas y estrellas. Bajo esos términos derivó un universo inmutable, específico para siempre, atemporal¹³, lo cual es totalmente acorde al concepto creacionista que acompañaba a esos primeros científicos¹⁴.

Al introducir la variable temporal en los modelos surge una nueva percepción del transcurrir, donde las cosas cambian y no son estables. En mayor o menor medida, todas las disciplinas científicas han contribuido para abandonar la idea de intrascendencia temporal; la biología evolucionista abogó por el camino de la sucesión entre especies, desde el catastrofismo¹⁵ hasta la metáfora de la "película de la vida", el cambio orgánico y el tiempo van entrelazados. La química entrópica sentó las bases para la posterior definición de las estructuras disipativas e irreversibles. El cambio domina sobre la estabilidad.

Entonces, el movimiento acelerado uniforme y la caída libre son abstracciones en extremo simplificadas de fenómenos donde operan muchas variables y estados sistémicos. La invariabilidad tiempo-espacio y la propuesta lineal también es muy común en las ciencias sociales, donde abundan los estudios atemporales, y aunque la cronología dice que las humanidades y ciencias sociales se diseñaron para el análisis del detalle particular, en los estudios humanos aún domina una concepción de cambio progresivo o brusco, optando así por un análisis cercano al cartesiano y newtoniano.

El fallo común del analista social es suponer que las condiciones y usos que imperan en su presente siempre han sido vigentes; un paralelo etnográfico sería aplicar a sociedades extintas el mero interpretar funcional de un artefacto arqueológico según la tecnología y usos actuales. Ingenuamente se esquematizan sociedades distantes por muchos siglos y con una ideología totalmente diferente, según esquemas de trabajo e incentivos de las sociedades modernas. Ello sin mencionar que en una actitud debatible, algunos analistas sociales promueven el no cambio, invocando a los sujetos a no abandonar su tradición, artefactos o costumbres.

En cuanto a la dimensión espacial, uno de los primeros intentos significativos para modificar la noción newtoniana de un espacio absoluto fue a principios del siglo XX, cuando Einstein afirmó que la masa de un objeto no es constante sino aumenta con la velocidad del objeto y que la relatividad espacial entre masa y gravedad provocaba una curvatura en el espacio (Hawking 2003:1024).

Otra cambio en la noción espacial surgió al revisar el supuesto sobre homogeneidad en procesos a diversas escalas, cuyo paradigma era la unificación de la mecánica celeste y terrestre por la física newtoniana. Sin embargo, en lo microscópico la mecánica clásica falla. La física de micro-partículas fue una de las primeras en describir a la materia más allá del comportamiento lineal, engullida en eventos inesperados; el cambio no es progresivo ni las secuencias son repetitivas ni del todo predecibles.

En los grupos humanos existe la misma dicotomía, el estudio global, universalista frente al estudio regional, localista. La historia universalista, y la microhistoria o los estudios culturales.

Al final, el espacio y el tiempo no son dimensiones absolutas, y las tendencias universalistas parecen ceder terreno; no obstante, la búsqueda separada entre lo particular y lo general aún ocupa una buena porción de la práctica científica actual, por lo que será interesante una perspectiva que sepa medir la interacción entre lo llamado macro y micro.

IRREVERSIBILIDAD, NO LINEALIDAD,
MULTIESCALARIDAD Y BORROSIDAD

Ante la incertidumbre, las teorías de la complejidad han generado propuestas que si bien no pretenden rebatirla, conviven con ella para generar una explicación científica acorde con esa indeterminación absoluta.

Ante las nociones lineales de comprensión de un proceso, el concepto de irreversibilidad sugiere la no posibilidad de recuperar las condiciones iniciales de un sistema, donde no es suficiente con aplicar el efecto proporcionalmente inverso y entonces el estado inicial será irrecuperable. Toda máquina, por más eficiente que sea, tendrá una pérdida de energía. En la complejidad, el tiempo es producto del cambio, mientras que lo que la ciencia lineal consideraba como orden natural, desde la complejidad sólo será posible inscrito en la entropía termodinámica, de tal manera que un sistema complejo necesitará definiciones de orden acordes con la inestabilidad del sistema (v. Prigogine 2005).

Surge así la idea de dinámicas no lineales, que dicho de manera general significa que los grandes efectos no siempre son producto de grandes causas y, por el contrario, sucesos aparentemente insignificantes pueden desencadenar grandes cambios.

Lo importante de los estudios desde la complejidad es que han mostrado a la ciencia como posibilitada para generar una mejor comprensión, pues las estructuras disipativas son no lineales e irreversibles, mientras que los sistemas caóticos, como aquel identificado por Edward Lorenz (meteorología), es producto de una extrema sensibilidad a las condiciones iniciales y constantes procesos recursivos.

MÉTODO Y SIMPLIFICACIÓN

El método, herramienta valiosa para sistematizar el conocimiento y contrastarlo, tampoco está predicho. Por más útil que cierto proceder haya sido para un caso, no implica que para el siguiente imperarán las mismas condiciones, de manera que ninguna metodología es definitiva.

Así, el método aplicado de forma irreflexiva y automática no es una garantía de certeza, y ese carácter pasivo puede conducir a una percepción en extremo o muy poco direccionada que concluirá a suponer que cualquier cosa confirma la teoría en cuestión o bien que no hay manera de confirmarla.

Entonces, desde el proceso selectivo de muestras debe existir una reflexión que tenga claro qué es lo que busca, pues comenzar una investigación con el supuesto de la neutralidad culminará en un ejercicio poco productivo; de hecho, los prejuicios serán mucho más útiles porque ayudarán en la selección de un lugar apropiado de observación, donde el problema de investigación pueda desarrollar todo su potencial.

Pero, ¿qué muestrear? Y, ¿cuántas variables son suficientes? Porque estudiar un fenómeno a través de una variable generalmente es una simplificación extrema de la realidad, pero al definirlo de manera multicausal, ¿las variables representativas son suficientes? Al mismo tiempo, una variable mínima o esporádica siempre es difícil medir, por ello, al estudiar el fenómeno se debe buscar contrastarlo con el mayor número de variables posibles, porque entre mejor se conozca un evento u objeto más se puede decir sobre él, aunque habrá que considerar la imposibilidad de abordarlo desde todas sus variables.

Con todo, más variables necesariamente no significa mejores explicaciones, y toda práctica científica necesita alguna dosis de reduccionismo, de tal manera que ni siquiera los modelos de la complejidad son representaciones uno a uno del mundo, aunque sí sabemos que una buena parte del mundo está dada por fenómenos complejos; parece ser que las representaciones necesitan ser complejas (v. Mitchell 2009)

Newton (2003: 913) había sugerido no admitir más causas sobre la naturaleza que aquellas suficientes para explicar sus fenómenos. Edward Lorenz retó al determinismo remarcando la importancia causal de una modificación centesimal en las causas iniciales que culminaban en un efecto totalmente divergente. Asimismo, la complejidad debate cómo un sistema puede presentar plasticidad, cuando una vez que se suprime un agente causal para una función x , el sistema logra mantener x través de una estructura diferente; como consecuencia, la noción de causalidad tampoco es modelable, una causa no queda determinada de antemano.

Hoy día no es posible afirmar un método único de hacer ciencia (Feyerabend 1986). A grandes rasgos, es posible decir que inducción, deducción, empirismo, abducción, racionalismo, experimentación, son un buen aba-

nico que muestra la diversidad metodológica. Aun así, la variabilidad también debe existir en las dimensiones elegidas para estudiar un fenómeno u objeto, por ejemplo, al estudiar un evento será posible hacerlo desde variables físicas y químicas; una sociedad, analizable desde su aspecto político, sexual e ideológico. Lo importante es que mientras no se agoten los problemas de investigación no pueden concluir las metodologías, es decir, una investigación tiene muchas formas para encontrar una solución correcta ¹⁶.

Al reconocer que los fenómenos son multivariantes se reconoce la imposibilidad de encasillar por completo el objeto estudiado, lo cual no debe ser tomado como una debilidad, ni suponer que lo complejo es complicado y lo simple es reducido.

LAS TEORÍAS Y LA CIENCIA DEL TODO

No hay científico que no le gustaría poder explicar cualquier hecho del mundo; para ello, aunque parezca irrisorio, existe una dificultad biológica. En comparación con la adquisición del conocimiento, para tener una experiencia total, la duración de la vida humana es insuficiente ¹⁷, porque el conocimiento es un ejercicio generalmente lento.

Existen intentos que pretenden aprender el todo, o la realidad completa, lo cual no es un hecho criticable y ejemplos son muchos. Uno de esos primeros intentos fue el de Einstein, que pretendió unificar la gravedad y el electromagnetismo, y así sucesivamente los trabajos consecuentes han pretendido agrupar principios fundamentales y sintetizables en una ecuación.

Un hecho problemático sobre cualquier teoría es el alcance de su dominio de aplicabilidad. Por ejemplo, ¿el materialismo histórico —que pretende ser una explicación universal, al menos en el rango de lo social— puede explicar todo fenómeno que pretenda analizar? O bien su rango de análisis es limitado a eventos económicos y aun así de manera parcial. Porque interpretar una sociedad como determinada exclusivamente por las relaciones económicas ilumina sobre los aspectos socioeconómicos, pero empobrece la explicación de otros aspectos sociales, por ejemplo, sobre las creencias individuales y comunales.

Por otro lado, la complejidad representa un cuestionamiento directo a las concepciones que suponen la existencia de unos cuantos principios fundamentales. Ello ocurre porque no se comportan como un cuerpo teórico unificado y aunque vistos superficialmente parecen ser aplicables a muchas situaciones, tienen un dominio bien delimitado, por ejemplo, la lógica borrosa encargada de los conjuntos multivalentes.

De tal manera, en el análisis de una teoría siempre deberá ser distinguible cuál es el dominio o los problemas que resuelve, cuáles son extrapola-

ciones válidas a situaciones no consideradas originalmente por la teoría, y cuáles no son aceptables.

Hasta ahora no se ha logrado una teoría fundamental, pero los intentos están ahí, aunque es poco probable que ello suceda, en tanto el hecho mismo de proponer una teoría implica resaltar ciertos fenómenos en vez de otros, y todo ejercicio científico necesita ciertas dosis de reducción para ser una práctica efectiva.

Así pues, frente a una realidad inmensa, la ciencia la fragmenta para entenderla mejor, pero cuando cada parcela se considera como suficiente para explicar el mundo, desde ahí surge una insuficiencia, pues el conocimiento de los fragmentos no equivale al del conjunto. Esa parcelación del saber conlleva otro problema, porque restringe un saber a su contexto. March Bloch (1988: 156) señaló a Pasteur como un científico que vio más allá de su campo, y revolucionó la biología al actuar en los límites disciplinares.

Si bien existen otras propuestas humanistas integradoras del saber parcelado, como la historia universal de Bloch (1988), la intercendencia de Braudel (Wallerstein 2005: 57), la ciencia social histórica de Wallestein (2005) o la *Big History* (Christian 2004), algunas reconocen sus alcances explicativos para cierto dominio, mientras que otras aún parecen querer abarcar todos ellos.

Cabe agregar que Marc Bloch (1988: 23) señaló la dimensión histórica¹⁸ de toda la ciencia, en la medida en que a pesar de sus diferentes objetos de estudio las disciplinas científicas están enfocadas en el cambio, desde la astronomía y cosmología, y de la biología hasta la historia. Cabrá entonces reflexionar si es que aún son sostenibles la búsqueda de principios fundamentales y universales aplicables de manera absoluta a cualquier espacio y tiempo o si se necesitan otras nociones de búsqueda y explicación ante un universo que está en cambio constante.

LA IDEOLOGÍA

La ciencia es una ideología (Feyerabend 1986), es una forma de ver el mundo —esto no es un pensamiento retador ni radical, es una presentación certera de ella misma— donde la cognición está sujeta al razonamiento, la experiencia y la creatividad, y por más que se haya disciplinado y viciado de académicos que emulan autoridades religiosas, siempre es sostenible como un acercamiento individual para la comprensión y resolución de los problemas.

Como forma de pensamiento, la ciencia representó oposición al autoritarismo intelectual dogmático¹⁹, y no en vano tuvo su auge al abocarse como una empresa no religiosa. Sin embargo, Feyerabend (1986) afirmó que la ciencia ya no representa la libertad que le dio origen, y que no es

verdadero que habrá sentido predilección por la búsqueda de la verdad, porque la existencia humana está guiada por muchas ideas, de manera que cuando se da la prioridad *ex profeso*, se torna en una ideología que inhibe el pensamiento.

El acordonamiento científico también está ligado a la institucionalización que afecta la forma en que se genera el conocimiento, así como la relevancia que da el éxito y popularidad de una investigación para la difusión y el comercio. En esa competencia son frecuentes la conducta egoísta entre científicos e institutos, la reticencia a abandonar un modelo más allá de razones científicas que aseguran un estatus institucional. La figura del académico o institución reconocida como suficiencia de verdad, donde una investigación proveniente de un país no industrializado o de habla no inglesa tiene desventajas de aceptación, son sólo breves ejemplos de la dinámica en la producción del saber.

En esa mercadotecnia del saber, los científicos no se mueven solos, están sujetos a la sensibilidad política y empresarial que promueve ciertos proyectos en vez de otros, lo cual genera una competencia que sobrepasa lo científico por la obtención de recursos. Dice Kosko (2005: 70): “La ciencia no es lo mismo que los científicos, el producto de la ciencia es el conocimiento, el de los científicos la reputación, porque la creatividad y la responsabilidad no se mezclan”.

Pocos serán los científicos que encontrarán agradable que entre las variables que definen su práctica se encuentre la ideología, pero la ciencia es una forma específica de ver el mundo; o bien puede ser una ideología en el sentido que inhibe el pensamiento, especialmente si se trata de cosmovisiones no científicas o que retan el estatus de los científicos.

LAS FRONTERAS EPISTÉMICAS DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

La incompletud, la incertidumbre, la irreversibilidad, la no linealidad conducen a un mundo complejo, donde la relación causa-efecto no es universal, el rango de predictibilidad no es absoluto, y donde pequeñas causas pueden resultar en grandes efectos. En lo que respecta a los modelos del mundo, tendrán un rango de incertidumbre, puesto que no guardan una relación uno a uno con la realidad. Además, el estudio de las partes no necesariamente conduce a la comprensión del todo.

Al mismo tiempo, la ciencia es una experiencia cognitiva sustentada en varios métodos acordes al problema de investigación o las necesidades pragmáticas del mismo, que en general abarcan desde la observación, deducción, inducción, un saber conjeturado a través de residuos, experimentos, modelos o simulaciones, y hasta un conocimiento fortuito de descubrimientos que no lo hace menos valioso, pues si no hubiera sido reconocido no se habría identificado.

Lo más difícil de describir es que hay cierto conocimiento inaccesible, no sólo en el campo del pasado sino en todo el saber sujeto a la parcialidad interpretativa, y por lo tanto abarca todas las disciplinas. Además, ya sea porque la muestra es incompleta o los modelos son insuficientes para soportar observaciones nuevas, el no saber es una posibilidad concreta, aunque de vez en cuando no está mal encontrarse perdido o sin respuesta para lograr propuestas nuevas.

Otra cualidad del saber científico es ser caducable, y esto puede ser visto de dos maneras. La primera, si consideramos que el mundo está cambiando y no está dominado por leyes fundamentales, entonces es prudente pensar que toda ley tiene un dominio de aplicabilidad y aun ahí puede presentar excepciones, según las nociones de plasticidad o bien que un principio efectivo puede dejar de serlo puesto que el mundo ha cambiado (v. Mitchell 2009). La segunda forma de ver la caducidad del conocimiento tiene que ver con la competencia entre teorías, pues si aceptamos la idea de la inconmensurabilidad (Feyerabend 1975) podremos ver una dinámica de constante uso, desuso y reciclaje de teorías. Y ello no es una flaqueza; si esa dinámica tuviera menos oposición, la competencia teórica sería más fuerte y las nuevas ideas crecerían a un buen ritmo.

Así, aunque el saber funciona de manera agregada, progresiva, también puede hacerlo en dinámicas no lineales y en revoluciones aceleradas, donde la disciplina y el método poco importan, y son sustituidos por la creatividad y el descubrimiento. La creatividad es algo fugaz e inmedible, pues en un momento inesperado de la nada surge una iluminación que se hace partícipe en el proceso cognitivo, de manera que esos momentos poco metódicos también son apreciables, pues no importa de dónde vengan las ideas. Así, el conocer no es un proceso controlado y sucesivo desde la observación pasando por hipótesis hasta la llegar a una conclusión.

La explicación lineal tiene fuertes antecedentes deterministas, es decir, intentos que pretendían fragmentar la realidad en pequeñas partes para conocer el todo. En ese esquema, parecía razonable que cada vez se dominaran más verdades, y al final se dominaría el todo. Por ejemplo, Laplace apostaba por el conocimiento de un conjunto de condiciones absolutamente certeras que permitieran predecir y retrodecir cualquier hecho del universo.

Después de la revisión presentada, la explicación lineal y el monismo reduccionista ya no parecen ser suficientes. Queda entonces la pregunta inicial, ¿cuáles son los límites de la explicación lineal y del reduccionismo clásico que pretende abarcarlo todo? Aunque la pregunta posee sus rasgos de determinismo científico²⁰, es posible retomarla desde una perspectiva borrosa y lograr una recomposición de la experiencia cognitiva.

Ante tanta incertidumbre queda seguir investigando. Los errores y equivocaciones no son malos, ello no hace menos científico al investigador,

sólo reconoce su ausencia de conocimiento, carencia por la cual se investiga, algo mucho más valioso que si antes de investigar ya se sabe el resultado. No obstante, el acercamiento con prejuicios parece ser inevitable; se debe estar dispuesto a utilizarlos provechosamente, pero también a abandonarlos para empezar de cero y ampliar los límites cognitivos.

Respecto a la pregunta inicial, mi respuesta será borrosa; un conjunto que alberga *a* y *no a*; la ciencia lineal sí tiene límites en cuanto a su explicación, que pretende ser total, totalizante, universal y eterno. Respecto al monismo metodológico, la ciencia no posee límites, puede ser deductivo, inductivo, directo, indirecto, continuo, discontinuo —conocer algo sin contrastarlo— y hasta azaroso (descubrimiento). Carente de límites, la ciencia depende de la creatividad científica y de la capacidad de desechar ideas previamente establecidas que han ganado un estatus académico y sustituirlas por ideas nuevas.

El conocimiento no es transitivo del todo; ahí, uno de sus límites más duros debe ser comprendido, aprendido, experimentado y creado por el individuo, formulando preguntas que ayuden a situar el objeto de conocimiento.

El extremo objetivo/positivismo y constructivista radical desde hace mucho ha dejado de ser la única posibilidad, pocas veces es la bivalencia del todo o nada. Antes que una investigación pretenda tener alcances de verdad absoluta debe ser coherente entre sus propuestas, comportarse como propuesta científica y no ser inmutable. Otro tipo de fronteras epistémicas serán aquellas que el científico se autoimponga —éticas e ideológicas— o no sea capaz de ampliar.

Al igual que el mundo, la ciencia es cambiante, nunca termina, no es definitiva; no nos ha satisfecho del todo para considerarla concluida, hasta ahora es abierta y esos conjuntos difícilmente presentan límites; está necesitada de la crítica, tanto que existe casi la obligación de escribirla y rescribirla.

Finalmente, la humanidad está a miles de años de distancia de los primeros homínidos y aún sentimos la incertidumbre que ellos sintieron en la noche, y que nosotros experimentamos frente a la inmensidad del universo. No es mi objetivo descalificar a la ciencia lineal, mucho menos a Newton, a quien la humanidad debe tener siempre como uno de los mejores científicos. Aun así, en la búsqueda de mejores representaciones del mundo, las propuestas clásicas resultan insuficientes.

Lo único contra lo que puedo mostrar desacuerdo es con las actitudes que pretenden encasillar a la ciencia como un ejercicio monista, limitado a las instituciones, las autoridades académicas y los mapas finitos y pres-tablecidos.

NOTAS

- 1 En realidad el proceso no implicó un traspaso tajante, porque sería imprudente ignorar la resistencia teológica hacia Darwin, por ejemplo. Es decir, ni la teología ni los creyentes quedaron impávidos y simplemente cedieron su autoridad como teoría de la verdad ante la ciencia.
- 2 Aplico el término porque es un conocimiento que sólo puede ser verdadero.
- 3 En término medio podría ubicarse toda una gama de saberes que oscilan entre las dos categorías, por ejemplo el sentido común como generalidades aparentemente verdaderas en cualquier individuo, un conocimiento de lo sobrenatural justificado empíricamente o no, y un saber que carece de justificaciones de cualquier tipo.
- 4 Sin embargo, también podría considerarse como saber tautológico aquel razonamiento socrático sobre las ideas inmutables, siempre verdaderas.
- 5 Los ejemplos citados no implican la primicia de las lentes como desarrollo tecnológico, pero sí como herramientas científicas. El trabajo de las lentes antecede varios siglos en diferentes desarrollos civilizatorios pero es con Van Leewenhoek que la microscopía encuentra en los lentes de aumento una utilidad científica.
- 6 Maturana y Varela (2003: 84) relatan la crianza de ranas modificadas quirúrgicamente a las cuales se rotó 180° la posición del ojo. El anfibio modificado presentaba una desviación del mismo número de grados al lanzar su lengua hacia una presa. Ello implica la ausencia de correlación entre la posición referida al medio y la observación, y que es partir de la posición de la retina como reacciona el cuerpo.
- 7 Watzlawick, et al. (1999: 121) debaten la noción de una realidad objetiva, situada “fuera de aquí”. Y optan por una definición de lo real ajustada según una realidad definida como un algo construido y recuerda: “un territorio no existe en la naturaleza sino en la mente del animal”. Así definen un proceso que en primer lugar crea una realidad para luego olvidar que es una creación tratándola como una entidad independiente por sí misma.
- 8 Esto significa que como entidades vivas no podemos ir más allá de lo que nuestra conformación biológica determina, así como ser organismos *autopoieticos y autoconscientes*.
- 9 Otras variables biológico-culturales que están implicadas en el proceso cognitivo son el lenguaje, la autoconciencia, la comunicación y el aprendizaje.
- 10 En “*Spie. Radici di un paradigma indiziario*”, Ginzburg no plantea un “paradigma indiciario” sino una propuesta científica para la historia.
- 11 Los documentos históricos pueden considerarse sujetos a ser verdaderos o falsos tanto en su relato como en su manufactura. La historia no debe limitarse a alguno de ellos.
- 12 En la *Philosophiae Naturalis* en el Libro III, Regla II, Newton afirma: “Por ello, en tanto que sea posible, hay que asignar las mismas causas a los efectos naturales del mismo género” (en Newton, 2003: 916).
- 13 En la *Philosophiae Naturalis*. Definiciones, Escolio, Newton define: “El tiempo absoluto, verdadero y matemático, por sí mismo y por su propia naturaleza. Fluye uniformemente sin relación alguna con nada externo” (Newton, 2003: 655).
- 14 Aunque es común asumir que la ciencia representa una fractura con la Iglesia, habrá que ser más cautelosos con esta afirmación que podemos tomar como verdadera si con ello se quiere relatar la separación institucional universidad-

- Iglesia, aunque no necesariamente de las creencias metafísicas, pues la ciencia de Newton, Galileo y Copérnico no pretendía desmentir el concepto divino, pero sí generar una justificación a su creencia en Dios.
- 15 George Cuvier, naturalista parisino del siglo XVIII rechazó la idea del creacionismo divino y atribuyó los residuos fósiles propios de criaturas ya extintas, rechazando las propuestas de Buffon que describía los residuos como propios de criaturas que aún habitarían el trópico. Nace así el concepto de extinción y cambio en las formas vivientes, aunque pasaría tiempo para generar una hipótesis del catastrofismo a las nociones evolucionistas de Lamarck y Darwin.
 - 16 Recuérdese la metáfora del submarino, un observador interno sabe que se dirige a la derecha por una lectura de coordenadas, un observador externo refiere el mismo hecho según el movimiento del cuerpo, pero ambos tienen un conocimiento obtenido a partir de diferentes indicios (Maturana y Varela, 2003: 92).
 - 17 Véase la entrevista a Carlo Ginzburg (en Palhares, 2004: 102) donde afirma: "Cuando viajo por Italia y conozco nuevos lugares, nuevos museos y nuevas iglesias, siento una sensación extraña, al darme cuenta de que cuando muera, la mayor parte de Italia y de todo su arte serán aún desconocidos para mí. Porque tendría que vivir unas treinta vidas más para poder conocer todo esto. Y aún fuera de Italia, queda todavía el resto del mundo".
 - 18 Watzlawick, et al. (1999: 111) critican la búsqueda exacerbada del porqué del cambio, arraigada en la ciencia, y abogan por una ciencia que explique lo que sucede y no por qué sucede. Esa búsqueda en el pasado dicen: "es su autoderrota"; acorde con ese principio, entender el porqué no brinda una solución. De manera que califican el pasado como un mito inexacto e inmodificable que adquiere relevancia a través de las interpretaciones que se hacen de él desde el presente. Por lo tanto, no existe una primicia para atribuir una causalidad al pasado sobre el presente.
 - 19 También sería ingenuo tomar este enunciado como un absoluto, pues no debe olvidarse que algunos de los primeros científicos provenían del claustro.
 - 20 En su historia del tiempo, Hawking (1990: 34) escribe: "El profundo deseo de conocimiento de la humanidad es justificación suficiente para continuar nuestra búsqueda. Y ésta no cesará hasta que poseamos una descripción completa del universo en que vivimos". Habría que analizar si esa necesidad de completud sólo es posible desde cierta ideología y/o perspectiva religiosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bloch, M. (1988), *Introducción a la historia*, México: FCE.
- Christian, David (2004), *Maps of Time*, Berkeley: University of California Press.
- Embree, Lester, (1992), *Metaarchaeology: Reflections by Archaeologists and Philosophers*. NY: Kluwer.
- Feyerabend, Paul (1986) [1975], *Tratado contra el método*, Madrid: Tecnos.
- Ginzburg, Carlo (2003) [1979], "Huellas. Raíces de un paradigma indiciario", en C. Ginzburg, *Tentativas*, Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás, pp. 93-156.
- Hawking, Stephen (1990) [1988], *Historia del tiempo*, Madrid: Alianza.
- Hawking, Stephen, (2003), *A hombros de gigantes. Las grandes obras de la física y la astronomía*, Barcelona: Crítica.
- Hodder, Ian (1999), *The Archaeological Process: An Introduction*, NY: Wiley-Blackwell.
- Kosko, Bart (1995) [1993], *Pensamiento borroso*, Barcelona: Crítica.
- Palhares, Maria (2004), "El erizo encubierto. Entrevista a Carlo Ginzburg", *Contrahistorias* 3: 91-118.
- Platón (s/f), *Fedón*, en *Diálogos socráticos*, Bs. As.: Grolier, pp. 89-174.
- Mandelbrot, Benoit, (2003) [1975], *La geometría fractal de la naturaleza*, Barcelona: Tusquets.
- Maturana H. y F. Varela (2003) [1984], *El árbol del conocimiento*, Madrid: Lumen.
- Mitchell, Sandra, (2009), *Unsimple Truths: Science, Complexity and Policy*, Chicago: University of Chicago Press.
- Morin, E. (1998) [1990], *Introducción al pensamiento complejo*, Barcelona: Gedisa.
- Newton, Isaac, (2003), "Principios matemáticos de la filosofía natural", en Stephen Hawking (ed.), *A hombros de gigantes. Las grandes obras de la física y la astronomía*, Barcelona: Crítica, pp. 651-1020.
- Prigogine, Ilya, (2005), *El nacimiento del tiempo*, Barcelona: Tusquets.
- Wallerstein, I. (2005) [2004], *Las incertidumbres del saber*, Barcelona: Gedisa.
- Watzlawick, Paul, et al. (1999), *Cambio*, Madrid: Herder.