

# ¿QUE ES LA INCERTIDUMBRE?

La incertidumbre es un problema al que nos vemos enfrentados los seres humanos y que puede hacernos tomar una decisión inadecuada. A continuación se hace un pequeño compendio y descripción acerca de las posibles causas de la incertidumbre que manejamos los seres humanos tanto a nivel cotidiano como científico. Ello con el fin de conocerla para poder, luego, intentar aminorar sus efectos.

## **Palabras claves**

ruido, dato, información, conocimiento, algorítmico, heurístico, cuantitativo, cualitativo, conocimiento bien estructurado, conocimiento mal estructurado.

Definamos, en general, la incertidumbre como aquella falta de completitud, consistencia, precisión, exactitud o predicción de: los datos, la información, o el conocimiento, que tratan de modelar un fenómeno de la realidad, causando, por tanto, una inseguridad acerca de la conveniencia del uso de ellos.

Antes de proseguir se aclara la diferencia entre los conceptos: ruido, dato, información y conocimiento.

Todo lo que es percible mediante un mecanismo sensor lo podemos clasificar como *ruido* o como *dato*; la diferencia se encuentra en la utilidad de uno u otro con respecto a un objetivo. Aunque un dato es un valor, cuantitativo o cualitativo, de algún atributo de un objeto, él por sí mismo no nos dice nada; de alguna manera sabemos que es conveniente, y hasta necesario, adquirirlo; el ruido, en cambio, es todo aquello que podría desviarnos del camino correcto en la formulación y posterior solución de un problema.

La *información* es el fruto del procesamiento de los datos, su meta es el de establecer afirmaciones acerca de los datos mismos o de conceptos

relacionados con ellos, o sea, efectúa el nexo entre el dato y el atributo al que pertenece.

Finalmente, el *conocimiento* es el procesamiento de esa información; el resultado de esa transformación es el de asentar relaciones entre esas afirmaciones. Relaciones tales como condición-acción, causa-efecto, suficiente-necesario, son bastante comunes entre esas afirmaciones.

Ahora bien, muchas veces se encuentran fenómenos que por su misma naturaleza no son demasiado complejos y han sido exitosamente modelados y por ende resolubles; al tipo de problemas que pueden circunscribirse dentro de este marco se les denomina *bien estructurados*, y al conocimiento involucrado se lo designa *procedimental*, por ser un conocimiento que proclama una secuencia de pasos definida para alcanzar una solución óptima. Generalmente, estos problemas bien estructurados son apropiadamente manejados mediante *modelos cuantitativos* cuya característica fundamental es la de manejar conceptos "mensurables", o sea, la fluctuación de los valores de un atributo de un objeto o de un concepto, puede organizarse mediante estructuras ordenadas. (Concepto muy acorde con el de *número*).

Sin embargo, existen otros fenómenos que debido a su complejidad o a su naturaleza misma, no les ha sido posible hasta el momento construir un modelo relativamente confiable que les garantice la representatividad suficiente, u ofrezcan una respuesta óptima en la solución de los problemas que se identifican dentro de su dominio. A este tipo de problemas se los denomina *mal estructurados* y se los ha tratado de resolver haciendo empleo de otro tipo de modelo, diferente al matemático, denominados *modelos cualitativos*,

también llamados *verbales*; en estos modelos las variables asumen, generalmente, valores *cualitativos* o simbólicos, y por tanto emplean *palabras* en lugar de números. A este tipo de variables se las puede denotar como *variables lingüísticas*. Existen dominios del saber inscritos dentro de los denominados modelos cualitativos, como lo son las ciencias humanas, donde el conocimiento es estimado como *declarativo*, pues se encuentra íntimamente relacionado con el establecimiento de afirmaciones, acerca de las propiedades de los objetos y los fenómenos de la realidad.

Como se había manifestado anteriormente, en el primer tipo de modelo, la solución a un problema sigue una serie de pasos bien definida y conducen a una solución óptima, lo cual los hace fácilmente expresables mediante *algoritmos*; debido precisamente a esta característica, cualquier incertidumbre se consideraría focalizada, con frecuencia, en los datos (generalmente cuantitativos).

En los segundos, la solución también sigue una serie de pasos pero establecidos como fruto de un análisis de los procedimientos que se han adquirido con la experiencia cotidiana; a este tipo de soluciones se les denomina métodos *heurísticos* y conducen a respuestas aceptables. Las declaraciones, proposiciones, afirmaciones son, en general, indicios de informaciones generales de los fenómenos. Por tanto, y debido a esa falta de especificidad, tales expresiones pueden dar pie a *inconsistencias*, *imprecisión* de los valores, *inexactitud* de los mismos - *vaguedad* -, posibilidad a diferentes interpretaciones de un mismo concepto - *ambigüedad* -, falta de definición completa de los conceptos - *textura abierta* - y otras, que se pueden deber también al propio Lenguaje empleado, más si es el lenguaje natural, con las que se efectúan tales afirmaciones. Pero recordemos que muchas de las afirmaciones que se establecen se basan en los resultados de la observación y obtención de los valores de algunas propiedades de carácter cuantitativo; y si éstas contienen sus propias deficiencias entonces se les estarían transmitiendo a su vez a aquéllas de alguna u otra forma.

## CAUSAS DE INCERTIDUMBRE EN LOS DATOS, LA INFORMACIÓN Y EL CONOCIMIENTO

Para hacerse a una idea de cuáles podrían ser aquellas fuentes de problemas en el manejo de la información en una labor científica, es conveniente asumir el papel de un investigador y observar cuáles son los aspectos críticos causantes, dentro del proceso de tal manifestación. En concepto del autor, y sólo con fines descriptivos, los diversos tipos de incertidumbre pueden considerarse originados en los siguientes aspectos del proceso de investigación:

**El modelamiento:** El objetivo de un investigador cuando estudia un objeto o fenómeno es reproducirlo lo más fielmente posible; una de las fuentes de incertidumbre proviene de lo incompleto y desajustado del marco teórico-conceptual abstraído respecto del objeto o fenómeno observado; en otras palabras, se pretende establecer qué tan bien simula, refleja, describe o repite el prototipo al modelo. Más adelante se verán dos tipos de incertidumbre denominados Tipo I y Tipo II respectivamente, que se encuentran directamente relacionadas con la referencia hecha antes.

**Obtención de los datos** en la observación del fenómeno para la construcción, verificación y utilización del modelo: Con el fin de estudiar cualquier fenómeno u objeto, el investigador debe considerarlo como un sistema dentro de otro, de un nivel superior a él, y con el cual interactúa; de él recibe y a él le envía insumos y productos, respectivamente. Debido al impredecible valor que pueden poseer en algún momento, esas interacciones se las puede considerar variables y a sus respectivos valores circunstanciales: datos. Como consecuencia precisamente de esa falta de seguridad para prever el comportamiento fuera de la frontera del sistema en estudio y, por tanto, del proceso de interacción resultante, es cuando se deben implementar técnicas e instrumentos de recepción de datos suficientemente confiables. Es en este proceso de consecución y análisis de los datos, donde se hace presente otra de las fuentes

de incertidumbre para tomar en cuenta y que debe ser manejada con bastante cautela.

**El Lenguaje** que plasma al modelo (esquema donde se interrelacionan los datos, la información y el conocimiento). Se sabe que los lenguajes hablados y escritos son un conjunto de símbolos, cada uno de estos últimos, empleados para representar en forma sistemática las ideas y conceptos que el hombre ha creado de sí mismo, y de todo lo que le rodea, con el fin de plasmarlos y comunicarlos -o transmitirlos- a los demás. Pero el lenguaje humano es tan rico y extenso que, en ocasiones, se convierte en fuente de imprecisiones. Sin embargo, aún con esa enorme riqueza, el lenguaje se queda corto para describir en forma exacta, concreta, completa y correcta las ideas, abstracciones, y conceptos que el hombre crea. La ciencia ha tratado de construir sus propios lenguajes para expresar sus teorías o modelos del cosmos pero aún ellos sufren en cierta medida de esas mismas falencias. Aún más, tanto esas abstracciones como los datos y la información manipulados para hacer funcionar o verificar una teoría, pueden ser tan débilmente determinados o tan pobremente delimitados y/o definibles que obligan a una vaga declaración de sus afirmaciones y/o valores, respectivamente. Aquí se encuentra, por ende, otro origen en la incertidumbre manejable en algún instante cualquiera.

A continuación se ampliarán todos los conceptos planteados hasta el momento para proveer una idea clara de dónde provienen y cuáles son los diferentes tipos de incertidumbre. Es de anotar que ese desglosamiento no se realizará siguiendo el orden presentado anteriormente, pero no será difícil que el lector determine en cuál fuente de aquella se encuentra localizado.

Si alguien se detiene a escuchar una conversación cualquiera, entre dos personas comunes, se dará cuenta de la generalidad, borrosidad y ambigüedad con que se expresan; aunque se pueda ser consciente de ello, generalmente se ignora, porque en la mayoría de los casos son posibles de ubicar las expresiones lingüísticas en el contexto adecuado

del tema de conversación. Estos tres conceptos, según Dubois y Prade en la introducción del libro *FUZZY SETS AND SYSTEMS Theory and Applications*, son definidos del siguiente modo: generalidad se refiere a la aplicación de un símbolo a una multiplicidad de objetos en el campo de referencia, la ambigüedad a la asociación de un número finito de significados alternativos que poseen la misma forma fonética; la borrosidad de un símbolo yace en la falta de límites bien-definidos del conjunto de objetos al cual este símbolo se aplica. Lofti Zadeh define, además, la vaguedad para designar la clase de incertidumbre que es tanto debida a la borrosidad como a la ambigüedad y que será la que en adelante se emplee<sup>1</sup>.

Ahora, observe que cualquier lenguaje de programación de computadores está conformado por alguna cantidad de expresiones (imperativas) que ayudan a la ejecución de pequeñas tareas que, interconectadas, apoyan en la solución de una tarea más global. Pero a estas expresiones las caracterizan la especificidad de su significado, la inflexibilidad en su aplicación y, también, la delimitación del tipo de problemas en los que se puede utilizar el lenguaje en sí.

Si se realiza una comparación, se puede reparar en la riqueza de los significados, la aplicabilidad de cada término, y de la diversidad de expresiones que se utilizan en el lenguaje natural, el lenguaje cotidiano; riqueza que en muchas ocasiones causa cierta confusión. Es concretamente en este punto donde hace su aparición una de las causas de incertidumbre... *la anfibología del lenguaje humano.*

Pero se hará un mayor profundizamiento acerca de esta fuente de inexactitud. Esta podría ser considerada como la vinculación de los conceptos formulados anteriormente, adicionando lo que se denomina Textura Abierta; observe inicialmente lo que es vaguedad y luego se explicará lo que se entiende por textura abierta<sup>1</sup>. La vaguedad, es característica del uso de un término, que consiste en la ausencia de alguna

frontera exacta en el dominio de aplicabilidad del concepto. Un ejemplo puede servir para aclararlo. Supóngase que se desea saber qué tanto representa el término alto a un conjunto conformado por estaturas de personas de raza latina. Es manifiesto que si una persona mide 1.00 m ella no puede ser considerada alta; pero tampoco lo es una persona que mida 1 cm más; una persona que mida 9 cm más que la anterior tampoco es alta, pero lo es más que las dos anteriores y así sucesivamente; así se podría continuar y contemplar cómo con la variación en el continuo de las estaturas también corresponde un cambio *gradual*, continuo, en la compatibilidad de éstas con el concepto que se desea expresar; por ello se manifiesta que no hay extremos claros, concisos, que determinen desde dónde y hasta dónde se emplea un término. Sólo, arbitrariamente, el hombre puede señalar unos límites dentro de los cuales se abarcan los casos en los que el vocablo puede ser usado apropiadamente.

El otro concepto es la *textura abierta*; esta noción hace énfasis no en la aplicabilidad del término sino en la **Definición** del mismo. Muchas palabras o conceptos, aunque sean no vagos, son no exhaustivos en su significado y por ello no se pueden prever completamente todas las posibles condiciones mediante las cuales ellos deberían ser usados:

“Habrá siempre una posibilidad, aunque débil, que no se toma en cuenta, algo que pueda ser relevante para su uso, y no se puedan adelantar completamente todas las posibles circunstancias bajo las cuales la declaración es cierta o falsa” (extraído del libro Expert Systems and Fuzzy Systems).

Además, cuando se definen las palabras, se utilizan otras palabras que a su vez sufren del mismo problema: *textura abierta*, y el fenómeno se esparce de manera continua. Mírese el siguiente caso que

ilustra el concepto: debido a la *textura abierta* del término normal, la declaración ‘esa persona es normal’ no puede ser reducida a una conjunción, o disyunción, de declaraciones que especifiquen todas las circunstancias en las cuales un hombre se estaría comportando de manera normal; es decir, nunca se podría definir o expresar en forma completa lo que significa normalidad.

Ahora bien, suponiendo que el término no sufriese de *textura abierta*, y por ende fuese posible establecer su definición de forma total, lo que es un comportamiento normal para una determinada cultura, es posible que no lo sea para otra; aún dentro de una misma cultura, hay grupos sociales que también poseen su propia concepción, respecto de algunos otros grupos. Es más evidente esta falta de unificación, cuando de persona a persona se ha de indagar por el significado del término. Así pues, la concreción unánime para la definición de un vocablo depende, además del dominio a que se refiera, o sea, se está hablando de la contextualidad para la definición.

Por más que se pretenda, no se conseguirá evadir ni la vaguedad ni la *textura abierta* en el lenguaje ordinario, ni siquiera se logrará tal meta en lenguajes más específicos, como los usados en las ciencias, y mucho menos si hacen parte de las ciencias humanas, donde las palabras ideadas en ellas revelan alguna dificultad. Pero, además, en concepto de quien escribe, tanto la vaguedad como la ambigüedad, no necesariamente se presentan por causas intrínsecas del lenguaje; en muchas ocasiones, debido a la falta de información completa o confiable o a un inapropiado empleo del lenguaje de especificación, se hace obligatorio o inconveniente, respectivamente, incurrir en el empleo expresiones lingüísticas borrosas.

Hasta este punto, se ha tratado la incertidumbre como una consecuencia de la imprecisión en la especificidad y el significado (el uso y la definición)

1. Sin embargo, para Prade y Dubois la Vaguedad es sinónimo de Borrosidad.

1. Como los términos ‘Generalidad’ y ‘Ambigüedad’ son de fácil comprensión y uso frecuente, no se cree necesario profundizarlos.

en el nivel de los términos y/o de las afirmaciones; en otras palabras, se ha hecho referencia al proceso de comunicación en el lenguaje cotidiano. Pero hay otro origen de incertidumbre: el estado del conocimiento del hombre. Para todos es evidente que el éxito de la especie humana sobre las demás formas de vida en el planeta, haciendo a un lado eventos fortuitos y/o naturales, ha sido esa curiosidad innata por conocer el mundo que le rodea y aprovechar esas observaciones para su propia supervivencia y desarrollo. Pero junto con estas observaciones, surgieron simultáneamente las preocupaciones por comprender el sentido general del cosmos y de la vida. Aquella ansiedad por conocer su destino y la angustia del enfrentamiento con la muerte y el más allá, indujeron al hombre, desde muy temprano, a elaborar explicaciones globales de él mismo, la naturaleza y el cosmos; estas explicaciones globales se iniciaron con el miticismo, prosiguieron con la religión y continuaron con los sistemas filosóficos en una instancia superior, hasta lo que hoy conocemos como ciencias (Sabino, 1979, p.13).

*Esa abstracción de la realidad en ideas, ha alimentado, a su vez, la imaginación, la cual, al tiempo, ha forjado ideales que se han tratado de concretar, de hacer realidad; se hace evidente pues un proceso de retroalimentación que se ha constituido en la fuente acelerante de progreso.*

Ya el hombre ha llegado a la era espacial a través de un proceso con altibajos durante la historia de la ciencia; proceso durante el cual se han producido diversas transformaciones de ella. A ese conocimiento, que en un principio es intuitivo, se le ha tratado de formalizar mediante un método riguroso, el científico, pero el cual no asegura la verdad última; porque se sabe que todavía falta muchísimo por aprender, la investigación no culmina. Es más, surgen en cada campo del conocimiento revoluciones del saber, que cambian el modo de pensar y trabajar en dichas áreas, haciendo que el investigador vea el mundo de una manera diferente

a la anterior, o sea, se establecen nuevos paradigmas<sup>1</sup>.

Con lo expresado hasta aquí se ha establecido un preámbulo que desea poner de manifiesto que aún el conocimiento científico sufre de **Falibilidad por Desconocimiento**. *No todo lo que se declara es absolutamente correcto ni está absolutamente completo, sólo lo es en cierto grado; esta medida expresa la compatibilidad que existe entre lo que afirman nuestros modelos de la naturaleza y la realidad misma.*

Además, qué se puede decir de aquellas afirmaciones hechas por algunos expertos cuando describen su manera de resolver algún problema en el cual se han desempeñado con reconocida eficiencia; declaraciones en las cuales una larga experiencia, mezclada con la objetividad estrictamente científica, exteriorizan apreciaciones, evaluaciones, consideraciones, justificaciones, y demás, que le proporcionan ese carácter subjetivo o heurístico al conocimiento y, por ello, una buena dosis de imprecisión o inexactitud. Observe esto con mayor detenimiento. Se sabe que la inducción es el proceso de razonamiento opuesto a la deducción; mientras que el primero parte de lo específico a lo general, el segundo lo hace en sentido contrario. Muchos expertos, y que diríamos si no lo son, establecen aseveraciones o relaciones sin alguna evidencia contundente; para ello se arman de algunos sucesos, acontecimientos, casos o resultados singulares de algún fenómeno o sistema y generalizan su aplicabilidad; de otro lado, ellos también pueden poseer hechos, descripciones, o conclusiones de carácter general, que son luego adaptados a algunas afirmaciones de índole personal, la deducción, o tratan de resolver problemas por la similitud con otras situaciones, a ello se le denomina proceso de solución por Analogía. Se observa pues la importancia de mirar con prudencia y desconfianza todo aquello que no es verificable con alguna contundencia; y aún en la eventualidad más favorable, se debe manifestar de

1. Este tema es ampliamente discutido en el libro «La Estructura de las Revoluciones Científicas» escrito por T.S Kuhn. pp. 87-348.

algún modo, cualquier carencia por mínima que ésta sea. Dentro de este tipo de información incorrecta hay dos nociones: las denominadas información falsa positiva y la falsa negativa. La primera consiste en que se ha aceptado una hipótesis cuando ella es falsa. La segunda establece que se prescindió de una hipótesis cuando ella era cierta. Ellos son llamados errores tipo I y II, respectivamente, en estadística.

Considere la siguiente consecuencia inmediata de los últimos párrafos. En la tarea científica emprendida por el hombre, él mismo se ha impuesto ciertas normas para conservar la objetividad, propiciar la sistematicidad, utilizar la racionalidad, conseguir la generalidad y ser consciente de su falibilidad, características del proceso investigativo científico (Sabino, 1979, pp. 19-22). Por tanto el hombre debe idear mecanismos, métodos e instrumentos para observar a la naturaleza o al objeto de investigación y procurar reducir el componente de apreciación humana; sin embargo, todos ellos se fundamentan, a su vez, en el conocimiento aceptado, y prevaleciente, por la comunidad científica de la época y defendida a capa y espada hasta que se logre demostrar que ha cumplido su ciclo. Debido a lo anterior, los mismos datos extraídos de los fenómenos u objetos de investigación, están sujetos a una inexactitud desde su nacimiento, como si fuese su pecado original. A esto último, se le ha de sumar el hecho

de que en muchas ocasiones se desconoce qué tanta información es indispensable para concretar algún(os) resultado(s); y si se sabe, no se tienen, por cualquier motivo, a disposición.

Como una manera de hacer claridad acerca de lo expresado en el último aparte, se prosigue haciendo mención a varios conceptos considerados fuentes de inexactitud de la información. Ellos poseen un carácter más concreto, más pragmático y, por tanto, han sido más conocidos y estudiados. Dentro de estos últimos se puede nombrar la información incorrecta, la cual puede provenir de errores humanos en la toma de los datos o del mal funcionamiento de un instrumento de medición; a las lecturas obtenidas en equipos de medición no confiables se les denomina errática; y a los obtenidos mediante recursos, o instrumentos, o equipos, defectuosos se les llama sistemáticos. Ya se indicó anteriormente lo que es una lectura errática; ella es, además, uno de los casos de las lecturas fluctuantes, o sea, aquellas que no son constantes. El otro tipo de lectura fluctuante es aquella que se debe al carácter eminentemente aleatorio del sistema observado.

Como una ayuda a la retención y clarificación de los conceptos expresados en los párrafos anteriores, el autor propone el siguiente cuadro, tentativo, que asigna cierto orden jerárquico y de interrelación entre los diversos términos; observe la Figura 1, página siguiente.

## BIBLIOGRAFIA

GIARRATANO, J. y RILEY, G. Expert Systems: Principles and Programming. Boston, PWS-KENT Publishing Company, 1989. pp. 87-348.

VIRGIL, N. Expert Systems and Fuzzy Systems. Menlo Park, California, The Benjamin/Cummings Company, Inc., 1985. pp. 1-116, 165-168.

SABINO, C. El Proceso de Investigación. Bogotá, El Cid Editor, 1985. 244 p.

KHUN, T. La Estructura de las Revoluciones Científicas. México, Fondo de la Cultura Económica, 1971. 319 p.

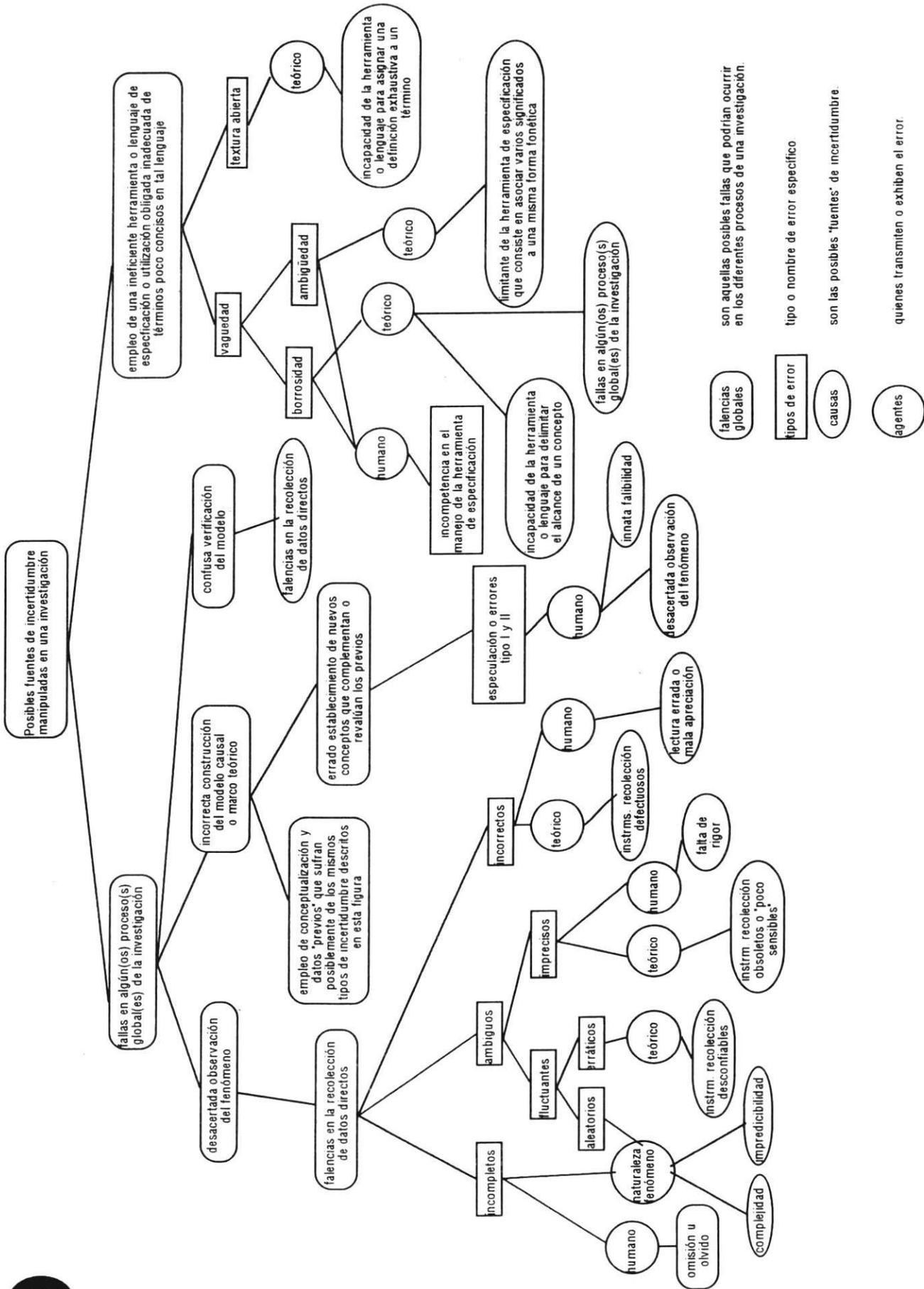


FIGURA 1: Esquema descriptivo de las posibles Fuentes de Incertidumbre en los datos, la información y el conocimiento.