

Datos e interpretación: saber distinguir la diferencia

La distinción entre datos e interpretación no es menos

importante en el aula de una clase de ciencias que en el laboratorio de ciencias.

Considere la siguiente declaración:
1ª declaración: A es un ser humano, B es un chimpancé. A y B comparten varias similitudes, pero A y B poseen numerosos atributos distintos.

2ª declaración: Las similitudes demuestran que tanto A como B proceden de un origen común, es decir, de un antepasado común. Las diferencias sugieren que A y B no siguieron la misma senda evolutiva.

3ª declaración: Las similitudes demuestran que tanto A como B tuvieron un origen común, es decir, un creador, Dios. La razón para las diferencias radica en que el Creador escogió formar a cada especie de manera única y distinta.

La primera declaración es datos; observable, conocible y abierta a la experimentación. Las declaraciones 2 y 3 no son datos. Son conclusiones extraídas de suposiciones acerca del significado de la declaración inicial: la primera de un evolucionista, la segunda, de un creacionista. Esta ilustración revela que los conocimientos/la información pueden ser divididos en dos conceptos separados, es decir, la datos y la interpretación. Debido a que los datos están sujetos a interpretaciones alternativas, los estudiantes e investigadores deben distinguir de manera cuidadosa entre la información incluida fehacientemente en los datos recolectados y la "información" *derivada* de los datos, que se presenta como evidencia para una hipótesis. Los científicos se esmeran por ser lo más objetivos

posible al respecto, pero ciertos factores (preconceptos) pueden influir su selección e interpretación de la datos.

La distinción entre datos e interpretación no es menos importante en el aula de una clase de ciencias que en el laboratorio. Los alumnos ven desplegada a la interpretación como si fueran datos, en los museos, en los programas científicos de la televisión, en libros y revistas de ciencias y en los periódicos. Los profesores tienen la responsabilidad de ayudar a sus alumnos a comprender lo que son datos y lo que es especulación.

Para los profesores, el mayor obstáculo al separar los datos de la interpretación se presenta al usar los libros de texto, una fuente primaria de información en el aula. En el aula de ciencias, los libros de texto incluyen a menudo más interpretación que datos.

Los alumnos necesitan adiestramiento temprano para distinguir entre los dos. Esto exigirá un esfuerzo adicional de parte de los profesores, pero tendrá resultados positivos. Con la práctica, los alumnos serán más analíticos y requerirán menos explicaciones de parte del profesor.

Distinguiendo la diferencia

¿Qué son datos? ¿Cómo puede alguien distinguir entre datos e interpretación? La datos están formados por mediciones y observaciones usadas como base para el razonamiento, la discusión, o el cálculo.¹ Los datos observables a menudo se consideran como evidencia inalterable, sea esto verdad o no. A medida que la tecnología y la ciencia progresan, la "evidencia" es descartada, modificada o reemplazada por nuevos datos. Por ejemplo, ciertas mediciones pueden formar la base para identificar un objeto o fenómeno. No obstante, la identificación puede ser en realidad interpretación.

Por ejemplo, los fósiles de organismos extinguidos son clasificados a menudo a través de mediciones de varias partes del cuerpo que han sido preservadas. A pesar de la fidelidad y precisión de las mediciones, la identificación correcta resulta difícil. Por ejemplo en el caso de mucha fauna con concha, los científicos no saben si los organismos grandes cuyas estructuras son similares a aquellas de organismos más pequeños representan especies, géneros o estados evolutivos diferentes. La identificación y comparación no es por lo tanto datos; es interpretación. La ciencia se ve obligada a usar identificación y comparación como datos.

Mucha controversia en la literatura científica es generada por un problema significativo: las interpretaciones extraídas de bases de datos limitadas. Este punto debe ser enfatizado en cada unidad que se estudia en la clase de

Elaine Kennedy

ciencias.

La complejidad de la datos y de las interpretaciones

Como ilustración del efecto mutuo complejo entre la datos y la interpretación, son considerados dos pasos implícitos en el proceso de identificación de las rocas y minerales.

Primer paso. Interpretando las propiedades de la luz. La descripción de las propiedades de una roca dada por los investigadores se basa en el examen microscópico de una capa muy delgada de la roca (la cual es conocida comúnmente como "sección delgada"). Se usa luz polarizada (ondas de luz que vibran en un solo plano) para conducir una serie de pruebas sobre cada mineral en su sección delgada. Los mineralogos usan los patrones resultantes para determinar la composición del mineral de la muestra. Por lo cual, la identificación de los minerales es una interpretación basada sobre las propiedades descriptivas de la luz.

Segundo paso. Identificando las rocas. Para identificar las muestras de roca, los científicos examinan el contacto entre dos tipos de minerales y miden cuánto de cada uno está presente. Un geólogo que estudia las rocas considera a la identificación como "datos", aunque en realidad sea una interpretación de una interpretación. (Los "datos" mineralógicos derivaron de las propiedades descriptivas de la luz). Una vez que se ha identificado la roca, esa información también es usada como datos.

■ Cuán válida es la identificación de minerales y rocas? Depende de los métodos usados. Se pueden extraer conclusiones comparando la muestra con las normas. Por ejemplo, tres secciones delgadas pueden tener la misma composición mineral, pero sus contactos minerales pueden ser muy diferentes. Si los granos de los minerales se ensamblan, se dice que la muestra es roca ígnea. Si los granos minerales están alterados, distorsionados, alongados y alineados, es una roca metamórfica. Los mismos minerales cementados juntos forman una roca sedimentaria. Cuando los términos y procedimientos están bien definidos, la identificación es relativamente sencilla y fiable.

Los profesores necesitan ayudar a sus alumnos a aprender cómo interpretar lo que leen para que lleguen a conclusiones fidedignas (¡y para que evalúen las

conclusiones de otros!), debido a que se define a los datos sólo como lo que puede ser medido u observado directamente. Deben comprender que una interpretación es una explicación, un medio para presentar la datos en términos comprensibles. La precisión de las interpretaciones está limitada por la disponibilidad de los datos y el prejuicio del observador.

Niveles múltiples de interpretación

Existen varios niveles de interpretación. Por ejemplo, el nombre *oolito* no solo identifica un tipo de roca, sino que también incluye una historia de condiciones del medio ambiente y de la acumulación de materiales naturales involucrados en su formación. ¿Cómo puede un nombre adquirir esa cantidad de información interpretativa?

1. El investigador encuentra una roca con partículas redondas, como las esferitas de un adorno de collar, pegadas juntas. Las partículas rodean a un objeto mayor en la muestra, compuesto de una sustancia distinta. Se selecciona y analiza una sección delgada de la muestra para determinar su mineralización. El primer nivel de interpretación es la identificación de la composición mineral de las esferitas. Para propósitos ilustrativos diremos que se trata de partículas de carbonato de calcio.

2. La identificación de la roca de estructura redonda, llena de esferitas, se basa en el análisis de la relación entre un pequeño pedazo de roca o material de revestimiento, y al carbonato de calcio que se ha precipitado en torno a él. Esta información estructural, acompañada de la forma (redondez) de las partículas, lleva a que el observador identifique a las esferitas como oolitos.

En este nivel, uno podría pensar que el ejercicio ya está completo y que la identificación de la muestra es tan

Corte transversal de arenito.

sencilla y directa como identificar un mineral y su estructura. No obstante, se introduce un tercer nivel de interpretación para explicar cómo se forman los oolitos.

3. El tercer nivel se basa en la observación de los medio ambientes modernos. Los geólogos saben que los oolitos se forman usualmente cerca de la costa debido a la agitación de las aguas bajas, tibias y salinas. Los investigadores aplican este conocimiento a las rocas oolítica que se encuentran en las montañas. Dicho de otro modo, los geólogos usan lo que saben sobre el contexto moderno para interpretar el medio ambiente antiguo. Asumen que los oolitos antiguos en la montaña, se formaron de la misma manera que los oolitos modernos en el océano o el Gran Mar Salado de Utah. Esa interpretación parece bastante lógica, y sus conclusiones dan la impresión de ser obvias. Sin embargo, estas asociaciones pueden no ser correctas.

El ejercicio no ha acabado. Este grupo de interpretaciones se suma ahora a otros datos (que también poseen múltiples interpretaciones) para llegar a la descripción final de la exposición de una roca en particular. Este proceso se duplica en otras exposiciones o rocas expuestas en una región mayor, para desarrollar un modelo.

4. Los geólogos usan otro tipo de rocas y datos adicionales para formar modelos de eventos geológicos de la

El prejuicio durante la adquisición de datos

Los científicos son conscientes de ser propensos a errores e ideas equivocadas. Por lo cual, tratan de mantener una actitud objetiva en la investigación.³ Este compromiso con la objetividad ha creado un aura de infalibilidad en torno a la ciencia y los científicos.

Algunos informes en la prensa popular y la televisión simplifican excesivamente el trabajo de los científicos, dando a entender que

cuando un científico llega a una conclusión, todas las teorías que compiten con la suya fueron refutadas y cada pregunta resuelta. Esto favorece un falso sentido de seguridad y confianza en la ciencia. Algunos científicos hacen muy poco para corregir esta imagen.

Complicando aún más las cosas, la comunidad científica ha adoptado la posición según la cual todo investigador que posee presuposiciones religiosas no es científico. Lo anterior implica que la ciencia creacionista no sería verdadera ciencia. Tal actitud no reconoce sus propios prejuicios.⁴

A continuación presentaremos ciertos prejuicios que influyen en la ciencia. Algunos son factores técnicos y otros sutiles e inconscientes:

1. *Limitación en el muestreo.* El primer problema que se presenta al reunir datos es el prejuicio en el muestreo. Cada científico posee ideas preconcebidas que tienen influencia sobre la selección de los datos. El muestreo al azar ayuda a minimizar estos problemas,⁵ pero incluso al usarlo, las elecciones de muestreo a menudo favorecen a una hipótesis en particular.

2. *Errores sistemáticos.* Un científico puede tener un "punto ciego", la incapacidad de reconocer datos. Por ejemplo, es común para un paleontólogo que se especializa en caracoles fósiles, que reúna una variedad más amplia de gastrópodos


que otras personas que buscan en la falda de una montaña. No obstante, el mismo individuo descubrirá menos conchas y corales que otros colectores de fósiles en el mismo sitio. Un registro fidedigno del tipo de fósiles puede tener un impacto significativo sobre la interpretación de un sitio, pero el prejuicio del investigador puede afectar la fidelidad de los cálculos.

El procesamiento de la datos también puede introducir prejuicios técnicos sistemáticos.⁶ Un procedimiento con fallas no reconocido o la aplicación incorrecta de una fórmula matemática o de un análisis estadístico durante el procesamiento de la datos introduce un error o prejuicio sistemático en los resultados.

3. *Limitaciones tecnológicas.* Los científicos pueden incorporar grandes cantidades de datos e interpretación en modelos generados por computación para hacer análisis que involucra reconocimiento de diseños. No obstante, el uso de bases de datos gigantescas no asegura del todo que los modelos reflejarán adecuadamente sistemas y procesos complejos. Los modelos creados por programas de computación producen prejuicios tecnológicos porque sus parámetros simplificados limitan la aplicación del modelo a sistemas reales.⁷

4. *Calidad de la datos.* El análisis de la información introduce prejuicios debido a que las interpretaciones cualitativas y subjetivas se han fijado en las conclusiones. Por ejemplo: al usar técnicas de establecimiento de fechas con potasio y argón, la cantidad de estos elementos en una muestra dada puede ser medida de manera fidedigna y precisa. Sin embargo, es difícil saber qué significa en realidad esa información. Las conclusiones sobre la edad de una muestra dependen en gran manera de muchas suposiciones y se ven afectadas por problemas en la metodología, incluyendo el error humano.⁸ La tecnología actual no puede medir la edad de la roca sedimentaria fosilizada directamente. De esta manera, las conclusiones se encuentran comprometidas porque se basan en un análisis de material ígneo asociado, que puede o no proveer edades válidas. La información descriptiva (datos que no es cuantificable) es aún más problemática.

5. *Limitaciones financieras.* El método científico demanda llevar a cabo pruebas rigurosas antes de aceptar una teoría. No obstante, el tiempo y las limitaciones financieras restringen el crucial proceso de pruebas. Se incorpora nuevos datos a la



La identificación de minerales como esta roca metamórfica está basada en el análisis de los diseños de luz que se forman cuando cortes muy delgados de sustancia son probados con luz polarizada.

historia de la Tierra. Por ejemplo, los granos de cuarzo cementado se denominan piedras arenosas. Los patrones en la piedra arenosa pueden ocurrir como resultado de un proceso conocido como estratificación cruzada.

Usualmente, estos se forman en la medida que las corrientes (de viento y/o de agua) depositan arena y sedimento fluvial en la falda de las dunas resguardadas del viento. Al integrar una amplia gama de datos e interpretación (los minerales, rocas, oolitos y las capas geológicas de estratificación cruzada), los geólogos desarrollan un quinto nivel de interpretación, la modelación. Los modelos les proveen a los científicos un contexto generalizado para formular predicciones y extraer conclusiones sobre eventos que pueden haber ocurrido en el pasado.²

¿Por qué es necesario distinguir claramente entre datos e interpretación al evaluar una investigación? Los datos son mediciones y observaciones concretas. Las interpretaciones son intentos de identificar o explicar lo que ha sido medido u observado. La validez de una interpretación depende de cuán bien se ajusta a los datos disponibles. Las interpretaciones pueden cambiar al mismo ritmo que cambia la base de datos. Este intercambio entre datos e interpretación es lo que hace a la ciencia tan exitosa y progresista.

teoría en boga porque es más fácil conseguir que se publique un artículo si las conclusiones del autor son ampliamente aceptadas por la comunidad científica.

El proceso de financiación tiene una influencia increíble sobre la investigación de hoy.⁹ Si no se publica, no se recibe dinero para la investigación, es así de simple.

Las pruebas rigurosas exigidas por el método científico no son redituables, así que las ideas y conceptos a menudo son llevados a la página impresa apresuradamente y luego citadas en publicaciones subsiguientes. Las presiones financieras acrecientan el prejuicio técnico al limitar el proceso experimental. Los estudiantes deberían ser conscientes que la financiación de la investigación ejerce un control significativo sobre lo que se publica.

Ayudando a que los alumnos aprendan a separar los datos de la interpretación

Este ejercicio puede funcionar en varias disciplinas. Los profesores de ciencia pueden utilizar un capítulo de un libro de texto de ciencia o un artículo de un periódico o una revista popular de ciencia que presenta conclusiones como si fueran evidencia. Use varios ejemplos y utilice por lo menos uno que presente conclusiones sin ningún dato. Los profesores de historia pueden utilizar varios párrafos de un libro de texto de historia o artículos de un periódico o revista. Los profesores de otras disciplinas tales como Biblia, lengua o salud pueden usar un libro de texto o un artículo de revista para crear un ejercicio útil para sus alumnos.

Antes de la hora de clase, elija un párrafo o sección de la fuente, haga copias para compartir con los alumnos, o escríbalo en el pizarrón. Destaque o subraye (en un color diferente) las conclusiones, especulaciones y otras declaraciones que le dicen al lector lo que debe creer. Para ayuda adicional en este proyecto, los profesores pueden contactar al autor por correo electrónico en ekennedy@univ.llu.edu o consultar al Geoscience Research Institute [Instituto de Investigación de la Geociencia] en <http://www.grisda.org>.

Implicaciones para la Ciencia y la Religión

Cuando se trata del área de interacción entre ciencia y religión, deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

Primero, que no todos los datos han sido medidos de manera fidedigna, y a veces es difícil diferenciar entre datos e interpretación. Las interpretaciones múltiples de cualquier base de datos no son sólo posibles sino también plausibles. Aunque la interpretación de los datos puede ser muy compleja, es preferible una interpretación sencilla en el desarrollo de teorías.

Segundo, el prejuicio está presente en toda interpretación debido a que cada interpretación científica es parcialmente subjetiva.

Tercero, el público necesita comprender cómo funciona la ciencia. La gente se alarma a veces debido a que las interpretaciones científicas cambian constantemente, haciendo difícil saber qué creer. No obstante, así es la naturaleza de la ciencia, y es así cómo avanza.

Cuarto, a pesar de que la ciencia brinda datos adecuada sobre el mundo que nos rodea y que los descubrimientos científicos a menudo han sido una bendición para la humanidad, los cristianos no deberían basar sus creencias teológicas en conceptos científicos específicos. Si se permite que la ciencia controle a la teología entonces cada vez que cambien las interpretaciones científicas, la teología deberá cambiar con ellas, ya sea que los cambios sean o no consecuentes con el sistema de creencia y las experiencias de cada individuo.

A la vez, la teología no debería controlar el modo como los científicos llevan a cabo su trabajo o la manera cómo llegan a sus conclusiones. Los conceptos tales como la "fijación de la especie" basados en la teología enseñada por líderes de iglesia del siglo 17 y

Las conclusiones acerca de cómo se formaron rocas antiguas, tales como estos oolitos, se basan en la observación de ambientes modernos.

18,¹⁰ y la teoría geocéntrica, son algunas de las ideas que contribuyeron al conflicto entre la ciencia y la teología.

La Biblia puede facilitar hipótesis de trabajo legítimas o limitantes a la ciencia. De hecho, las Escrituras a menudo sugieren avenidas para la investigación que no serían consideradas por la mayoría de los no cristianos. Tal investigación debería reconocer cualquier presuposición presente de origen bíblico. Como en toda buena

Los profesores necesitan ayudar a sus alumnos a aprender cómo interpretar lo que leen para que lleguen a conclusiones fidedignas (¡y para que evalúen las conclusiones de otros!), debido a que se definen los datos sólo como lo que puede ser medido u observado directamente.

futuro.”¹³ Tanto el relato histórico de un diluvio mundial y la predicción profética del segundo advenimiento de Cristo proclaman la falsedad de tal concepto.¹⁴

Para los cristianos, la Biblia provee una base filosófica para la fe y es también una fuente de datos que sugiere una manera adicional para acercarse al estudio de la naturaleza. Usando esta perspectiva, se puede alcanzar alguna armonía entre ciencia y

Escritura. Efectivamente, los cristianos pueden ser aquellos que tienen más probabilidades de encontrar armonía porque reconocen a Dios como el Creador de la naturaleza y sus leyes científicas.

Fósiles como este *arqueoptérix*, son medidos con propósitos de identificación.

ciencia, la información debe ser evaluada cuidadosamente.

Conclusiones

Los científicos están al tanto de muchos de estos temas. No obstante, especialmente en el área de los orígenes, la ciencia por sí sola no puede evaluar completamente la base de datos dada porque el método científico no considera la posibilidad de la participación sobrenatural en la naturaleza o la historia de la Tierra. Además, ni los científicos creacionistas ni los evolucionistas observaron los eventos que ocurrieron hace mucho tiempo en el universo, y tampoco pueden replicarlos. Se necesitan ambos procesos para establecer conclusiones científicas. La mayoría de los científicos creen que existen conflictos irreconciliables entre la ciencia y la Escritura.¹¹ Por ejemplo, Ayala declara, “Sostener que las declaraciones del Génesis son verdades científicas es negar toda la evidencia. Enseñar tales declaraciones en las escuelas como si fueran ciencia harán un daño incalculable.”¹² De hecho, la evidencia científica no demuestra ni una historia de la vida corta ni larga. La evidencia a disposición provee información muy limitada.

Los datos no son el problema primario en la reconciliación entre ciencia y Escritura. Es la *interpretación* de los datos la que crea conflictos. Se ha dicho: “No sólo el presente es la llave del pasado, sino que el presente es la llave del



Elaine Kennedy, Ph.D., es una geóloga del Instituto de Investigación de la Geociencia [Geoscience Research Institute] de Loma Linda, California, EE.UU. El GRI es sostenido por la Asociación General de

los Adventistas del Séptimo Día con el propósito de explorar el área de intercambio entre la ciencia y la religión. La Dra. Kennedy obtuvo su doctorado en geología en la Universidad del Sur de California en 1991. En la actualidad trabaja en dos proyectos: (1) análisis estadístico de la distribución de huellas en la matriz de la roca sedimentaria de origen barroso de grano fino de la breccia basal asociado con la roca arenosa Tapeats en el Gran Cañón; y (2) determinación del medio ambiente depositario de las rocas arenosas y de rocas sedimentarias oscuras asociadas con sitios de nidios de dinosaurios en la Patagonia, Argentina. Su dirección es: 11060 Campus Street, Loma Linda, CA 93350, EE.UU. de Norteamérica. Correo electrónico: Ekennedy@univ.ltu.edu. También puede consultar el sitio web del Instituto: <http://www.grisda.org/>.

REFERENCIAS

1. Webster's College Dictionary (New York: Random House, 1991).

2. Andrew D. Miall, *Principles of Sedimentary Basin Analysis* (New York: Springer-Verlag, 1984), p. 5.
3. Francisco Ayala, Robert McCormick Adams, Mary-Dell Chilton, Gerald Holton, Kunar Patel, Frank Press, Michael Ruse y Phillip Sharp, *On Being a Scientist* (Washington, D.C.: National Academy of Science Press, 1989), p. 1.
4. Del Ratzch, *The Battle of Beginnings: Why Neither Side Is Winning the Creation-Evolution Debate* (Downers Grove: InterVarsity Pres, 1991), pp. 6-12.
5. Ayala, et. al., p. 5.
6. *Ibid.*, pp. 5, 6.
7. *Ibid.*, p. 6.
8. C. M. R. Fowler, *The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics* (Cambridge: Cambridge University Press, 1998), p. 192.
9. Francisco J. Ayala y Bert Back, “Science and the Courts,” *American Scientist* 81:3 (mayo/junio de 1993), pp. 230-239.
10. E. Janet Browne, *The Secular Ark: Studies in the History of Biogeography* (New Haven, Conn.: Yale University Press, 1983), pp. 21-23.
11. Colin Norman, “Nobelists Unite Against ‘Creation Science.’” *Science* 233:4767 (29 de agosto de 1986), p. 935.
12. *Ibid.*
13. Alan Baharlou, 1978. Una comunicación personal que hace eco al sentimiento de James Hutton de 1788, “Por lo cual, los resultados de nuestra búsqueda de datos presente es que no hemos encontrado rastro de un comienzo, ni una posibilidad de fin” (de *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*).
14. 2 Pedro 3:3-10.