

RESUMEN / ABSTRACT

La distinción entre “contexto de descubrimiento y contexto de justificación fue trazada por H. Reichenbach para distinguir, entre otras cosas, la manera como realizan los descubrimientos en ciencia y la manera en que se justifican y aceptan. Tradicionalmente se ha argumentado (Reichenbach, Popper, Hempel, etc.) que sólo el contexto de justificación es filosóficamente importante porque en él se abordan cuestiones metodológicas y epistémicas. Este artículo se limita a sugerir que estudios históricos de descubrimientos científicos muestran que en el contexto de descubrimiento también hay cuestiones metodológicas y epistémicas relevantes.

Hans Reichenbach was the first philosopher to draw the distinction between “context of discovery and context of justification”, to distinguish between how scientific discoveries take place from how they are justified and accepted. Many philosophers (Reichenbach, Popper, Hempel, etc.) have argued that only justification is philosophically interesting, because in it there are methodological and epistemic issues involved. In this paper, it is argued that historical studies of scientific discoveries show that in the context of discovery there are relevant methodological and epistemic issues as well.

Recibido: 19 de Febrero de 2002

*Este ensayo se basa en la investigación realizada para obtener el grado de Licenciado en Filosofía. La tesis fue asesorada por el Dr. Godfrey Guillaumin, cuyo título es: “En Defensa del Descubrimiento Científico: Una interpretación particular de la Controversia Whewell-Mill”. Se presentó en Agosto de 2000 en la Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Guanajuato y le fue otorgado el reconocimiento de *Cum Laude*.

La elaboración de este artículo fue parcialmente apoyado por el Proyecto CONACYT (J35254-H).

Contexto de Descubrimiento y Contexto de Justificación: Un Problema Filosófico en la Investigación Científica*.

Ramón Bárcenas*

Artículo invitado para la sección de Tesis Galardonada, que pasa íntegro y sin la revisión de los Arbitros.

INTRODUCCIÓN

Uno de los temas centrales en la filosofía de la ciencia contemporánea ha sido el de la distinción entre “contexto de descubrimiento” y “contexto de justificación”. Dicha dicotomía fue trazada por primera vez por Hans Reichenbach en su obra *Experience and Prediction* de 1938. Según Reichenbach, en el contexto de descubrimiento se aluden a cuestiones relacionadas con la forma en que generamos nuevas ideas o hipótesis en ciencia; mientras que el contexto de justificación tiene que ver con el tipo de criterios que dichas hipótesis *deben* satisfacer para ser aceptadas en el *corpus* científico. Así, en el caso del contexto de descubrimiento se trata de exhibir los procesos psicológicos y sociales que tienen lugar *durante el proceso real* en que los científicos generan nuevas ideas o hipótesis. Es decir, se interesa por explicar la manera en que los científicos concibieron inicialmente una teoría. Por ejemplo, algunos científicos concibieron sus hipótesis en sueños (como Kekulé), otros por casualidad (como Fleming), y otros, en prolongados viajes en barco por Sudamérica (como Darwin). Ésta es una tarea *descriptiva* que le concierne a la psicología empírica o a la sociología del conocimiento. En el contexto de justificación, sin embargo, se ignoran los procesos psicológicos o sociales involucrados en el proceso de la génesis de hipótesis y se centra en mostrar los parámetros *lógicos*¹ y *epistémicos* que dichas hipótesis *deben* cumplir para ser consideradas científicas.

¹ Los parámetros lógicos y epistémicos que las hipótesis *deben* cumplir para ser aceptadas varían de un autor a otro. Empero, un criterio epistémico común es que las hipótesis hagan predicciones interesantes y exitosas. Por ejemplo, la teoría de la relatividad de Einstein a inicios del siglo XX predijo que los rayos de luz se curvarían en los campos gravitatorios fuertes. La confirmación de esta predicción por las observaciones de Eddington jugó un papel importante en la aceptación gradual de la teoría de la relatividad.

PALABRAS CLAVE: Descubrimiento, Metodología de la ciencia, Epistemología, inducción, W. Whewell, J. Kepler, H. Reichenbach, L. Laudan, K. Popper, T. Nickles.

KEYWORDS: Discovery, Scientific method, Epistemology, Induction, W. Whewell, J. Kepler, H. Reichenbach, L. Laudan, K. Popper, T. Nickles.

Durante más de la primera mitad del siglo XX, la mayoría de los filósofos de la ciencia (Karl Popper, Carl G. Hempel y Rudolf Carnap, entre otros) han reconocido y aludido a tal distinción, principalmente, para argumentar que sólo el contexto de la justificación (o ‘corroboración’ en Popper) constituye un tema genuinamente filosófico. Bajo esta concepción clásica de la presente distinción, las cuestiones que se puedan suscitar en el contexto del descubrimiento (esto es, en la forma en cómo se realizan los descubrimientos científicos) se pensaban irrelevantes para el filósofo debido a que no aludían a cuestiones epistémicas y lógicas, sino principalmente psicológicas o sociales.

Sin embargo, desde los 60’s ha surgido gradualmente un renovado interés filosófico por entender con nuevos elementos el tema del descubrimiento científico, principalmente a partir de las obras de N. R. Hanson. Algunos autores de nuestros días interesados en el descubrimiento científico son: Herbert Simon (1973), Stephen Toulmin (1974), Gary Gutting (1980) y Thomas Nickles (1990). Nickles, por ejemplo, afirma que aquello que principalmente ha suscitado una nueva preocupación por el tema del descubrimiento científico se relaciona con el interés de algunos filósofos por el estudio de “casos históricos” y con la práctica real de la ciencia, particularmente los realizados por Imre Lakatos, Thomas Kuhn y Larry Laudan. Argumenta que una de las implicaciones importantes del análisis detallado de casos históricos reside en el acuerdo general entre la gran mayoría de los filósofos respecto a la inexistencia de “una lógica infalible de la prueba y la justificación en el sentido de un simple conjunto de reglas lógicas para la aceptación y rechazo de teorías” (Nickles 1980:8). Una consecuencia de lo anterior es que la tan aludida distinción entre cuestiones de invención y cuestiones de justificación (o entre contexto de descubrimiento y contexto

de justificación) se torna difusa y el rechazo del descubrimiento científico como un tema filosóficamente relevante resulta inapropiado. Así actualmente una de las cuestiones centrales relacionadas con el descubrimiento científico es aquella que plantea la posibilidad de desarrollar una *método* (o lógica) *del descubrimiento*, en el sentido de un *conjunto de reglas* o *procedimientos* cuya aplicación correcta nos permita generar nuevos descubrimientos científicos. Dicho de otra forma, lo que se está planteando es la pregunta por la posibilidad misma del *Método Científico* en el sentido en que autores como Francis Bacon², René Descartes, Galileo Galilei, Isaac Newton, John Herschel y Stuart Mill lo entendían.

En el presente ensayo se comparte la idea que el estudio de casos históricos nos ofrece ciertas buenas razones para revalorizar filosóficamente el tema del descubrimiento científico, a pesar de negar la existencia de un único método del descubrimiento científico. Propongo particularmente que los análisis histórico-filosóficos del pensador inglés, William Whewell, nos sirven de modelo para exhibir el tipo de cuestiones metodológicas que se pueden suscitar durante el examen del proceso del descubrimiento. En este artículo presentaré mínimamente la teoría de la ciencia de Whewell; particularmente su noción de inducción, ilustrándola con el ejemplo de Kepler que fue empleado por él mismo. La pretensión de este trabajo se limita a sugerir que los análisis histórico-filosóficos de los descubrimientos científicos son más adecuados que los análisis formales (de autores como Popper, Hempel y Carnap) principalmente porque a través de los primeros se esclarecen diferentes preceptos metodológicos que guían al proceso del descubrimiento. Para ello, analizaré en la primera sección una concepción formal dominante del descubrimiento científico para mostrar ciertas consecuencias indeseables que se derivan de

² Nickles afirma que “Bacon y Descartes soñaban con un método general u órgano del descubrimiento científico que redujera la resolución de problemas a una simple rutina y que revelara verdades novedosas y útiles acerca del universo. Tal lógica del descubrimiento sería un gran “leveler of wits” (igualador de ingenios) ...ya que la única habilidad requerida para realizar descubrimientos en cualquier área sería el tener conocimiento de cuándo aplicar el método del descubrimiento y a qué información”(1990:8).

dicha noción. En la segunda parte, expondré someramente la teoría de Whewell sobre la manera en que se llevan a cabo los descubrimientos científicos. Lo relevante de esta concepción es que, según Whewell, es posible mostrar determinados preceptos metodológicos si se analizan esos casos exitosos en la historia de la ciencia. En el tercer apartado, presentaré el descubrimiento de Kepler de la órbita elíptica de Marte y, en el cuarto, revisaré la interpretación de Whewell de dicho descubrimiento con la finalidad principal de exhibir el tipo de recursos metodológicos que se suscitan durante las innovaciones científicas.

1. La lógica del descubrimiento científico.

Una interpretación adecuada de la historia de los intentos de los filósofos ‘modernos’ por desarrollar un método del descubrimiento científico es la expuesta por Larry Laudan (1981). Sostiene que durante los siglos XVII y XVIII el descubrimiento científico era un tema filosóficamente relevante porque la metodología del descubrimiento conllevaba al mismo tiempo una *teoría de la justificación*. En otras palabras, el método mismo que se aplicaba durante la investigación científica se suponía *garantizaba* la verdad de los descubrimientos realizados. Diversos autores como Francis Bacon, René Descartes, John Locke, Isaac Newton y otros, normalmente no trazaban una distinción entre la manera en que se generaban las hipótesis en ciencia y la manera en que se sometían a prueba porque pensaban que la forma en que se descubrían las verdades científicas conllevaba en sí misma su propia justificación. Estos autores “concebían que una *lógica del descubrimiento funcionaría epistémicamente como una lógica de la justificación*... Ellos estaban convencidos que un método del descubrimiento apropiado automáticamente autentificaría sus productos y que una

lógica de la justificación separada sería redundante e innecesaria” (Laudan 1981:184). Por esta razón, durante los siglos XVII, XVIII la lógica del descubrimiento era un tema filosóficamente importante. Lo era, en gran medida, porque abordaba al mismo tiempo cuestiones relacionadas con la aceptación de teorías.

En esos siglos, el método científico normalmente se identificaba con el proceso inductivo. Se pensaba que la inducción representaba el carácter general de la metodología científica a tal grado que a las ciencias naturales también se les conocía como ‘ciencias inductivas’. Había, empero, diversos tipos de inducción. Por un lado, estaba la inducción por enumeración simple planteada por Aristóteles, la cual residía en analizar algunas instancias particulares pertenecientes a una clase con la finalidad de descubrir una propiedad común entre ellas para luego predicar tal propiedad de la clase completa. Por ejemplo, si al analizar algunos metales encontramos que todos ellos se dilatan al ser expuestos al calor, entonces podemos concluir que todos los metales comparten esa propiedad. Este tipo de inducción, sin embargo, fue rechazada por varios autores (entre ellos Francis Bacon y J. Stuart Mill) porque no ofrecía una *justificación* adecuada a las verdades científicas descubiertas ya que una sola instancia negativa era suficiente para refutar tales verdades. En lugar de la inducción por enumeración simple, Bacon y Mill defendieron la inducción por eliminación, la cual creían que constituía el verdadero método científico. Se le llama inducción por eliminación porque procede mediante la exclusión de un determinado número de causas posibles con la finalidad de encontrar la causa verdadera que explique un cierto conjunto de fenómenos. Particularmente ilustrativo de la forma en que procede la inducción por eliminación son los cánones inductivos de Mill³.

³ Dichos cánones son conocidos como: *el método de la concordancia, el método de la diferencia, el método conjunto* (de los dos anteriores), *el método de los residuos y el método de la variación concomitante*. Para mostrar la forma en qué proceden ilustraré el primero de ellos mediante un ejemplo trivial. Supongamos que una docena de estudiantes de una Facultad de Filosofía desarrollan fuertes dolores de cabeza al término de una jornada. Las autoridades académicas preocupadas pretenden determinar la causa de tal malestar e interrogan a los estudiantes respecto a las actividades que realizaron durante ese día. Las respuestas variaron: algunos se levantaron a las siete de la mañana, mientras que otros lo hicieron a las nueve (de manera que

Sin embargo, en la primera mitad del siglo XIX, sostiene Laudan, la *lógica del descubrimiento* perdió⁴ terreno ante formas alternativas de justificar teorías, tales como la verificación de las consecuencias observacionales de las teorías. En estas formas alternativas de justificación que Laudan llamó ‘lógicas de justificación *post hoc* de teorías’, la evidencia relevante que verificaba las hipótesis no era aquella que se obtenía previa y durante la formación de hipótesis sino aquella que aún no estaba disponible cuando la teoría era formulada. La tesis fundamental de esta forma de justificación consistía en que las teorías podían ser evaluadas y justificadas independientemente del proceso de articulación. En otras palabras, no importaba la manera en que las hipótesis fueron inicialmente generadas; lo mismo daba si se había empleado o no un método para su invención. Lo importante era la confrontación de sus consecuencias con la experiencia. Esta manera de formular y evaluar teorías es conocida como el *método hipotético*.

Una consecuencia de lo anterior fue que el proceso del descubrimiento científico fue visto como un tema que carecía de interés filosófico. Inicialmente, argumenta Laudan, el descubrimiento científico era filosóficamente relevante porque la lógica del descubrimiento conllevaba implícitamente una teoría de la justificación. Sin embargo, dado que desde mediados del siglo XIX las teorías se han justificado mediante la evidencia obtenida después de su formulación y no durante su génesis, pregunta Laudan: ¿por qué razón debemos considerar al descubrimiento científico como un problema filosófico genuino en la actualidad? Otros autores en seguir esta línea de razonamiento han sido Popper y Hempel. Popper, por ejemplo, sostiene:

La cuestión acerca de cómo se le ocurre una idea nueva a una persona —ya sea un tema musical, un conflicto dramático o una teoría científica— puede ser de gran interés para la psicología empírica, pero carece de importancia para el análisis lógico del conocimiento científico. Éste no se interesa por *cuestiones de hecho...* sino únicamente por cuestiones de *justificación o validez...* sus preguntas son del tipo siguiente: ¿puede justificarse un enunciado?; en caso afirmativo, ¿de qué modo?; ¿es contrastable?; ¿depende lógicamente de otros enunciados? (1996: 30-31).

En mi opinión, Laudan, al igual que Popper, está en lo correcto al afirmar que ni existe una lógica del descubrimiento científico, ni es factible que sea posible desarrollar una. Tendríamos que ser muy ingenuos para creer que es realmente posible desarrollar un *único método* generador de nuevas ideas aplicable a una gran diversidad de disciplinas y de circunstancias. Sin embargo, del hecho de la inexistencia de un único método del descubrimiento no se sigue que el descubrimiento científico sea un tema sólo de interés para la psicología empirista o la sociología del conocimiento.

Si aceptáramos la idea que el descubrimiento científico es comprensible *únicamente* en términos de una lógica del descubrimiento, entonces tendríamos que admitir, junto con Popper y otros, que la manera como se generan nuevas ideas científicas es filosóficamente irrelevante porque no existe tal lógica del descubrimiento. Más aun, si no es posible desarrollar un *organon* del descubrimiento entonces la forma en que se concibe, en que se *inventa* una idea o una teoría

no fue la falta de sueño la causante del dolor de cabeza y se *elimina* esta posibilidad); algunos comieron en casa, mientras que otros lo hicieron en la cafetería de la escuela (así que la causa no fueron los alimentos y se *elimina* esta otra posibilidad), etc. Al fin del interrogatorio se *descubre* que hubo una actividad *común* a todos ellos: a saber, el uso prolongado de las computadoras durante ese día. Se concluye, pues, que la “causa” de tales dolores de cabeza lo constituyó el empleo continuo de tales aparatos.

⁴ Según Laudan dos razones importantes por las cuales la lógica del descubrimiento científico fue reemplazada por otras formas de evaluar teorías son: 1) el abandono de la concepción infalibilista del conocimiento científico, y 2) el desarrollo de teorías de un ‘alto nivel’ (como la teoría atómica y la teoría ondulatoria de la luz) que se referían a la experiencia (observación) de una forma sólo indirecta.

no depende exclusivamente de procesos racionales. Popper plantea bien este punto al afirmar que <todo descubrimiento contiene “un elemento irracional” o “una intuición creadora” en el sentido de Bergson. Einstein habla de un modo parecido de la “búsqueda de aquellas leyes sumamente universales... a partir de las cuales puede obtenerse una imagen del mundo por pura deducción. No existe una senda lógica — dice — que encamine a estas... leyes. Sólo puede alcanzarse por la intuición...” > (1996:31-32). Si fuera correcto que en el fondo todo descubrimiento dependiera de un ‘momento de lucidez’ entonces tendríamos que aceptar que cualquier recurso o procedimiento podría funcionar con igual eficacia al enfrentarnos ante un problema —sea este de índole científica o no. Así ante una cuestión científica no habría ninguna diferencia si para resolverla recurrimos al razonamiento riguroso, o a la meditación yoga, o a sentarnos bajo un árbol, ‘contemplar la infinitud’ del mundo y esperar que la solución a nuestro problema surja de pronto y sin aparente razón.

Es obvio que esta forma de concebir los descubrimientos científicos ha sido una de las causas principales de que los logros de personajes importantes de la ciencia como Kepler y Newton hayan sido trivializados; de forma tal que bajo esta tradición se nos informa que a Kepler se le ‘ocurrió’ de pronto que la solución al problema de la órbita de Marte se lograría con aplicar a dicha órbita la figura de elipse; o que Newton ideó su compleja teoría de la gravitación universal cuando en estado de contemplación y sentado bajo un árbol de manzanas le cayó sobre la cabeza una de éstas

(Ver Nickles 1980:29 y 33). Lo cierto es que, por ejemplo, para que Kepler lograra dar solución al problema de la órbita de Marte tuvieron que pasar cerca de 8 años y tuvo que elaborar una gran cantidad de fallidas hipótesis (19 aproximadamente) antes de lograr su cometido. Toda esta ardua labor implicó, entre otras cosas, prolongados estudios, cálculos rigurosos, una enorme paciencia y una gran perseverancia.

2. Whewell⁵: Un análisis histórico – filosófico del descubrimiento científico.

Por lo anterior, considero que una mejor forma de comprender la complejidad e importancia filosófica de los descubrimientos científicos se logra si al analizar éstos lo hacemos desde una perspectiva alternativa al análisis particularmente formal. En mi opinión la teoría de la ciencia del filósofo inglés del siglo XIX William Whewell nos puede enseñar algunas lecciones respecto a la relevancia filosófica de los descubrimientos científicos. Ciertamente que, como sostiene Laudan, Whewell fue uno de los primeros filósofos de la ciencia en sostener que las teorías pueden ser evaluadas independientemente del modo en que se articularon. En otras palabras, Whewell rechaza la existencia de un método del descubrimiento científico:

El descubrimiento científico debe siempre depender de algún pensamiento afortunado (‘happy thought’), del cual no podemos rastrear su origen;—algún golpe de suerte del intelecto, que se eleva por encima de toda regla. *Ninguna máxima puede guiarnos inevitable-*

⁵ William Whewell (1794-1866) fue una de las figuras más importantes de la cultura científica Victoriana. Ganó un gran prestigio principalmente como filósofo natural e historiador de la ciencia. Escribió algunos libros y artículos sobre temas tan variados como matemáticas, astronomía, física, geología, economía, arquitectura e, incluso, teología natural. Como científico realizó, entre otras cosas, cálculos respecto a las mareas y experimentos para averiguar la densidad de la Tierra. Como filósofo e historiador de la ciencia tiene dos obras maestras: *the History of the Inductive Sciences* (1837) y *the Philosophy of Inductive Sciences* (1840). Algunos puestos importantes que Whewell ocupó fueron la presidencia tanto de la *British Association for the Advancement of Science* (BAAS) como de la *Geological Society*. También es recordado por sus contribuciones a la nomenclatura científica. Por ejemplo, cuando Michael Faraday necesitó de alguna buena nomenclatura para exponer sus descubrimientos en electricidad, algunas sugerencias de Whewell fueron los siguientes términos: *ánodo, cátodo y ion*. De igual manera, el término *científico* fue acuñado por Whewell en 1833.

mente al descubrimiento⁶. Ningún precepto elevará a un hombre de capacidades ordinarias al nivel de un hombre de genio: tampoco un investigador de verdadera mente creativa tendrá necesidad de acudir al maestro de la filosofía inductiva para aprender a ejercitar las facultades que la naturaleza le ha otorgado. Individuos como Kepler, o Fresnel o Brewster... pueden con toda naturalidad cuestionar la utilidad de cualquier regla. (Butts 1989: 117-118).

Empero del hecho de que Whewell niegue la existencia de un único método científico no se sigue, como afirma Laudan, que la filosofía *Whewelliana* esté desinteresada en ‘analizar de qué manera... las teorías fueron inicialmente formuladas’ (Laudan 1981:183). Como espero mostrar escuetamente más adelante, uno de los temas de mayor relevancia en la filosofía de la ciencia de Whewell reside en su detallado análisis histórico-filosófico de los descubrimientos científicos para determinar no sólo cómo se generan las teorías sino principalmente para establecer determinados preceptos heurísticos que nos *asistan* durante la generación de nuevas ideas científicas.

A pesar de negar la posibilidad de formular en reglas precisas el proceso del descubrimiento científico, Whewell sostiene que es posible mostrar ciertos recursos metodológicos mediante los cuales se han llevado a cabo los descubrimientos científicos si se analizan esos *casos exitosos en la historia de las ciencias con mayor prestigio* (en su época las ciencias físicas). Sobre la base de su análisis histórico filosófico de los logros en ciencia, concluye que el método mediante el cual ‘los descubrimientos científicos realmente han sido llevados a cabo’ es la *Inducción*. Sin embar-

go, a diferencia de las nociones de inducción (por ejemplo, por enumeración simple o por eliminación) de inicios del siglo XIX, Whewell desarrolla en su *Philosophy of the Inductive Sciences* una teoría de la inducción no sólo muy innovadora, sino que a la postre resultaría muy iluminadora para varios autores de la segunda mitad del siglo XX, como N. R. Hanson, Imre Lakatos y Larry Laudan. A su muy peculiar concepción de inducción Whewell le llamó “*Discoverer’s Induction*” (la Inducción del descubridor), queriendo decir con ello que el tipo de inducción que presenta en su filosofía de la ciencia es aquel proceso mediante el cual los científicos *realmente* han llevado a cabo los *descubrimientos en la historia de la ciencia*. Para ilustrar mediante un ejemplo cómo se lleva a cabo el proceso de la *Inducción*, según Whewell, analizaremos el descubrimiento de Kepler de la órbita elíptica de Marte. En el siguiente apartado expondré brevemente el logro de Kepler y en la sección 4 la concepción de la inducción de Whewell y su correspondiente interpretación del descubrimiento de Kepler.



Hans Reichenbach (1891 -1953)

3. El descubrimiento de la órbita elíptica de Marte

El descubrimiento de Johannes Kepler (1571-1630) respecto a la órbita elíptica de Marte tuvo lugar cuando recibió una invitación del astrónomo danés Tycho Brahe (1546-1601) para trabajar como su asistente hacia finales del siglo XVI. Kepler acepta y la tarea que le asigna Tycho reside en estudiar la trayectoria de Marte con la finalidad de contribuir a la elaboración de ciertas tablas astronómicas que Brahe estaba desarrollando, las cuales se suponía sustituirían a las *Tablas Prusianas* elaboradas en 1551 por el astrónomo Erasmo Reinhold (1511-1553). De todas las órbitas planetarias hasta entonces co-

⁶ Énfasis mío.

nocidas, la del planeta rojo era la más difícil de determinar con precisión debido a su mayor excentricidad pues “cuanto más se aparta del círculo una órbita, más complicado resulta predecir las posiciones del planeta en el contexto de una teoría que las considera circulares” (Rioja y Ordóñez 1999:203).

En términos generales el problema al que se enfrentó Kepler respecto a la órbita de Marte consistía en pronosticar con precisión la ubicación del planeta en diferentes momentos de su trayectoria. Para definir la órbita del planeta rojo, Kepler tenía que determinar su “centro geométrico, la distancia a la que se hallaba del centro del Sol (su grado de excentricidad) y el punto ecuanter” (Ver, *Ibid.*, p. 205). En su primer intento por resolver esta cuestión, Kepler procedió empleando las herramientas astronómicas tradicionales (como epiciclos, deferentes, excéntricas y ecuanter), y *partió del principio de la circularidad de las órbitas de los planetas*. (Es importante resaltar que el principio de la circularidad de las órbitas planetarias era una creencia que había perdurado desde la antigüedad y el mismo Copérnico respetó dicho principio cuando elaboró su propio sistema planetario. Por este motivo, era razonable que Kepler asumiera dicho principio al inicio de sus investigaciones). El primer resultado que obtuvo de sus cálculos arrojó una diferencia de ocho minutos de arco entre las posiciones predichas y las posiciones observadas; Kepler no quedó conforme con estos resultados.

En otoño de 1601, Tycho Brahe muere repentinamente y Kepler ocupa su lugar como el nuevo matemático imperial en la corte de Rodolfo II de Bohemia. A partir de este nuevo cargo asignado, Kepler dispone de los numerosos registros astronómicos de Brahe y se ve en libertad de emplearlos en la forma en que cree

más conveniente. Respecto al problema de la órbita marciana, Kepler decide desarrollar una nueva estrategia, la cual reside en examinar el movimiento de la trayectoria terrestre, con la esperanza de que tal estudio arroje luz respecto al conocimiento de las órbitas de los demás planetas. La razón de esto estriba en que si la Tierra se encuentra realmente en movimiento, entonces al intentar determinar “la posición de un planeta en un momento determinado de tiempo sobre el fondo de las estrellas fijas, hay que tener en cuenta dicho movimiento [de la Tierra] puesto que lo que vemos es el resultado del desplazamiento conjunto de observador y observado” (*Ibid.*, p. 206). Los resultados más importantes que Kepler obtuvo tras el análisis de la órbita terrestre son los siguientes. En primer lugar, dedujo que “los planetas [incluyendo la Tierra] se desplazaban siguiendo órbitas circulares excéntricas en torno al Sol”. Por otro lado, concluyó que el desplazamiento de las órbitas no era uniforme; tal desplazamiento se aceleraba cuando se acercaba al Sol y se volvía más lenta al alejarse (Ver, *Ibid.*, p. 215-216). Sobre la base de estos dos hallazgos Kepler logró formular lo que hoy en día es conocida como la segunda ley de Kepler: la ley de las áreas. Esta ley afirma que el área barrida (o descrita) por los radios vectores es proporcional al tiempo empleado en recorrer el segmento de órbita correspondiente.



William Whewell, 1794-1866.

Kepler retorna al problema de Marte con la esperanza de poder resolverlo empleando la ley de las áreas recién encontrada. Sin embargo, se lleva una desagradable sorpresa al descubrir que la aplicación de dicha ley mostraba una vez más un error de ocho minutos entre las posiciones predichas y las posiciones observadas. Se encuentra ante una disyunción: o somete a revisión la ley de las áreas y retiene *el principio de las órbitas circulares* o conserva la ley y abandona

tal principio. Esta era una decisión difícil para Kepler pues como ya mencionamos, la creencia de la circularidad de las órbitas planetarias era una noción que había perdurado durante siglos. En un inicio optó por la primera disyuntiva; sin embargo, otras irregularidades surgidas a partir de tal decisión le llevaron a adoptar la segunda. Tras realizar diversos cálculos llega a la conclusión que la órbita de Marte se asemejaba a un óvalo debido a que “la observación mostraba que [dicha órbita] parecía tener la amplitud del círculo en el perihelio, mientras que en los lados, y sobre todo en el afelio, se replegaba hacia dentro dibujando una curva en el interior del círculo” (*Ibid.*, p. 218). Sin embargo, Kepler no podía determinar el área del planeta rojo considerándola como un huevo pues éste no era una figura geométrica capaz de ser abordada matemáticamente. Tiene la brillante idea de suponer que la trayectoria marciana podría ser representada mediante la figura de elipse. Basándose en esta idea Kepler descubre la adecuada aplicabilidad de la ley de las áreas y logra resolver el problema de la órbita de Marte. De esta manera, formula lo que en adelante sería conocida como la primera ley de Kepler, la cual establece que *la órbita de los planetas es elíptica y el Sol ocupa uno de sus dos focos.*



Johannes Kepler (1571 - 1630)

4. La interpretación de Whewell del descubrimiento de Kepler.

Según Whewell, en toda *inducción* (es decir, en todo descubrimiento científico) siempre hay la *invención y aplicación* de una innovadora *concepción* que es aportada por el investigador mismo; la cual nos permite ver el mundo de una nueva manera y da unidad y coherencia a los hechos investigados. Por ejemplo, al *descubrir* que la órbita de Marte era elíptica, Kepler tuvo que introducir una nueva forma de *ver* la tra-

yectoria del planeta rojo; a saber, la noción de *elipse*. *Esta concepción fue aportada por Kepler mismo*, pues no la pudo obtener a partir de las meras observaciones de las posiciones de Marte realizadas por Tycho Brahe, ya que en su tiempo se creía firmemente que las órbitas eran circulares. Recordemos, además, que Kepler abordó el problema de Marte asumiendo la circularidad de las órbitas planetarias. Por consiguiente, la concepción de la órbita elíptica de Marte fue no sólo innovadora sino además puso en crisis a una idea astronómica que había perdurado durante siglos.

Antes de que Kepler aplicara la noción de *elipse* a la órbita de Marte, las posiciones particulares de dicho planeta eran conocidas pero parecían desordenadas e incoherentes. Así parecían porque, como ya se mencionó en la sección anterior, no se podía predecir con precisión la posición del planeta rojo en un tiempo determinado, asumiendo la circularidad de las órbitas planetarias. Después de que *el genio de Kepler aportó la concepción de elipse*, tales posiciones adquirieron unidad y coherencia. Y ‘lo mismo [afirma Whewell] sucede en todos los demás descubrimientos. Los hechos son conocidos pero están separados y desconectados, hasta que el descubridor proporciona de sí mismo un Principio de Conexión.’ (*Ibidem* p. 141).

Previo al descubrimiento de Kepler ya se contaba con observaciones de la trayectoria del planeta rojo, entonces se puede preguntar ¿por qué razón astrónomos anteriores a Kepler no fueron capaces de encontrar la forma de la órbita del planeta? Según Whewell, no se pudo resolver el ‘problema’ de Marte porque los astrónomos anteriores a Kepler no habían inventado y aplicado la *noción* correcta que diera unidad y coherencia a esas observaciones.

Whewell sostiene que no la habían empleado porque para poder introducir una concepción que realmente pudiera dar cuenta de un grupo de hechos particulares se requería, entre otras cosas, ‘una *especial preparación* y una *especial actividad* en la mente del descubridor’ (*Ibid.*, p. 278).

Se requiere, en primer lugar, tener conocimiento de ‘ciertas relaciones de espacio’ y, obviamente, de ‘ciertos tipos de figuras’; en otras palabras se precisa, en el caso del descubrimiento de la primera ley de Kepler, del conocimiento de la geometría, al igual que de la astronomía. En segundo lugar, se requiere *ingenio*. Tanto Kepler como Tycho Brahe, por ejemplo, tenían amplio conocimiento de astronomía y matemáticas. Sin embargo, no fue Tycho sino Kepler quien tuvo éxito. Whewell sostiene que la razón por la cual fue Kepler, y no otro, quien logró descubrir que la órbita marciana podía ser representada mediante la figura de una elipse estriba en que Kepler tenía, entre otras cosas, una *capacidad creativa* en la formulación de hipótesis que no tuvo ninguno de sus contendientes. Sabemos, por ejemplo, que Kepler *formuló un gran número de hipótesis* en su intento por resolver el problema de Marte.

Así, la manera como los descubrimientos científicos se llevan a cabo es mediante formulación de un gran número de hipótesis, hasta que se logra dar con la hipótesis adecuada. Sin embargo, Whewell rechaza la idea de la invención meramente abstracta de hipótesis y muestra que los investigadores se rigen por un criterio de verificación de nivel básico en la formulación de hipótesis. Dicho criterio reside en *contrastar* las hipótesis con los datos de la experiencia que pretende explicar; de forma tal que son rechazadas si no representan apropiadamente los hechos. Este criterio tiene claramente tintes normativos. Por ejemplo, Kepler en sus primeros intentos por resolver la cuestión de la órbita marciana, partió del *principio de la circularidad de las órbitas* y obtuvo solamente una diferencia de ocho minutos de arco entre las posiciones predichas y las observaciones rea-

lizadas. Esta diferencia era realmente mínima pues de los 360° que tiene una circunferencia, ocho minutos de diferencia apenas representa *una octava parte de un grado*. Es muy probable que otro investigador hubiera quedado satisfecho con este resultado. Copérnico, por ejemplo, admitió un margen de error superior a los diez minutos de arco en la determinación de la posición de una estrella (Rioja y Ordoñez 1999:175). Sin embargo, Kepler no quedó satisfecho con ese margen de error y procedió a mejorar sus predicciones.

De lo anterior se deriva que ningún descubrimiento científico puede ser realizado por persona alguna que no tenga vastos conocimientos de la disciplina en la cual se pretende investigar. De igual forma, ningún descubrimiento científico puede ser realizado por un *observador ordinario*, ni tampoco puede darse en virtud de un simple *accidente* o de un mero ‘pensamiento afortunado’ (*happy guess*), porque los descubrimientos científicos son el resultado de un arduo y complejo proceso.

CONCLUSIÓN

Considero que el examen Whewelliano de los logros en ciencia nos sugiere algunas buenas razones por las cuales el proceso de generar nuevas ideas o hipótesis es un tema de relevancia para el filósofo aún y cuando se niegue la existencia y posibilidad de una lógica del descubrimiento. La razón principal de esta afirmación estriba en que sobre la base del análisis histórico y filosófico del descubrimiento científico (particularmente el ejemplo de Kepler) Whewell muestra ciertos *preceptos metodológicos básicos* (de índole heurística y normativa) que fungen como condiciones necesarias, aunque no suficientes, sin las cuales los logros científicos no podrían ser llevados a cabo. Algunos de ellos son: 1) una ‘formación adecuada’ en la disciplina bajo investigación; 2) una ‘actividad especial’ en la mente del investigador que consiste en tener una capacidad creativa capaz de generar ideas innovadoras, a la cual Whewell llamó *in-*

genio; y 3) la contrastación de las hipótesis con los hechos que pretende explicar.

Dichos principios normativos y metodológicos, de bajo nivel, fueron caracterizados por Whewell como los 'Métodos mediante los cuales la construcción de la ciencia es promovida' y fueron clasificados en: 'Métodos de la Observación', 'Métodos de adquisición de Ideas claras' y 'Métodos de la Inducción' (*Ibid.*, p. 191). Si Whewell niega la posibilidad de expresar en reglas precisas el proceso del descubrimiento científico, entonces podemos preguntarnos con toda naturalidad por la finalidad de desarrollar una taxonomía de métodos y procedimientos. En mi opinión, el objetivo de Whewell es claro; no pretende ofrecernos un *algoritmo del descubrimiento*, en el sentido de un conjunto de reglas metodológicas cuya correcta aplicación nos guíe con toda seguridad al éxito en la investigación científica. Los preceptos metodológicos que Whewell propone tienen principalmente una función heurística: 'asistimos en el descubrimiento y reconocimiento de las verdades científicas; o, al menos, auxiliarnos a *comprender* el proceso mediante el cual dichas verdades son obtenidas' (*Ibid.*, p. 192)

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco al Dr. Godfrey Guillaumin, por sus comentarios.

REFERENCIAS:

- Butts, R. (ed.) (1989). *W. Whewell. Theory of Scientific Method*. Pittsburgh: Hackett,
- Ducasse, C. J. (1951). "Whewell's Philosophy of scientific discovery" II *Phil. Rev.* 60:213-234.
- Gower, B. (1997). *Scientific Method*. London - New York Routledge.
- Gutting, G. (1980). "Science as Discovery". *Revue Internationale de Philosophie*
- Heathcote, A. W. (1953-54). "W. Whewell's Philosophy of Science" *Brit. Jou. Phil. Sci.* 4:302-14.
- Laudan, Larry. (1971). "W. Whewell on the consilience of inductions" *The Monist* 55:368-391.
- (1981). "Why was the logic of discovery abandoned?" Pp. 181-191 en *Science and Hypothesis* Dordrecht : Reidel.
- Mc Laughlin, R. (1982). "Invention and Induction: Laudan, Simon and the Logic of Discovery" *Phil. Sci.* 49:198-211.
- Mill, J. S. (1872). *A System of Logic* New York: Harper and Bro. Publishers.
- Nickles, T. (ed.) (1980). *Scientific Discovery, Logic and Rationality* Dordrecht: Reidel.
- (1990). "Discovery Logics" *Philosophica* 45(1):7-32
- Popper, Karl. (1996). *La Lógica de la Investigación Científica*. Red Editorial Iberoamericana, México.
- Rioja A. y Ordóñez J. (1999). *Teorías del Universo* Vol. I, Ed. Síntesis, Madrid.
- Simon, H. (1973). "Does Scientific Discovery Have a Logic?" *Phil. Sci.* 40: 471-480
- Snyder, L. (1997). "Discoverer's Induction", *Philosophy of Science* 64:580-604.
- Toulmin, S. (1974). "Rationality and Scientific Discovery" in *PSA 1972*.
- Wettersten, John, (1994). "Discussion. W. Whewell: Problems of Induction vs. Problems of Rationality" *Brit. Jou. Phil. Sci.* 45:716-742.
- Whewell, W. (1857). *Philosophy of Inductive Sciences*. (2 vols.) Londres: Parker.
- . *History of the Inductive Sciences*. Vol. I. Londres: Parker, (1976). (Edición original de 1857)
- Yeo, R. (1993). *Defining Science. W. Whewell, Natural Knowledge, and Public Debate in Early Victorian Britain*. Cambridge: Universidad de Cambridge.