



**Universitat de les  
Illes Balears**

**Títol:** *LAS DECISIONES DE LA CIENCIA*

**NOM AUTOR:** Raquel Artigues González

**DNI AUTOR:** 41570635K

**NOM TUTOR:** Jens Oliver Todt

**Memòria del Treball de Final de Grau**

Estudis de Grau de Filosofia

Paraules clau: revolució geològica, decisions científiques, vectors epistèmics, vectors no epistèmics, racionalitat científica

de la  
**UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS**

Curs Acadèmic 2013 / 2014

Cas de no autoritzar l'accés públic al TFG, marki la següent casella:

## ÍNDICE

Presentación.....	3
Introducción.....	4
Aproximación histórica.....	7
Respuesta ante los indicios de una teoría geológica alternativa.....	10
Factores que influyen en las decisiones científicas.....	15
La importancia de los vectores epistémicos.....	15
La importancia de los vectores no epistémicos.....	17
Los científicos como individuos que toman decisiones.....	21
Conclusión.....	27
Bibliografía.....	29

## LAS DECISIONES EN LA CIENCIA

**Resumen:** [ES] El presente trabajo se centra en el análisis de la toma de decisiones en el campo de la ciencia, a partir del episodio de la revolución geológica iniciada por Wegener y finalizada cuatro décadas más tarde. Se pretende cercar el análisis no sólo a las comunidades científicas, sino a los científicos como individuos. De este punto parte la investigación sobre los vectores influyentes en las decisiones de los individuos que condicionan el avance científico. Se busca una base sólida para la argumentación de que los científicos no gozan de una mayor racionalidad y que se ven influenciados por los mismos vectores que aquellos individuos no científicos.

**Abstract** [EN] This article undertakes an analysis of the process about making decision in the field of science, from the episode of the geological revolution initiated by Wegener and completed four decades later. Try to hedge the analysis not only scientific communities, to the scientists as individuals too. The investigation starts on the influential vectors of the decisions of individuals affecting scientific progress. It is seeking a solid foundation for the argument that scientists have no higher rationality and that are influenced by the same vectors than non-scientific individuals.

**Palabras clave:** revolución geológica, decisiones científicas, vectores epistémicos, vectores no epistémicos, racionalidad científica.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se centra en cómo se toman las decisiones científicas. A partir de una aproximación histórica a la revolución geológica llevada a cabo en los años 60, gracias a la cual se adoptó la teoría de la tectónica de placas, se analizan los factores influyentes en la toma de decisiones científicas que dieron lugar a dicho cambio. El trabajo desglosa esos factores y analiza las diferencias que se dieron con referencia a los años 20, cuando aparecieron los primeros indicios de una teoría geológica alternativa.

Para llevar a cabo el estudio partiremos del planteamiento de Miriam Solomon acerca de los diferentes vectores que intervienen en el proceso de la toma de decisiones. La idea teórica que presenta es la existencia de unos vectores epistémicos y unos no epistémicos que condicionan las decisiones de igual modo. El acercamiento a esta teoría la tomaremos del análisis llevado a cabo por José Antonio López Cerezo en su ensayo *El triunfo de la antisepsia*, dónde analiza la victoria de la medicina antiséptica y el cambio en la visión etiológica de la enfermedad. Usaremos la teoría que presenta López Cerezo para desarrollar nuestro estudio; “de un modo más concreto, ¿por qué suelen coincidir vectores epistémicos y no epistémicos en la triangulación de resultados (aun cuando pueda haber desajustes temporales, como en el caso de Semmelweis)? Es decir, ¿por qué suelen concurrir inductivamente razones e intereses, por utilizar la conocida expresión de Whewell?” (López Cerezo, 2008, 142). Partiremos de un período en el que los esfuerzos por parte de unos científicos que plantean una teoría revolucionaria pasan desapercibidos y que concluye décadas más tarde con la aceptación de las nuevas teorías. A partir de una aproximación histórica, iremos desarrollando los factores influyentes que condicionan la adopción de esta nueva teoría.

Partiremos de una breve exposición sobre el cambio que se produjo desde que Alfred Wegener, científico innovador especializado en astronomía, meteorología y física atmosférica, propuso la posibilidad de una deriva continental, hasta que se adoptó su teoría décadas después. Presentaremos el cambio que supuso abandonar el contraccionismo impereante y adoptar la nueva teoría movilista a partir del acercamiento que nos expone Ronald N. Giere en *La explicación de la Ciencia. Un acercamiento cognoscitivo*. A partir de esta introducción en el episodio histórico analizaremos, en primera instancia, el modo de proceder por parte de los científicos ante los indicios de una nueva teoría geológica; “obviamente el ejemplo de la geología no se ha elegido al azar. Lo que me ha llevado a explorarlo con cierta profundidad es

lo que me parece un caso especialmente claro de una importante revolución en la ciencia moderna a la que se ajusta muy bien la perspectiva del realismo (evolucionista, constructivo) naturalista” (Giere 1992, 263). Nos detendremos en el análisis de los diferentes tipos de respuesta que causa la presentación de una alternativa, así como la reacción de poner en duda la teoría que ya está asentada. Tras presentar el abanico de posibles respuestas que conlleva este cambio estructural que supone la adopción del moviismo, nos centraremos en los vectores que influyen en este tipo de respuestas, así como en las decisiones que de ellas se derivan. Estos vectores son los que hemos adoptado de la teoría de Miriam Solomon, epistémicos y no epistémicos. La autora ya presentaba la importancia de la triangulación de estos vectores para la toma de decisiones, los condicionantes contextuales intervienen con la misma fuerza que los cognitivos, y es esta triangulación que vamos a analizar en el caso de la revolución geológica. Las revoluciones científicas no se desarrollan de una forma u otra debido a vectores únicamente cognitivos, sino que se ven influenciadas por el contexto, así como por el factor humano.

El propósito es desarrollar un estudio acerca de todos los factores influyentes en la toma de decisiones para poder argumentar la teoría de que los científicos no poseen una mayor racionalidad. Para ello, estudiaremos el análisis a los científicos como sujetos, puesto que en última instancia, las revoluciones científicas dependen de ese factor humano. Analizaremos a los científicos como individuos que toman decisiones influenciados por vectores epistémicos y no epistémicos, no como seres con una mayor racionalidad y con una mente más abierta para concebir grandes cambios estructurales.

Por consiguiente, el análisis que vamos a realizar va a estar guiado por la teoría que presenta Solomon acerca de la triangulación de los vectores para la toma de decisiones, aplicado al caso de la revolución geológica presentada por Giere; así como por el estudio de Lopez Cerezo acerca de la robustez epistémica como fenómeno social. Para acercarnos a los resultados que pretendemos obtener partiremos del estudio del conjunto que conforman los diferentes tipos de respuesta que se dan ante la aparición de una alternativa teórica; seguidamente estudiaremos el conjunto centrándonos en los vectores influyentes de estos tipos de respuestas; y finalmente acabaremos cercando el análisis al conjunto más pequeño, los científicos como individuos que toman decisiones. De esta forma buscamos una argumentación sostenible para poner en cuestión la convicción de que los científicos gozan de una mayor racionalidad, puesto que la búsqueda de un criterio universal de racionalidad en ciencia, es en última instancia la búsqueda y la pregunta por la racionalidad de los científicos individuales.

## APROXIMACIÓN HISTÓRICA

Alfred Wegener fue el primer científico -astrónomo, meteorólogo y físico atmosférico- que señaló la posibilidad de una deriva continental, a partir del desarrollo del estudio cartográfico en los litorales de África y América del Sur, las formas de los cuales se aprecian complementarias (figura 1). Como recurso cognitivo, Wegener adoptó los modelos de desplazamiento de los icebergs y las masas de hielo flotantes. El modelo particular de representación de la estructura de la Tierra, así como la historia de la misma, fue denominado movilismo. Este modelo, a ojos de Wegener, se veía respaldado por pruebas de diversos campos científicos como podría ser la geofísica, la paleontología, la paleobotánica, o la paleoclimatología. A pesar de ello, la propuesta fue tomada como procedente de un campo externo a la geología y de un científico ajeno a la comunidad geológica.



Figura 1.

El movilismo proponía la existencia de una gran masa continental originaria, un supercontinente que denominó Pangea que se separó más o menos en el Cretácico; del mismo modo que los icebergs y las masas de hielo, las masas continentales se habían ido moviendo hasta colocarse en el punto conocido; “fue un enfoque para representar la historia y la estructura de la Tierra que incluía los grandes movimientos laterales de los continentes”

(Giere 1992, 276). Dicha propuesta supuso un cambio tal como el de Copérnico, cambiaba completamente la estructura terrestre así como los estudios sobre la misma; y se oponía al modelo vigente, el contraccionismo. El contraccionismo, por el contrario mantenía que, en palabras de Bailey Willis -Profesor de la Universidad de Standford y Presidente de la Sociedad Geológica Estadounidense- “las cuencas oceánicas son características permanentes y han existido en el lugar dónde se encuentran con cambios ligeros en su trazo desde que las aguas se reunieron por primera vez” (Giere 1992, 265).

En el momento en que Wegener propuso su teoría movilista, los principales científicos de la teoría contraccionista presentaron consideraciones, geológicas y paléontológicas entre otras, que refutaban la nueva propuesta y que argumentaban el estabilismo imperante. Se consideraba un argumento puramente satisfaccionista, le faltaba apoyo independiente. Entendemos la estrategia satisfaccionista como nos la presenta Giere, “una estrategia de esta naturaleza requiere de varios juicios de probabilidad con base en un modelo. Lo que es probable en un enfoque debe ser improbable en otro, y viceversa” (Giere 1992, 272). El movilismo no contaba con demasiadas pruebas, debido a la falta de mecanismos para la obtención de datos, y los intereses epistémicos del estabilismo eran demasiados, así como la fuerza que ejercieron los vectores no epistémicos, los cuales desarrollaremos en el presente análisis.

Durante las siguientes cuatro décadas, la teoría de Wegener parecía fallecida, sin cambios, pero se fueron desarrollando subdisciplinas que resultaron de vital importancia para el movilismo.

Gracias a desarrollos en oceanografía, se pudieron presentar unas cartas del suelo marino que hacían evidente su relieve -analizadas por el paleomagnetismo, que propuso la inversión de los polos magnético-. A partir del estudio de las rocas marinas se estableció que el fondo marino había sufrido cambios que se podían datar gracias a la inversión de los polos. Todos estos estudios no se hubieran podido llevar a cabo sin la ayuda de los avances tecnológicos. Las nuevas tecnologías se aplicaron a diferentes estudios, a pesar de no ser del mismo campo, como ocurrió con el magnetómetro, y aportaron nuevos datos. De este modo aparecieron gran cantidad de datos que hicieron resurgir la propuesta de Wegener.

Quizás el momento en el que aparecieron los datos definitivos fue con el estudio del ensanchamiento marino. El primer fundamento anti-movilista exponía la imposibilidad de un movimiento lateral a gran escala. Gracias a técnicas radiométricas se puso de manifiesto la importancia del calentamiento radioactivo del centro de la Tierra. Este calentamiento hace que

haya procesos de enfriamiento y contracción que provoca un sistema de corrientes conectivas bajo la superficie terrestre. Este movimiento se contraponía al primer fundamento anti-movilista. A partir de este momento se empezó a tomar en cuenta la alternativa de que la superficie terrestre hubiera sufrido cambios y siguiera en movimiento. Empezaron a surgir geólogos interesados por la cartografía geológica y el ensanchamiento del lecho marino. Aparecieron diversas propuestas a partir del estudio de fallas y dorsales oceánicas. El análisis de las fallas puso de manifiesto que se da un movimiento lateral entre las secciones de la superficie de la Tierra.

Todos los resultados obtenidos de los diferentes campos de estudio se presentaron ante la comunidad geológica en 1966, fue en ese momento cuando la hipótesis de la expansión del lecho marino se aceptó. A partir de esta aceptación empezaron a aparecer argumentos rechazando el movilismo, puesto que sólo contaba con juicios de probabilidad que quedaban lapidados por los testimonios experimentales llevados a cabo por las nuevas tecnologías.



## **RESPUESTA ANTE LOS INDICIOS DE UNA TEORÍA GEOLÓGICA ALTERNATIVA**

El caso de la revolución geológica se alargó durante cuatro décadas y algunos de los datos más significativos fueron unidos al desarrollo tecnológico -no necesariamente en el campo de la geología-. Es en la forma que la comunidad científica llevó a cabo la toma de decisiones dónde vamos a poner especial atención. Dadas las evidencias de las que se disponía, podría haberse llevado a cabo un estudio acerca de las posibilidades de satisfacción de la nueva teoría, pero en su lugar se invirtieron numerosos esfuerzos en refutar los datos que proponía.

Thomas Kuhn proponía que se daban una serie de revoluciones científicas que nos permitían avanzar en el conocimiento sobre nuestro universo, las revoluciones científicas, “son los complementos que rompen la tradición a la que está ligada la actividad de la ciencia normal” (Kuhn 1975, 27). Para ello debía darse un paradigma, un momento de ciencia normal en el que unas teorías podían dar cuenta de los acontecimientos, hasta que aparecía un nuevo paradigma que competía con el existente. Un paradigma para Kuhn debe compartir dos características, “su logro carecía suficientemente de precedentes como para haber podido atraer a un grupo duradero de partidarios, alejándolos de los aspectos de competencia de la actividad científica. Simultáneamente, eran lo bastante incompletas para dejar muchos problemas para ser resultados por el redelimitado grupo de científicos” (Kuhn 1975, 32). El nuevo paradigma debía contemplar todo lo del anterior más algunos datos añadidos que lo hacían más completo, “es por esto por lo que una nueva teoría, por especial que sea su gama de aplicación, raramente, o nunca, constituye sólo un incremento de lo que ya se conoce. Su asimilación requiere la reconstrucción de teoría anterior y la reevaluación de hechos anteriores” (Kuhn 1975, 29). En ese momento se establecía una situación de crisis. El momento de crisis en el proceso de adopción de la teoría wegeneriana parece vislumbrarse casi al límite dado que los datos definitivos son pocos procedentes de la geología como tal, la gran mayoría provienen de subdisciplinas independientes. Hasta que los datos no se analizaron desde un punto de vista geológico, no empezaron a tomar importancia.

El hecho de que la gran mayoría de datos significativos para adoptar el moviismo procedían de subdisciplinas independientes a la geología, podría considerarse como algo que impidió un avance más rápido en el cambio de teoría. Los primeros indicios de una nueva

concepción de la superficie de la Tierra vinieron de la mano de un científico especializado en astronomía, meteorología y física atmosférica; Wegener no era tomado en serio por la comunidad científica de geología. Las pruebas llevadas a cabo por Wegener también provenían de subdisciplinas, propuso evidencias geofísicas pero sobretodo paleontológicas, paleobotánicas y paleoclimatológicas. Dichos datos no pudieron ser analizados en profundidad pero sí tomaron en cuenta diferentes evidencias. A partir del descubrimiento de la coincidencia del litoral africano con el sudamericano, Wegener empezó a indagar acerca de otras coincidencias en dichos lugares. Para ello obtuvo evidencias fósiles de diferentes sustratos de la superficie terrestre, los cuales tenían las mismas características en ambas partes del Atlántico. Posteriormente se apreciaron fósiles similares de flora y fauna en la Antártida, Australia e India (figura 2). Diferentes estudios paleontológicos otorgaron a Wegener la posibilidad de respaldar su teoría. El análisis de los fósiles propició el análisis de los seres vivos como es el ejemplo de algunas especies de pájaros.

Los resultados obtenidos arrojaron luz sobre el movilismo. La gran dificultad que encontraron estos datos fue hallar el camino para llegar al interés de la comunidad geológica; ésta no tomaba en cuenta datos externos a su disciplina y si, en cambio, así lo hiciera, sólo sería para refutarlos o denotarlos como puro satisfaccionismo. La forma de atacar al nuevo modelo emergente se debe a la necesidad que se tiene por mantener el paradigma en el que se vive. Tanto para refutar a la alternativa como para defender el paradigma se hace a partir del mismo, “debido a que tiene ese carácter, la elección no está y no puede estar determinada sólo por los procedimientos de evaluación característicos de la ciencia normal, pues éstos dependen en parte de un paradigma particular, y dicho paradigma es discutido. Cuando los paradigmas entran, como deben, en un debate sobre la elección de un paradigma, su función es necesariamente circular. Para argüir en la defensa de ese paradigma cada grupo utiliza su propio paradigma” (Kuhn 1975, 152).

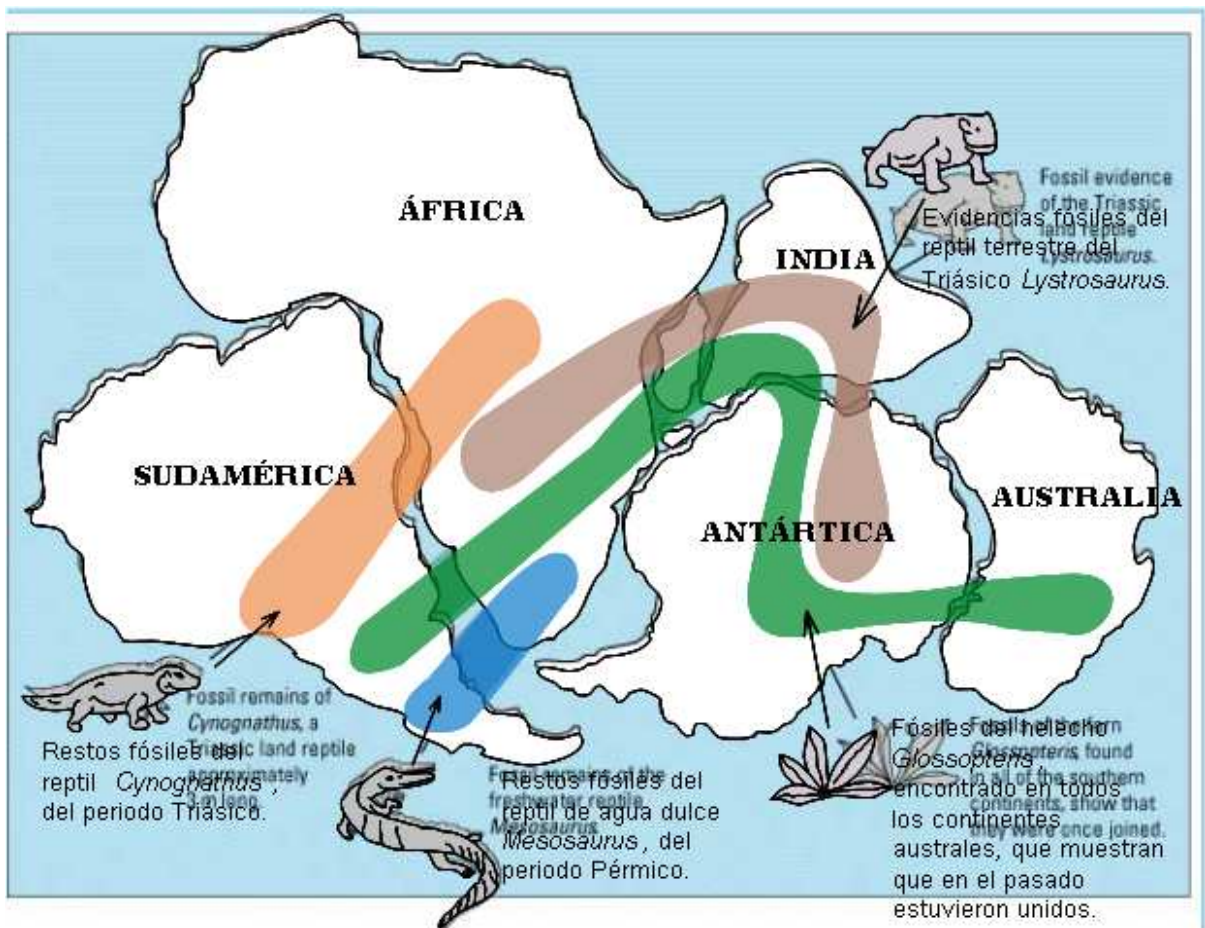


Figura 2.

La teoría wegeneriana trajo consigo un gran número de refutaciones, no se tomaron en cuenta los datos que el moviismo tenía sino que cribaron la teoría con los argumentos que defendían el contraccionismo. En lugar de analizar la posibilidad de la existencia de otras fuerzas, se centraron en resaltar que no había fuerzas terrestres que fueran capaces de

movilizar dichas superficies para que la teoría fuera correcta. El contraccionismo sólo contemplaba la existencia de unas fuerzas terrestres que en un momento dado dieron lugar a las principales deformaciones de la corteza terrestre, por lo tanto, los estudios acerca del movimiento superficial de la Tierra se limitaban a lo que determinaba la teoría contraccionsita. En el momento en que una teoría nueva aparece, el paradigma -en términos kuhnianos- se centra en señalar las preguntas a las que no da una respuesta. No se consideró tan importante el hecho de que los litorales coincidieran, los restos fósiles fueran prácticamente idénticos o hubiera especies muy semejantes separadas por un océano, sino que se hizo hincapié en cómo ocurre eso, como no había una respuesta concisa, se desestimó la proposición. Para adoptar una teoría es necesario tener un conjunto de premisas y conclusiones, pero debería ser suficiente el tener una propuesta y unos datos para, por lo menos, tomar en consideración la posibilidad de una mejora en los estudios científicos. Pero no ocurrió así. Aunque se dieron un gran número de datos, sin unas premisas sólidas, la comunidad geológica no planteó la existencia de una teoría alternativa. ¿Por qué ocurre de este modo? ¿Acaso aparecen las premisas esporádicamente?

El hecho de que se necesiten unas premisas, junto a unos datos, para considerar válida una teoría es racional de forma limitada. Las teorías científicas, no sólo nos sirven para llevar a cabo estudios y progresos tecnológicos, sino que la aceptación de las mismas es lo que nos da la tranquilidad de que todo lo que nos rodea es conocido y predecible; la ciencia reduce los sobresaltos dentro del universo en el que nos encontramos. La finalidad, a la par que la inercia del hombre hacia conocer más y más, es la tranquilidad epistémica. Las teorías determinan el universo en el que nos movemos y le confieren significado a los datos que de él se extraen. Desde el punto de vista de las decisiones individuales, evita la necesidad de tener que tomar una decisión sobre la teoría. Por otra parte esto tiene sus condiciones y sus límites. Un dato que no pueda encajar dentro de la teoría vigente no es suficiente para hacer temblar los cimientos de la misma, se necesitan más evidencias y, una alternativa formulada con premisas. El problema radica en esas premisas. En el caso de la teoría wegeneriana podemos vislumbrar estos pasos, se dispone de un número de datos pero hay una carencia de premisas geológicas de peso, puesto que las posibles explicaciones y análisis no provienen de la geología como tal. ¿Es suficiente esto para dejar a un lado datos que, a parte de ser objeto de estudio para otras disciplinas, señalan unos aspectos que el movilismo no contempla? Desde este punto de vista se puede señalar una limitación metodológica en cuanto a la revolución geológica, la falta de consideración de otras disciplinas como apoyo para nuevas

explicaciones sobre los movimientos de la superficie de la Tierra. Por otra parte, no todos los avances científicos son conocidos por la totalidad de disciplinas científicas, pero sí que la publicación de determinados descubrimientos como pueden ser los antropológicos o los paleobiológicos, son colindantes con la geología. Podemos considerar a las comunidades científicas como grupos de estudio cerrados de una forma irracional puesto que no toman en consideración los avances producidos por otras disciplinas colindantes a la propia. No solo no se tienen en cuenta estos avances, sino que no aceptan intromisión dentro de los campos de estudio propios por parte de agentes externos a la comunidad científica.

A esto se refiere el análisis cuando se presenta la forma de proceder como racional pero limitada. Se precisan unas bases sólidas para poder adoptar una nueva visión del universo pero cuando no se tienen se sigue manteniendo un paradigma hasta el límite, a pesar de que cada vez aparecen más anomalías en cuanto a datos se refiere. Se invierten numerosos esfuerzos en hacer encajar las anomalías y en refutar las nuevas propuestas, y es lo que se va a analizar como racionalidad limitada a partir de este punto del análisis de la toma de decisiones. Además de la vista hacia un lado que se hace con respecto a los datos obtenidos de otras disciplinas científicas.

La primera actuación es rechazar la posibilidad de una teoría alternativa, no se aprecia una predisposición a tener una mentalidad más abierta, pero es tan difícil hacerlo como determinar las premisas que necesita la nueva teoría emergente. “De este modo, podemos decir que un científico o grupo de científicos se comporta racionalmente si, frente a un problema explicativo dado, elige la mejor hipótesis para dar cuenta del mismo” (López Cerezo 2008, 130). Pero como hemos visto, la mejor hipótesis no tiene por qué ser válida en el momento de la decisión, o pueden pasarse por alto los datos que la caracterizan. En el caso de la teoría wegeneriana -y en todas aquellas que se mantuvieron olvidadas hasta que se vieron respaldadas por unos datos y unas premisas- no se rechazaron los datos y las propuestas *ad baculum*, sino que se realizaron numerosos esfuerzos por hacerlos menos probables que los existentes. Se intentaron explicar las nuevas evidencias a partir del contraccionismo o destacando las carencias, como puede ser el desconocimiento de fuerzas capaces de mover las placas tectónicas. Existen unos movimientos sísmicos terrestres que se explicaban mediante el contraccionismo, pero el tipo de movimiento que definía el movilismo era incompatible, cómo no había alternativa teórica a las fuerzas de la Tierra conocidas hasta el momento, se consideró inadecuada la propuesta.

## **FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS DECISIONES CIENTÍFICAS**

¿Por qué, desde un primer momento, no se busca una explicación a los nuevos datos que aparecen incongruentes con la teoría establecida en lugar de invertir los mismos, o incluso más, esfuerzos en refutarlos por incoherentes con lo establecido? Para la toma de decisiones científicas no sólo intervienen factores epistémicos como la búsqueda de la auténtica teoría que lo explique todo, sino que también se ven condicionadas por unos factores sociales, no epistémicos. Es lo que Miriam Solomon define como vectores epistémicos y vectores no epistémicos; “los vectores de decisión epistémicos incluyen las tradicionales utilidades empíricas y teóricas, y por otro, los vectores de decisión no epistémicos, relacionados con otros factores, cognitivos o no, de naturaleza social, motivacional, instrumental, etcétera” (López Cerezo 2008, 134). Es la triangulación de estos vectores lo que determinará la toma de decisiones. Estas decisiones son las que determinarán el tipo de esfuerzos que se realizan ante una propuesta de teoría alternativa, si tomarla en consideración o desestimarla.

### **La importancia de los vectores epistémicos**

Hemos argumentado el hecho de considerar las decisiones tomadas desde una racionalidad limitada, puesto que ante unas evidencias empíricas no se llevaba a cabo la búsqueda de una explicación satisfactoria. Esta forma de proceder no es inocente, es el producto de una combinación de vectores epistémicos con unos no epistémicos. Los vectores epistémicos los hemos ido presentando, los nuevos datos no pueden acoplarse a la teoría vigente y por tanto se desestiman. En la gran mayoría de casos, las nuevas evidencias empíricas son incompatibles con aquellas que contempla la teoría en vigor; se trata de algo novedoso sobre lo que no hay explicación. La tranquilidad que ofrece la confianza en una teoría, determina la búsqueda de una alternativa.

El contraccionismo no sólo aportaba tranquilidad epistémica, sino que determinaba la concepción del universo de los individuos. Ésta es parte de la función de las teorías científicas, además de explicar la relación del individuo con el mundo y los acontecimientos que en éste se dan, las teorías determinan la visión que se tiene del mundo, cómo debe verse e interpretarse lo que se ve. Los datos se explicaban mediante el contraccionismo, por lo tanto, esta teoría definía la forma de comprender el universo por parte de los individuos. Cuando aparecen evidencias empíricas que no se pueden explicar mediante la teoría en vigor, no suele hacerse visible una alternativa puesto que lo que somos capaces de ver -en este caso unas

evidencias empíricas- no nos parece igualmente comprensible desde otra perspectiva, lo que vemos viene determinado por el prisma con el que miramos, y este prisma viene determinado por las teorías que hemos adoptado. En última instancia es la teoría la que determina lo que vemos y cómo lo vemos, por este motivo no somos capaces de entender una evidencia empírica desde otra teoría porque sería cambiar todo el universo de concepción. Comprendemos lo que vemos a través de una teoría previa, un hecho nuevo parecerá entendible si encaja con la teoría vigente pero de no ser así, resulta algo completamente ajeno.

Presentar una nueva forma de comprender el mundo y sus acontecimientos no es un trabajo sencillo ni veloz, requiere la fundamentación de unas premisas que comprendan aquello que anteriormente se había consolidado, para así poder incluir las nuevas evidencias y los cambios que esto supone. Hablando en términos kuhnianos, un paradigma se conforma por unos elementos muy generales a los cuales se les da forma. Se presentó un nuevo paradigma en geología pero carecía de una explicación, de unas teorías que dieran cuenta de los nuevos datos; adoptar un paradigma en este punto no resulta, puesto que las carencias explicativas no otorgan tranquilidad sino que presentan un abismo epistémico. Partiendo de esa base, el cambio de paradigma se da cuando el paradigma vigente es insostenible a causa de todas las anomalías que exceden del mismo y la alternativa goza de un apoyo epistémico.

Los recursos cognitivos necesarios para la preparación de las premisas necesarias que presentará como válida la teoría alternativa, vienen de la mano de las decisiones científicas. Estas decisiones abarcan tanto el ámbito de estudio como la metodología a emplear. En el momento en que interviene el factor humano condicionamos los posibles resultados. Como ya hemos argumentado, ver y entender no siempre van unidos, podemos ver un fenómeno nuevo pero no entenderlo si no contamos con una teoría previa que sea capaz de predecir algo semejante. En este caso, Wegener puso sobre la mesa una serie de datos que no casaban con el contraccionismo, lo que se veía, estaba condicionado por el estabilismo y no permitía entender lo que se proponía. Podemos decir que científicos como Wegener fueron capaces de ver y comprender sin la necesidad de una teoría previa, fueron capaces de vislumbrar aquello oculto en las evidencias empíricas. El problema aparece cuando se presenta esto ante una comunidad científica y se espera que sean capaces de entender un cambio estructural a partir de una pequeña muestra de inadecuación de la teoría que se defiende y sobre la cual se edifica la tranquilidad de que el universo continuará siendo del mismo modo.

El prisma que ofrece una teoría para observar el mundo determina el trabajo de los científicos. No se trata sólo de analizar unos datos nuevos, sino de poder entenderlos. La

teoría determina lo que se observa, porque ofrece una forma de mirar determinada. Análisis llevados a cabo por científicos que no corroboren la teoría, pueden considerarse fallos en la ejecución de los mismos, por el hecho de que no se contempla la posibilidad de que la teoría no abarque esos resultados. La racionalidad en la forma de tratar los resultados viene condicionada por el paradigma.

El conjunto de factores epistémicos que influyen en la toma de decisiones son tanto utilidades empíricas, como teóricas. No se trata simplemente de ir renovando teorías para acercarnos progresivamente a la verdad acerca del universo que nos rodea, sino que la forma de proceder debe ser cautelosa. Unas pocas evidencias empíricas que se puedan considerar anomalías dentro de la teoría establecida, no son suficientes para hacer inminente un cambio estructural. Adoptar una nueva teoría significa cambiar la forma de entender las cosas, como ocurría con la propuesta de la deriva continental. Las teorías deben aportar tranquilidad y deben ser capaces de predecir acontecimientos, mientras así se mantenga no se toman en cuenta las alternativas. Del mismo modo que no se toman en cuenta, no son evidentes hasta cierto punto, las teorías determinan aquello con lo que se relaciona el hombre, determinan cómo debe hacerlo; muchos datos pasan inadvertidos porque el prisma teórico con el que se observan determina los resultados.

Comprender, o no, una nueva visión del mundo no sólo está determinado con estos vectores epistémicos; existe una serie de vectores no epistémicos muy influyentes en la toma de decisiones, como son los contextuales, motivacionales o instrumentales.

### **La importancia de los vectores no epistémicos**

Los vectores no epistémicos son tan influyentes como los epistémicos, la triangulación de estos vectores da lugar a la toma de decisiones. A partir de la revolución geológica determinamos una serie de vectores no epistémicos de vital importancia: instrumentales, económicos, políticos, contextuales, sociales y motivacionales.

Debemos tener en cuenta la gran importancia que juegan los vectores instrumentales. Cuando Wegener propuso el moviismo, no se disponía de la tecnología empleada en los años treinta para técnicas radiométricas, por ejemplo. Gracias al desarrollo tecnológico, no necesariamente en el ámbito de la geología, se pudo determinar un nuevo tipo de fuerza, desconocido hasta el momento, las fuerzas provocadas por el calentamiento radioactivo del interior de la Tierra, el cual, permite el movimiento de las placas de la Tierra. No se puede acelerar la aparición de este tipo de desarrollo, y si ésta se dio de una forma temprana,



aplicarlo a otros campos de estudio suele suceder de manera fortuita, como en este caso. La disponibilidad de determinados instrumentos para llevar a cabo análisis es un factor no epistémico; la aparición de nuevas tecnologías va en función de la necesidad de las mismas. La tecnología depende en gran medida de los avances científicos, pero, determinados avances científicos sólo son posibles gracias al desarrollo tecnológico de otras disciplinas, como demuestra la revolución geológica.

Este factor instrumental también viene determinado por el gran detonante de las revoluciones científicas, el vector económico. No hay avance científico que no esté respaldado por una base económica. Para que se puedan llevar a cabo estudios y análisis, los científicos necesitan de un poder económico que proporcione el instrumental necesario para poder llevar a cabo experimentos. En el caso de la propuesta de la deriva continental fueron necesarios numerosos viajes a Groenlandia o a Las Maldivas por ejemplo, para poder contar con un gran conjunto de datos. Las pruebas realizadas en estos viajes no están sólo determinadas por los intereses de cada comunidad científica o por la disposición de avances tecnológicos, sino que es el vector económico el que juega un papel más que importante. La difusión de los resultados obtenidos en los análisis también depende de este vector. El alcance de unos estudios dependerá del impulso recibido, una comunidad científica con poco apoyo económico se verá con más dificultades en el momento de difundir sus estudios que una comunidad económicamente fuerte. Las primeras interpretaciones de los datos anómalos, en el caso de la revolución geológica, se dieron lejos de los centros científicos relevantes. La difusión de estos resultados se hubiera dado de diferente modo si se hubieran interpretado en comunidades científicas como las de Europa, que contaban con un gran respaldo económico. A su vez, este vector económico depende también de un vector político, determinante en numerosos casos. Los resultados reciben un tipo de difusión u otra en función del régimen político, éste apoya un tipo de estudios, sobretudo en determinadas épocas. En numerosos casos, el poder económico viene de la mano de los intereses políticos y condiciona el tipo de estudios que se lleva a cabo, así como lo que se permite estudiar y lo que no.

El contexto en el que aparecen ciertas teorías también es un vector no epistémico muy importante. Los indicios que señalaban la validez del moviismo se encontraron, la mayoría, en el hemisferio sur de la Tierra y las grandes comunidades científicas se encontraban, sobretudo, en el norte de Europa y Estados Unidos; dada la distancia con el hemisferio sur, se hacía más difícil el contacto entre unos científicos y otros. Si, por otra parte, la comunidad geológica hubiera tenido a su alcance las evidencias empíricas con las que se encontraban

continuamente los científicos de Sudáfrica, el análisis de una posible nueva explicación se hubiera tomado en cuenta antes. Pero sin unos recursos cognitivos no se genera un interés científico. El lugar de aparición de los primeros datos es el desencadenante, o no, de una alternativa. Para los científicos que tenían contacto con las evidencias empíricas del movi­lismo resultaba muy evidente, pero para aquellos que estaban a cientos de kilómetros no tanto. No se tratan de igual forma aquellas evidencias que uno puede presenciar a diario que aquellas de las que sólo se tienen unos análisis, por muy válidos que éstos sean. Dependiendo del contexto varían las inquietudes de cada comunidad científica. Se le da prioridad a aquello que se tiene delante, a las anomalías que aparecen a diario y que son incompatibles con el paradigma que se mantiene. Lo que urge es solucionar los pequeños problemas que van apareciendo y éstos varían dependiendo del lugar en el que se encuentra la cada comunidad científica.

A parte del vector geográfico también debemos tener en cuenta el vector social. El tipo de sociedad en la que se encontraban los científicos determinaba los intereses que en ésta se generaba. La sociedad en la que se encuentran las comunidades científicas determina sus intereses, de forma muy semejante al factor geográfico, cada sociedad considera relevantes unos aspectos de la teoría y los desarrolla, ya sea intentando hacer encajar las anomalías que se hacen evidentes o llevando a cabo más estudios que corroboren el paradigma. Difieren las inquietudes de dos sociedades diferenciadas religiosamente, por ejemplo, así como también difieren las de dos sociedades separadas políticamente. En función de los problemas sociales, se llevan a cabo unos estudios u otros, porque en última instancia, la ciencia estudia el universo que nos rodea. Dentro de este factor social, al margen de las diferencias culturales entre comunidades, es evidente la rivalidad que se da entre las comunidades científicas que comparten el objeto de estudio. Se dan una serie de intereses profesionales que dificultan, en cierto modo, la aceptación de una nueva teoría. Por contraposición, esta rivalidad profesional puede ser un detonante para la puesta en marcha de una alternativa teórica.

Una decisión científica, por parte de una comunidad, viene determinada en última instancia por las decisiones individuales de los científicos que la componen. Estas decisiones individuales son producto de unos recursos cognitivos que provienen del mundo, es decir, provienen de las teorías que definen el mundo en el que los científicos se encuentran. Dentro de este tipo de decisiones también se encuentra un factor de suma importancia, un vector motivacional. Como hemos argumentado, los intereses varían dependiendo de la sociedad en la que se encuentre la comunidad así como del emplazamiento geográfico; pero también

debemos contar con la motivación de cada individuo que lleva a cabo los estudios. Las motivaciones de los científicos pueden verse influidas por intereses personales que condicionen la forma de proceder. El factor motivacional ocupa un punto importante de este análisis ya que da cuenta de cómo procede un científico, desde un punto de vista profesional e individual, el científico como individuo que toma decisiones.

## **LOS CIENTÍFICOS COMO INDIVIDUOS QUE TOMAN DECISIONES**

Hemos acabado el apartado anterior puntualizando que la decisión científica viene definida por las decisiones individuales de los científicos. Estas decisiones individuales, como hemos señalado, no se pueden alejar de las teorías adoptadas puesto que éstas determinan la forma de ver y entender los datos empíricos que nos rodean. Pero, ¿se da el caso en el que un científico, dentro de la comunidad, es capaz de concebir el cambio que determinados datos suponen y preferir mantener aquello consensuado? Vamos a analizar la forma de proceder de los científicos como individuos.

Hemos argumentado la relevancia de los tipos de factores que intervienen en la toma de decisiones, tanto de los epistémicos como de los no epistémicos; el análisis del científico como individuo también cuenta con la distinción de estos dos factores.

Por una parte, los científicos están condicionados por vectores epistémicos, como hemos presentado, las teorías determinan la forma de ver y entender los hechos que se presentan; por lo tanto, hay un factor cognitivo que determina al científico. En una primera instancia se puede determinar que los científicos deben ser capaces de abstraerse de lo preestablecido para buscar más allá, pero obviar una forma de observar la realidad no es tan sencilla. En el momento en que aparecen las anomalías, pongamos por caso en el laboratorio, el primer impulso no es el de trasladar los resultados obtenidos a una larga lista de anomalías que no encajan con el modelo establecido, sino que la incoherencia se trata como una errata causada por el factor humano. La intervención del factor humano en determinados análisis puede provocar algún fallo, ya sea en la ejecución o en la toma de resultados, por ese motivo todo aquello que no encaja no se toma en cuenta como algo determinante. Del mismo modo que las incoherencias se atribuyen al factor humano, también es determinante el hecho de no poder comprender bien la causa de esas anomalías, debido al prisma con el que analiza el científico. Se trata de un condicionante epistémico de mucha repercusión. Vivir dentro de un paradigma establece unos límites metodológicos para relacionarse y comprender el entorno. Sin una propuesta alternativa, sin unas premisas que sean capaces de reflejar esta nueva concepción del universo, es muy difícil considerar las anomalías como indicios de que la teoría vigente no contempla la totalidad de acontecimientos posibles. Nos encontramos ante una limitación de la racionalidad del individuo. En palabras de Kuhn, “lo que es todavía más importante, durante las revoluciones los científicos ven cosas nuevas y diferentes al mirar con

instrumentos conocidos y en lugares en los que ya habían buscado antes. Es algo así como si la comunidad profesional fuera transportada repentinamente a otro planeta, donde los objetos familiares se ven bajo una luz diferente y, además, se les unen otros objetos desconocidos” (Kuhn 1975, 176). Por este motivo la ambición de la ciencia, poder entender y predecir todo lo que nos rodea, garantizará una estabilidad y una tranquilidad de que lo que vemos y cómo lo entendemos es real, es cierto.

Dentro de los factores influyentes hemos analizado los vectores no epistémicos que intervienen en la toma de decisiones por parte de la comunidad científica como grupo. Estos vectores también pueden aplicarse de igual modo al análisis de la toma de decisiones por parte de los científicos como individuos. Factores instrumentales, económicos, políticos y contextuales intervienen de igual modo al conjunto de la comunidad científica como al individuo en sí.

Por otra parte, también contamos con la influencia de vectores sociales dentro de la toma de decisiones de los científicos. Como ya hemos presentado, la visión que debemos tener del mundo viene determinada por una comunidad científica, la cual está formada por unos individuos. Pero no se habla del mismo modo de los individuos científicos, que de los no científicos. Esto ocurre porque a los científicos se les atribuye cierto poder epistémico, debido a que trabajan para conocer cómo funciona el mundo, a partir de las leyes establecidas se podrá garantizar cierta estabilidad que nos ofrecerá tranquilidad. Se ha supuesto que los científicos gozan de una mayor racionalidad, por eso llevan a cabo esta tarea; pero, la filosofía de la ciencia actual pone en cuestión este tipo de afirmaciones -como es el caso de Giere-. Es en esta duda que cobra sentido el análisis presentado, la forma de proceder en su variante no epistémica no se diferencia mucho a la de aquellos considerados de menor racionalidad.

Hemos argumentado que existen una serie de vectores epistémicos que condicionan la forma que tienen de relacionarse con el mundo -lo que vemos y cómo lo entendemos- los científicos y aquellos que no son científicos. Pero los científicos no sólo se relacionan con el mundo y sus teorías, sino que también se relacionan entre ellos, y estas relaciones se ven influenciadas por lo que hemos presentado antes como vectores sociales. La forma de relacionarse de los científicos, entre ellos, es la misma forma que la de cualquier interacción social. Cuando Wegener propuso su modelo movilista, supuso un peligro para su carrera profesional, del mismo modo que la de aquellos que hubieran estado a su lado. Ya en los años veinte no se tachaba de locos a aquellos que proponían algo revolucionario, como le ocurrió a Copérnico, pero sí que servía para dudar acerca del tipo de trabajo que hacía dentro de la

comunidad científica. Es el caso de Holmes o Hess, que unos años después que Wegener, analizaron la propuesta movilista. Sus carreras no sufrieron ningún menoscabo pero sí que su carrera profesional no es vista del mismo modo por la comunidad científica partidaria del contraccionismo.

En el proceso de aceptación de una alternativa científica se produce una interacción de opiniones de los científicos de igual modo que cualquier interacción de diferentes opiniones no científicas. Se da una confrontación de opiniones, cada parte expone sus puntos de vista, los argumenta e intenta mostrar al otro su error. Cuando Wegener propuso su teoría de la tectónica de placas, con el análisis de evidencias empíricas pretendía hacer evidente el error en el que se estaba fundamentando la geología del momento. Por otra parte, la comunidad relevante hizo lo mismo, expuso sus argumentos e intentó poner en evidencia la inadecuación de la teoría de Wegener con el paradigma que se seguía. Podemos ver este tipo de proceder en una interacción corriente, cuando lo que presenta un punto de vista contrario al propio no puede ser explicado por la teoría que uno defiende, se pretende hacer evidente la incoherencia con el paradigma, es decir, con aquello establecido por consenso.

Este tipo de interacciones puede tener y tuvo grandes consecuencias, como fue en el caso del movilismo. El gran grupo formado por los defensores del contraccionismo contaba con un número mayor de argumentos en contra del movilismo y este tipo de interacciones se resuelven en base a los argumentos presentados.

Al margen de la confrontación de opiniones entre aquellos que podríamos considerar revolucionarios y los defensores del modelo adoptado, también se da una rivalidad entre aquellos que defienden la misma postura. Al margen de ofrecer una tranquilidad acerca del mundo, los científicos también son movidos por unos intereses particulares, lo que hemos denominado vectores motivacionales. Dentro de la comunidad científica también se da la rivalidad, se trata de una rivalidad profesional. La obtención de méritos particulares puede rivalizar a los científicos, los cuales sólo deberían interesarse en acercarse progresivamente a una verdad acerca del funcionamiento del mundo.

Del extenso grupo de científicos que trabajan sobre un mismo tema sólo obtiene méritos aquel que acuña una nueva teoría capaz de competir con la del paradigma que se mantiene. Como ocurrió con el caso de la antisepsia de Semmelweis que nos presenta López Cerezo, el único nombre que se recuerda como descubridor de la antisepsia es Pasteur. Esto es lo que ocurre dentro de la comunidad científica, en el momento en que aparece la posibilidad de una nueva teoría se desata una competencia por los méritos de la misma. No se trata solo

de condicionantes sociológicos, sino que, los científicos como individuos, actúan como los individuos hobbesianos, movidos por intereses particulares. En el momento en que los científicos son capaces de librarse del prisma definido por las teorías y concebir los nuevos datos de otra forma empieza la lluvia de teorías alternativas, cada una más competente y más completa. Se ha mantenido el modelo teórico hasta que ha sido insostenible, entonces se abre todo un abanico de posibilidades para los científicos, ya sea para engrosar una carrera profesional o para iniciar la misma. La competitividad que esto desata se rige por los mismos patrones que cualquier competición. Debemos resaltar que una competitividad entre científicos se basa en la obtención del reconocimiento por parte de los otros, no cabe lugar para una competición irracional como podría darse en otros casos. La finalidad es constatar una alternativa por un bien común, por este motivo se da, en muchos casos, la cooperación de diferentes científicos en un mismo estudio. Pero al margen de ese bien común que se busca, los científicos vuelven al estado de naturaleza que proponía Hobbes, individuos movidos por intereses particulares que se encuentran en guerra, dependen de sí mismos y de su ingenio. La guerra que mantienen los científicos es una guerra profesional, vuelven al estado natural en el sentido en que, tras determinar que el objetivo es el bien común, la forma de conseguirlo es a través del ingenio individual de cada uno para derrotar a los otros.

Consideramos que el desarrollo de la revolución geológica no difiere mucho de lo que hemos presentado. En un primer momento eran pocos los científicos que consideraban como válida la alternativa que propuso Wegener, ninguno que formase parte de la comunidad científica relevante; puede deberse a intereses profesionales como el hecho de que quedase en entredicho la carrera científica de toda una vida, así como el estatus dentro de la comunidad. Cuando las nuevas evidencias empíricas empezaron a hacer necesaria una explicación que abarcase todas las anomalías fue cuando se inició la competición; en el momento en que no se pueden obviar más los datos es cuando los científicos se ponen a trabajar en si hay, o no, una alternativa, por el hecho -a parte de dar una explicación satisfactoria que conlleve a una tranquilidad acerca del mundo- de ser los primeros en acuñar una nueva teoría. Este tipo de competición parece ajena al conjunto de individuos que, a partir del análisis y la fundamentación de unas teorías, garantiza una estabilidad acerca de la visión del mundo y los acontecimientos que se dan en el mismo. Pero no es así, este tipo de competición se tiene que considerar como un vector no epistémico que influye en la toma de decisiones por parte de los individuos que conforman la comunidad científica. Por este motivo en el análisis presentamos un estado hobbesiano en ciertos momentos de la toma de decisiones, por un

tiempo vuelven a ser individuos egoístas que buscan unos intereses personales; todo esto posteriormente a haber establecido un enfoque dirigido hacia la búsqueda de una tranquilidad del conjunto de la sociedad. Los científicos pueden analizarse como individuos hobbesianos movidos por unos intereses individuales y egoístas. En palabras de Hobbes, “no hay para el hombre forma más razonable de guardarse de esta inseguridad mutua que la anticipación; esto es, dominar, por fuerza o por astucia, a tantos hombres como pueda hasta el punto de no ver otro poder lo bastante grande como para ponerle en peligro” (Hobbes 1979, 223). Pero debemos puntualizar, [...] “así la naturaleza de la guerra no consiste en el hecho de la lucha sino en la disposición conocida hacia ella, durante todo el tiempo en que no hay seguridad de lo contrario” (Hobbes 1979, 225).

La competitividad puede verse como un factor favorable o no. Si lo analizamos como una lucha por la obtención de un reconocimiento puramente personal si que podría considerarse algo no favorable por el hecho de hasta qué punto puede llegar un individuo para conseguir lo que pretende. Pero debemos retomar la argumentación ya presentada de que, no se trata de individuos con una racionalidad mayor, pero sí hablamos de unos individuos que hacen uso de la racionalidad mas estricta para poder llevar a cabo unos estudios de los que depende gran parte del futuro científico. Si llevamos la competitividad al extremo no resulta muy favorable pero dentro del ámbito científico consideramos excluidos estos extremos. Por otra parte toda competitividad tiene su componente favorable, una propuesta teórica pasa inadvertida durante cierto tiempo -en el caso de Wegener se alargó cuarenta años- hasta que se hace evidente su validez y su alcance; es en este momento que se toma en cuenta y empiezan a hacerse multitud de estudios que acelerarán el análisis de la nueva teoría. Esto pone de manifiesto que la competitividad del hombre, que también se manifiesta en los científicos, es un aspecto favorable a tener en cuenta cuando tratamos las revoluciones científicas. El proceso de aceptación es lento pero una vez aceptada la posibilidad, el proceso se acelera exponencialmente gracias a esta competitividad.



## CONCLUSIÓN

Partiendo del episodio histórico de la revolución geológica hemos analizado la forma de proceder de la ciencia. La idea propuesta por Alfred Wegener fue desestimada en un momento dado por diferentes motivos y recuperada décadas más tarde. ¿Qué condiciones determinan el éxito de una propuesta científica? La forma de proceder de la ciencia viene determinada, por las decisiones tomadas por la comunidad científica y, en última instancia, por los científicos como individuos. Lo que se ha pretendido con este estudio es ahondar en cómo toman las decisiones los científicos, para dar respuesta al modo de proceder de la ciencia.

Para poder concretar el estudio en un elemento tan reducido como es el científico hemos tenido que ir estrechando el margen de análisis. Partimos de las respuestas que se dan ante los indicios de una teoría alternativa a la contraccionista. Seguimos desglosando estas respuestas en los diferentes vectores que las provocan, distinguimos un grupo de vectores epistémicos y un grupo de vectores no epistémicos. Estos vectores influyen en las decisiones que se llevan a cabo. Finalmente trasladamos esta distinción al grupo más pequeño de estudio, los científicos, para así poder analizar hasta qué punto se mantiene el argumento de que los científicos gozan de una mayor racionalidad.

Cuando presentamos los acontecimientos sucedidos desde la propuesta de Wegener hasta que se adoptó la teoría de la tectónica de placas, ya mencionamos el hecho de que la racionalidad esté limitada ante casos así. La sospecha de esta limitación la anunciaban las decisiones tomadas por la comunidad científica. Se decidió desestimar la propuesta de la deriva continental por el hecho de que los datos obtenidos y los análisis llevados a cabo provenían de la mano de un científico que no formaba parte de la comunidad geológica y de unas disciplinas científicas diferentes. Puede parecer completamente irracional pero no lo hemos calificado así porque hay cierta racionalidad metodológica en estos acontecimientos. No deben pasarse por alto unos datos por el simple hecho de que provengan de otro campo de estudio pero, estos datos, en el momento que se presentan ante la comunidad geológica pasan completamente inadvertidos como algo novedoso, algo que pueda ser explicado desde otro punto de vista. Esto se debe a que, para considerar de este modo las nuevas evidencias empíricas, hay que hacer un sobreesfuerzo por dejar atrás todo lo que se conoce acerca del universo que nos rodea. Las teorías científicas dirigen nuestra forma de relacionarnos con el mundo y nuestra forma de entenderlo. Por este motivo, la forma de entender una nueva

evidencia empírica viene definida por la teoría que explica el universo. Para poder entender lo que Wegener proponía, hubiera hecho falta ser capaces de abstraernos de todo aquello que conocemos, para así poder observar a partir de una *tabula rasa*, pero este ejercicio no es sencillo.

Abandonar el contraccionismo en pro del movilismo supuso un cambio estructural muy importante, cambió completamente la historia de la Tierra, así como la forma de entenderla, las fuerzas que la definen y el movimiento que lleva a cabo. Un cambio de tal envergadura supone una transmutación de las convicciones sobre el universo, la tranquilidad epistémica que otorga el funcionamiento de una teoría científica se ve alterada y en un primer momento de cambio evoca a un abismo epistemológico. Al cambiar un paradigma por otro, el contraccionismo por el movilismo, se cambia la forma de entender las cosas, el prisma con el que se mira todo, la guía con la que se contaba hasta el momento deja de ser útil. Es tal la dependencia de los individuos con las teorías científicas que alcanza la similitud con la religión. Ésta nos determina cómo son las cosas, cómo debemos tomarlas en cuenta, cómo actuar y cómo proceder ante determinadas situaciones. Resulta extraño relacionar dos campos que se han presentado contrarios y contradictorios, pero tras el análisis de la forma de proceder de la ciencia, encontramos otro tipo de similitudes entre ellos.

Los individuos desarrollan una dependencia con las teorías científicas comparable a la que se crea con la religión. Ambos campos establecen unas leyes / normas que definen lo que es el mundo, cómo debemos observarlo y qué debemos hacer; en el momento que alguien pone en duda esas creencias se produce una reacción semejante a la que protagonizó Wegener. En el primer momento que se insinúa una alternativa, el grupo de máxima responsabilidad en el ámbito de estudio se manifiesta para: hacer evidente que la teoría que defiende funciona, al margen de los nuevos datos que se hayan presentado y para plantear dudas a la teoría alternativa, dudas que la teoría no es capaz de resolver. Los defensores del paradigma establecido se aferran a sus convicciones hasta que llega un momento en que es imposible, las evidencias empíricas son demasiadas para obviarlas y las alternativas se agolpan para emerger. Esto se debe al miedo de lo desconocido, después de abandonar un paradigma, una forma de interactuar con el mundo, se intenta alargar al máximo el cambio de paradigma por el vacío epistémico que supone ese cambio. Del mismo modo ocurre con cómo se aferran los individuos a la fe, de una forma casi irracional por el hecho de no abandonar aquello conocido que otorga tranquilidad.

La forma con la que reaccionan los científicos ante la aparición de teorías alternativas

apunta el tipo de racionalidad que buscamos analizar con este estudio. Hemos podido vislumbrar que las respuestas que se dan ante un posible cambio de paradigma no corresponden a una acción puramente racional. La influencia de las teorías científicas corresponde a un vector epistémico muy presente en el estudio de la toma de decisiones científicas. Pero no sólo hemos tratado con este tipo de vectores, hemos argumentado la importancia de una serie de vectores no epistémicos que tienen la misma importancia que los epistémicos.

Dentro del análisis de los vectores no epistémicos diferenciamos entre vectores políticos, económicos, instrumentales, etc. Todos estos vectores están condicionados por el factor humano y también se ven afectados por esa racionalidad limitada que hemos planteado. Los científicos como individuos que toman decisiones y, del mismo modo que los individuos que no forman parte de ninguna comunidad científica, se ven afectados por todos estos vectores no epistémicos. Consideramos algunos vectores como externos al individuo, como son los económicos, los instrumentales o los contextuales; pero otros vectores como los motivacionales o los sociales dependen directamente del sujeto.

Tras el análisis hemos comprobado que los científicos, al margen de buscar un acercamiento a la verdad acerca de todo aquello que nos rodea, están influenciados por los mismos factores que cualquier individuo. Se mueven por intereses propios, como hemos argumentado en el apartado de los vectores motivacionales, las interacciones que llevan a cabo responden a los mismos patrones que aquellas que tienen individuos no científicos. Además de verse influenciados por el paradigma establecido del mismo modo que determina a aquellos individuos que no forman parte de ninguna comunidad científica. Estos son los motivos por los que consideramos sólida la cuestión que pone en duda la filosofía de la ciencia actual acerca de que los filósofos gocen de una mayor racionalidad. A raíz del estudio presentado podemos considerar que no es así. Los científicos no gozan de una mayor racionalidad, se ven influenciados por los mismos vectores y del mismo modo. De ahí el símil establecido entre la ciencia y la religión, ambas determinan al individuo hasta tal punto que su existencia depende de las bases que ostenta la ciencia o la religión en cada caso. Todos los individuos se ven imbuidos por la triangulación de los vectores epistémicos y los no epistémicos que presenta el paradigma vigente, por ese motivo es tan difícil evadirse del mismo para poder articular una teoría alternativa.

Concluimos, que con los motivos argumentados, podemos desechar la idea de que los científicos gozan de una mayor racionalidad con respecto de aquellos individuos no

científicos. La gran diferencia es el objetivo profesional y vital de cada individuo, las comunidades científicas han establecido su objetivo en llegar a conocer con la mayor fidelidad posible el universo que nos rodea para así poder establecer unas leyes que nos proporcionen tranquilidad epistémica. La forma de proceder, en cambio, responde a la de cualquier individuo, con matices siempre.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Giere, Ronald N. 1992. *La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo.*

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

Hobbes, Thomas. 1979. *Leviatán.* Editora Nacional. Madrid.

Kuhn, Thomas S. 1975. *La estructura de las revoluciones científicas.* Ediciones Fondo de Cultura Económica. México.

López, José Antonio. 2008. *El triunfo de la antisepsia.* Fondo de Cultura Económica. México.