DEMARCACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA FICCIONALIDAD EN TEXTOS SOBRE LA TEORÍA DE AGUJEROS NEGROS

MARÍA DEL MAR SAN MIGUEL BLANCO
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

1. Acerca de la presencia de ficciones en el discurso científico.

El uso de la ficción en ámbitos no estrictamente literarios ha recibido a veces un fuerte rechazo. Así, por ejemplo, Bentham muestra su total desacuerdo con la aplicación de ficciones legales en los términos siguientes: "the pestilential breath of Fiction poisons the sense of every instrument it comes near".(1)

En obras de carácter científico también se ha rechazado en ocasiones el uso de las ficciones. Prueba de ello lo tenemos en los *Principia*, donde Newton trata de evitarlas como lo muestra su celebérrima sentencia *hypothesis non fingo*. Se observa en esta frase que Newton era consciente de que las hipótesis pueden incluir fácilmente ficciones. El verbo latino *fingere* en una de sus acepciones significa *fingir* o *inventar*, por lo tanto la sentencia anterior de Newton equivale a no admitir en su teoría ningún tipo de invención que pudiera introducirse a través de las hipótesis.

Por otra parte en el instrumentalismo representado por Berkeley aparece otra crítica a la ficción, ahora no localizada en las hipótesis sino en las palabras mismas. Según Popper esta idea instrumentalista despoja de todo sentido a las teorías porque en ellas hay palabras (e.g. *fuerza, gravedad* y *atracción*) que no significan nada, por lo que, según ese enfoque, "La teoría de Newton no es una teoría explicativa, sino sólo la ficción de un matemático, el truco de un matemático." POPPER (1985:147)

De ésto se desprende que sólo un análisis detallado del lenguaje podría arrojar alguna luz sobre la posible eliminación de la ficción en la exposición de resultados científicos. Esta posible

1 Citado en OGDEN (1959:xvii)

solución fue ensayada por Bentham para quien dentro del lenguaje (considerado por él: "*the sign of thought*") ha de distinguirse entre entidades reales y entidades ficticias.

Sin embargo, en la actualidad la actitud hacia las ficciones en la ciencia se ha modificado notablemente, no fijándose el objetivo en eliminarlas por completo. A medida que la ciencia ha ido avanzando su contenido se ha hecho cada vez más abstracto, y ahora a las palabras utilizadas se les da un valor convencional. Más aún, ahora se valora positivamente la utilización de términos que permitan asegurar la comunicación en un campo de investigación determinado, sin importar la carga metafórica que puedan contener dichos términos. La Teoría de Agujeros Negros (T.A.N. de aquí en adelante) proporciona un buen ejemplo de ésto a través del propio término "black hole" que desde 1967, año en el que Wheeler lo propuso, ha sido muy bien recibido por la comunidad científica. S. Hawking refiriéndose a este término dice: "The importance in science of a good name should not be underestimated." HAWKING (1993:117).

Esta misma palabra es además un claro ejemplo de cómo pueden quedar mejor asentados términos con una fuerte componente ficcional que otros más ajustados a la realidad que se proponen designar, en este sentido es claro el comentario de Thorne sobre la eficacia de la expresión "black hole" frente a las precedentes:

> "Black hole research is a good example of the importance of pictures and phrases. Before the mid-1960s the object we now call a "black hole" was referred to in the English literature as a "collapsed star" and in the Russian literature as a "frozen star." (THORNE 1986:1)

Una justificación de la conveniencia del término "black hole" se ofrece en la obra *Gravitation* (2) mediante un nuevo diálogo entre los clásicos personajes galileanos Sagredus y Salvatius. Allí se destaca que con este término se trata de designar el producto del colapso gravitatorio y no la estrella que interviene en el mismo. Desde el momento en el que tal producto del colapso es algo que por ahora no se ha observado, tenemos que el nombre "black hole" designa, hoy por hoy, un producto de la imaginación del investigador que en el futuro puede que acabe correspondiendo a un objeto real o puede que, si la ciencia avanza en otro sentido, acabe siendo la etiqueta que haga referencia a toda una ficción. Pero mientras ésto se descubre es un hecho que dicha expresión ha entrado a formar parte del vocabulario científico con la aprobación de los más importantes investigadores entre los que está R. Penrose, quien en su trabajo de 1969 PENROSE (1969), utiliza ya la expresión "black hole" aunque aún entre comillas

Pero en la ciencia actual no sólo se admite la ficción que pueda introducirse mediante algunas palabras como acabamos de ver, sino también la asociada a estructuras más complejas, como por ejemplo las denominadas *modelos* cuya aplicación a la ciencia se inicia a finales del siglo XIX.(3)

Los modelos se consideran piezas imprescindibles en la elaboración de una teoría y Vaihinger los denomina *ficciones heurísticas*.(4) Este reconocimiento del papel que juegan estas ficciones en las teorías científicas no equivale a admitir un distanciamiento entre teoría y realidad. Lo que importa, en definitiva, es la validez de la teoría resultante, independientemente de si se ha llegado a ella a través de ficciones o no. En este sentido Hawking dice: "How can we Know what is real independent of a theory or model with which to interpret it?" HAWKING (1993:44).

---

2 Cfr. MISNER et als. (1970:871-875).

3 Cfr. WELSCH, A. (1973:135).

4 Cfr. LEATHERDALE 1974:59).

2. Carácter discontinuo de la ficción en textos científicos.

Una vez reconocida la existencia e importancia de la ficción en el discurso científico (reflejada sobre todo en la construcción de modelos) surge el problema de establecer su localización en el mismo, debido a la identificación que suele hacerse entre las palabras *teoría* y *modelo*. Un ejemplo de la necesidad de establecer con nitidez esta separación nos lo ofrece Ziman cuando dice:

> "Al construir y manejar teorías matemáticas, confiamos muchísimo en modelos (tanto es así que esta palabra se ha convertido en sinónimo ... de "teoría" en todas las ramas de las ciencias naturales"

precisando en una nota a pie de página, lo siguiente:

> "El defecto de este uso en boga es que a menudo presta a una hipótesis vaga un aire injustificado de concreción y de consistencia lógica. Ahora el verbo "teorizar" se conjuga de la siguiente manera: "Yo construí un modelo, tú formulaste una hipótesis, él hizo una conjetura." " ZIMAN (1981:42-43)

Realmente si se identifican teoría y modelo habría que admitir que la ficción atribuída al modelo se extiende continuamente de principio a fin en una exposición teórica. Ahora bien, si se considera el modelo simplemente como una parte más de la teoría (como se advierte en la conjugación humorística señalada anteriormente) en la que además pueden aparecer otros elementos ficcionales como hipótesis, conjeturas, etc., entonces la ficción deberá estar localizada en distintos bloques. Cada uno de estos bloques aportará un significado concreto al discurso. En una parte, como veremos, se presentarán, por ejemplo, las contribuciones previas de distintos miembros de la comunidad científica (valiéndose se esos *yo*, *tú*, *él* de los que habla Ziman); en otra pieza ficcional se establecerá el estado actual de la teoría y en otras se expondrán ciertos mecanismos útiles para mejorarla (experimentos mentales, conjeturas, etc.).

Cabe pensar entonces, y así lo hacemos en este trabajo, que todos estos bloques con contenido ficcional están distribuídos en un texto con un principio y un final bien demarcados. Por lo tanto estas piezas ficcionales no quedan encadenadas entre sí de forma continua sino que entre ellas aparecen elementos separadores libres de ficciones, algunos de ellos muy importantes para la evolución de la teoría.

Esta separación resultaría imposible si se identificara, como se ha hecho en ocasiones, teoría y modelo. Sin embargo esta identificación carece de sentido pues el modelo es tan sólo una parte de la teoría como señala con claridad Nagel, quien establece que una teoría está formada básicamente a partir de: 1) un conjunto abstracto de postulados. 2) un modelo o interpretación de los mismos y 3) reglas de correspondencia.(5) Si bien los postulados y teoremas enunciados en forma puramente matemática están libres de cualquier tipo de ficción, ésta, sin embargo, se presenta a la hora de establecer las reglas de correspondencia entre dichos resultados exactos y el objeto físico al que representan.

3. Demarcación de la ficción en dos textos de Roger Penrose.

Vamos a analizar aquí, sobre unos textos concretos, la posibilidad de demarcar la ficción

5 Cfr. NAGEL (1981:108).

en el discurso científico, utilizando para ello dos trabajos de R. Penrose.(6) El primero,que denominaremos texto I, es un artículo titulado: "Gravitational Collapse and Space-time Singularities." PENROSE (1964). El segundo (texto II) es una conferencia que lleva por título "Gravitational Collapse: the Role of General Relativity." PENROSE (1969).

La elección de estos trabajos como ejemplos de discurso relacionado con la T.A.N. responde, entre otras cosas, a que se reconoce en ellos un alto contenido imaginativo. Hasta la aparición de dichos trabajos la teoría se venía considerando como un puro artificio. Una de las aspiraciones de Penrose es precisamente la de dar a la T.A.N. un grado mayor de credibilidad

> I only wish to make a plea for "black holes" to be taken seriously and their consequences to be explored in full detail. For who is to say, without careful study, that they cannot play some important part in the shaping of observed phenomena? PENROSE (1969:273)

3.1 Ficción en el texto I.

En el análisis efectuado sobre este texto hemos encontrado seis piezas ficcionales bien demarcadas al estar delimitadas por enunciados carentes de cualquier tipo de ficción. Además de estas piezas aparece una parte elaborada exclusivamente en términos matemáticos (y por tanto libre de ficciones) que constituye el núcleo del artículo. Unicamente trataremos aquí tres piezas ficcionales representativas.

La primera ficción consiste en la referencia a una conjetura formulada por otros investigadores que le servirá a Penrose para motivar su trabajo. Dicha pieza viene expresada en los términos siguientes:

> "It has been suggested by some authors that the enormous amounts of energy that these objects [the quasistellar radio sources] apparently emit may result from the collapse of a mass of the order of $(10^6\text{-}10^8)$M to the neighbourhood of its Schwarzschild radius, accompanied by a violent release of energy, possibly in the form of gravitational radiation." PENROSE (1965:57).

La conjetura que relaciona radiación de cuásares y colapso gravitatorio es una ficción que exige confirmación teórica. Penrose ha enunciado esta ficción con verbos como "suggest" o el modal "may" y adverbios como "apparently" y "possibly". Todos estos términos son señales que indican el terreno poco firme sobre el que se asienta la investigación en un momento determinado.

La ficción anterior se encuentra demarcada en el texto analizado de la siguiente forma:
1) por un límite superior formado por una oración más bien breve en la que se constata un descubrimiento y la repercusión de éste en el estudio del colapso gravitatorio. En dicha oración hay ausencia total de ficción.
2) Por un límite inferior en el que se discute la validez de la conjetura indicando la necesidad de mejorar la teoría. Este límite está libre de ficción y además constituye una parte decisiva del texto al exponerse en ella algunos puntos débiles de la misma.

La segunda ficción que consideraremos aquí consiste en la presentación del modelo básico del colapso gravitatorio que le servirá al autor como referencia para la generalización que trata de construir en este trabajo. Esta ficción viene expresada en este caso de la forma siguiente:

> "For a sufficiently great mass, there is no final equilibrium state. When sufficient thermal energy has been radiated away, the body contracts and continues to contract until a *physical singularity*

6 Autor de muchos artículos y libros especializados sobre la T.A.N., la teoría twistorial, así como de una obra tan conocida como *The Emperor's New Mind* y de la continuación de ésta *Shadows of the Mind.*

> is encountered at $r=0$. As maesured by local comoving observers, the body passes *within* its Schwarzschild radius $r=0$. ... To an outside observer the contraction to $r=2m$ appears to take an infinite time." PENROSE (1965:57).

Como ya hemos señalado anteriormente el modelo es una típica pieza ficcional. En este caso, y a diferencia de la anterior, se utiliza un lenguaje contundente. A pesar de ello, la ficción sigue estando presente puesto que se hace referencia a observadores y se habla tanto de: cuerpos que se contraen hasta alcanzar un tamaño cero, como de objetos que cruzan cierto radio de Schwarzschild.

La ficción viene de nuevo demarcada:

1) por un límite superior en el que se recuerda que el modelo se aplica sólo a cuerpos perfectamente esféricos, y

2) por un límite inferior en el que se señala que aún en un caso tan idealizado, la teoría no está totalmente desarrollada. Este límite inferior de nuevo es decisivo en el texto porque indica un problema abierto que se trata de resolver en el artículo analizado.

La tercera de las piezas ficcionales presentes en el texto I tiene una estructura semejante a las anteriores. Consiste de nuevo esta pieza en una conjetura. A diferencia de aquella con la que se abre el texto I, ésta es debida al propio Penrose, quien la expresa en la forma siguiente:

> "The matter collapses radially inwards to the single point at the centre, so that a resulting space-time catastrophe there is perhaps not surprising. Could not the presece of perturbations which destroy the spherical symmetry alter the situation drastically?" PENROSE (1965:57).

En primer lugar establece la posible existencia en un punto del espacio-tiempo de una catástrofe debida al colapso gravitatorio previsto en el modelo más simple (el de simetría esférica) y a continuación formula la pregunta de cómo cambiaría ésta catástrofe si se considerara una descripción más realista (no simetría esférica) del cuerpo que sufre el colapso gravitatorio. Tanto la palabra "perhaps" como la formulación de una pregunta con el verbo "could", son elementos propios de las conjeturas que advierten del estado altamente especulativo de las mismas. La demarcación de la ficción presentada queda establecida así:

1) el límite superior lo constituye la exposición de una duda. Se trata de un límite encadenado al límite inferior de la pieza ficcional anterior.

2) El límite inferior establece pormenorizadamente la diferencia entre el resultado fundamental obtenido por Penrose en este trabajo y posibles situaciones intermedias entre el caso más idealizado y el caso más general.

3.2 Ficción en el texto II: El experimento mental.

En nuestros días la aplicación de ficciones en la construcción de modelos y en la formulación de hipótesis es universalmente admitida. Sin embargo, si se identificara modelo y teoría se renunciaría con ello a distinguir otras partes en la misma, por lo que quedaría excluída la posibilidad de diferenciar más piezas ficcionales que pueden tener tanta importancia como la que tiene el modelo o las hipótesis en la creación científica. En la elaboración de la Teoría de la Relatividad, por ejemplo, Einstein introdujo una técnica que denominó "gedanken experiment". Dicha técnica consiste en un montaje ideal que describe situaciones posibles en el marco de una teoría y se ha convertido en una de las herramientas heurísticas más importantes en la física moderna.

A diferencia del texto I (caracterizado por la brevedad y especialización propias de un artí-

culo) el texto II tiene un contenido más general que permite la introducción en el mismo de experimentos mentales. Concretamente en dicho texto se distinguen tres.

El experimento mental es la pieza ficcional científica más próxima a la ficción literaria, pues éste normalmente incluye personajes, vehículos, civilizaciones afanadas en conseguir cierto objetivo, etc. Sin embargo, el experimento mental (a diferencia de lo que ocurre en la ficción literaria) está sometido en todo momento al control de la teoría a la que sirve, pues de lo contrario, esta técnica puede conducir a errores. En este sentido Eddington recuerda la diferencia entre la libertad que tiene el autor literario para crear una ficción como puede ser el viaje a una estrella y el rigor al que está sometido el autor de obras científicas cuando trabaja con una ficción semejante.(7) El uso de elementos como personajes o civilizaciones, proporciona una señal de la presencia de una ficción. Sin embargo, una vez concluido el experimento éstos elementos no volverán a mencionarse. Aunque estas señales cumplen sobradamente su función demarcadora, se añade con frecuencia una segunda señal que indica exactamente el comienzo de tales piezas. Dicha señal toma la forma, en el texto analizado, de imperativos del tipo "let us imagine" PENROSE (1969:253) o "consider" PENROSE (1969:266) o incluso un presente simple como "we imagine" PENROSE (1969:272) precedido o no de la advertencia explícita de que lo que sigue es un experimento mental, como en el caso siguiente: "we can resort to an ... "gedanken experiment" PENROSE (1969:266). La introducción de ficciones mediante experimentos mentales se realiza por lo tanto de una forma totalmente distinta a lo observado en el caso de las piezas ficcionales estudiadas en el texto I.

En cuanto a la demarcación inferior, se distingue en el caso del experimento mental la introducción en un momento dado de conjunciones que establecen una relación de consecuencia. A partir de ese momento se abandona el experimento mental y se utiliza la sugerencia derivada de ese experimento para obtener nuevas conclusiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EDDINGTON, A. S. (1922). "La Teoría de la Relatividad y su influencia sobre el pensamiento científico", en Pearce Williams *La teoría de la relatividad.* Madrid: Alianza Editorial.

ESCOHOTADO, A. (ed.), (1982). *Principios matemáticos de la filosofía natural y su sistema del mundo*. Madrid: Editora Nacional.

HAWKING, S. W. (1993). *Black Holes and Baby Universes and Other Essays.* London: Bantam Press.

LEATHERDALE, W. H. (1974). *The Role of Analogy, Model and Metaphor in Science.* Amsterdam: North Holland.

MISNER, W., THORNE, K., WHEELER, J. (1970). *Gravitation San Francisco: W. H. Freeman and Company.*

NAGEL, E. (1981). *La estructura de la ciencia.* Barcelona: Ediciones Paidós.

7 Cfr. EDDINGTON (1922:138-139).

OGDEM, C. K. (ed.) *(1959). Bentham's Theory of Fictions*. Paterson N.J.: Littlefield Adams and Co.

PENROSE, R. (1965). "Gravitational collapse and space-time singularities". Physical Review Letters, 14/3.

PENROSE, R. (1969). "Gravitational collapse: the role of general relativity". Rivista del Nuovo Cimento, 1/numero especial.

POPPER, K. R. (1985). *Realismo y el objetivo de la ciencia.* Madrid: Tecnos.THORNE; K.S.,PRICE, R.H. y MACDONALD, D.A. (1986). *Black Holes: The Membrane Paradigm*. New Haven: Yale University Press.

WELSCH, A. (1973). "Theories of Science and Romance, 1870-1920". *Victorian Studies* 17.

ZIMAN, J. (1981). *La credibilidad de la ciencia.* Madrid: Alianza Editorial.