



El trabajo científico desde la perspectiva de Hermenéutica Analógica: Una herramienta para mejorar la actitud del estudiante de bachillerato a la materia de Física

Shirley Sarai Flores Morales, Jesús Alberto León Flores, José Luis Pérez Mazariego,

José Ernesto Marquina Fábrega

Facultad de Ciencias, UNAM, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04510

ARTICLE INFO

Received: May 29, 2017
Accepted: June 14, 2017
Available on-line: November 2, 2017

Keywords:

Hermenéutica analógica
Enseñanza de la física
Enseñanza de las ciencias

E-mail addresses:

shirleysarai@ciencias.unam.mx

ISSN 2007-9842

© 2017 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

The physics subject has always represented a challenge for high school students, since it is necessary for the students to develop the cognitive skills that help them in the construction of the concepts that are covered in the curriculum map, additionally the use of scientific and mathematic language. Further, exist studies that shown different negative students assessments for science that encourage disinterest, in most of the cases been considering difficult, boring or only for genius, or relate their contributions with social harm, manufacture of weapons, pollution, etc.

The usual way of teaching science is centered in conceptual things with few references to scientific work and its historical-social context or examples that the students can't relate to its daily life.

It is proposed then to approach pupils into scientific work through analogical hermeneutics, where the task of physics is to read nature by means of mathematical language and provide models to scientific community witch outline - as an analogy - the world that surrounds us, giving reference to the similarities with reality, but setting clearly the differences and, therefore, the limits when there been applied.

In this way, it is hoped to develop conceptual learning, but also procedural, learning of scientific work, such as: analyze, compare, relate and synthesize. But emphasized on an attitudinal learning where the student can realize the importance of the models in the construction of scientific knowledge, besides noting their limitations and their approximate nature, to science as a way of access to the knowledge of our world.

La materia de Física siempre ha representado un reto para el alumno de bachillerato, pues es necesario que adquiera habilidades cognitivas que le ayuden en la construcción de los conceptos que se abarcan en el mapa curricular, y desarrolle un lenguaje científico y matemático. Además, hay estudios que demuestran que existen diversas valoraciones negativas de la ciencia que fomentan el desinterés de los alumnos por esta materia, en la mayoría de los casos la consideran difícil, aburrida, sólo apta para genios, o bien relacionan sus aportaciones como un mal social tales como fabricación de armas, la contaminación, etc.

La enseñanza habitual de las ciencias se encuentra centrada en los aspectos más conceptuales con escasas referencias al trabajo científico y su contexto histórico-social o bien no se proponen ejemplos que el alumno pueda relacionar con la vida cotidiana.

En el presente trabajo se propone acercar al alumno al trabajo científico mediante la hermenéutica analógica, donde se puede entender al quehacer de la Física como una lectura de la naturaleza mediante un lenguaje matemático capaz de proveer a la comunidad de modelos que permiten esbozar -como una analogía- el mundo que nos rodea, dando

referencia a las similitudes que se tiene con la realidad, pero poniendo en claro las diferencias y, por tanto, las limitaciones que se tienen cuando se aplican.

De esta forma se espera desarrollar aprendizajes conceptuales, y procedimentales propios del trabajo científico, como son: observar, analizar, comparar, relacionar y sintetizar, enfatizando en un aprendizaje actitudinal donde el alumno pueda percatarse de la importancia de los modelos en la construcción del conocimiento científico, además de advertir sus limitaciones y su carácter aproximativo. Esto permitirá al estudiante valorar la lógica relacionada al pensamiento científico y lo más importante valorar a la ciencia como forma de acceso al conocimiento de nuestro mundo.

I. INTRODUCCIÓN

En el libro “Las mil caras del realismo” de 1987 Putnam pone de manifiesto la aparente discordancia entre algunos conceptos científicos con la vida cotidiana:

“el hombre de la calle [...] ve una mesa como algo <<sólido>> -es decir, principalmente como materia sólida-. Sin embargo, la física ha descubierto que la mesa es, en su mayor parte, espacio vacío: que la distancia entre las partículas en relación con el radio del electrón o con el núcleo de uno de los átomos que componen la mesa es muy grande [...] pero por supuesto que hay mesas y sillas, y cualquier filosofía que nos diga que no existen -que realmente sólo hay datos de los sentidos, o sólo <<textos>>, o lo que sea- es algo más que disparatada.”

Estas aparentes contradicciones frecuentemente se desatienden cuando se imparte la materia de física, pues se olvida que la mayoría de los conceptos carecen de referentes concretos en dimensiones espacio-temporales de escalas conocidas, y se muestra al trabajo científico como la única herramienta disponible para entender nuestro entorno. Su enseñanza, entonces, se encuentra centrada en los aspectos más conceptuales, sin recurrir a ejemplos que el alumno pueda relacionar con su vida cotidiana o bien no se hacen referencias al trabajo científico y su contexto histórico-social, y es que aunque la ciencia representa una forma de interpretar nuestro mundo, mediante la construcción de modelos y teorías que describen distintos fenómenos naturales, donde se pretende crear una representación teórica de lo que observamos, dándonos la capacidad para predecir y explicar algunos sucesos de la naturaleza, debe hacerse notar que estas representaciones, en muchos casos, no son más que un modelo aproximado y simplificado de lo que sucede en la realidad y que por ende cambian de acuerdo a la problemática que abarcan.

II. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

La enseñanza de las ciencias, y de la física específicamente, debe promover el aprendizaje y la aplicación de modelos que permiten describir distintos fenómenos naturales, pero también su comprensión, puesto que cuando el alumno construye -con o sin la ayuda del profesor- una posible solución de un problema en particular, debe tener en primer instancia la idea clara respecto a qué significa cada uno de los conceptos que conllevan a la construcción del modelo y estar consciente no solo de la aproximación de la naturaleza que se hace con la implementación de cada modelo, sino también de las limitaciones de cada uno, para que pueda desarrollar un sentido crítico en la selección del camino que ha de tomarse en la resolución de dicho problema.

A partir del principio de modelización de la naturaleza se han propuesto diferentes modelos de enseñanza, por ejemplo, Cancari (2001) nos dice que los mejores modelos de enseñanza en las ciencias son “Aquellos que tengan mayor capacidad de generalización, mayor capacidad para resolver problemas de interés, mayor parsimonia y que al mismo tiempo ofrezcan la mayor significatividad potencial para el estudiante” También se recomienda el empleo de analogías para facilitar su comprensión y fomentar el aprendizaje significativo, ya que estas ayudan en procesos claves

como la formación de imágenes, siempre en el supuesto de que el docente debe forjar una conexión entre la naturaleza con las explicaciones y los modelos presentados; siempre denotando las diferencias con el concepto científico que se desea desarrollar, sin embargo de acuerdo a Furio-Mas, Furio-Gomez y Solbes (2012), el docente puede transmitir visiones deformadas mediante imágenes tópicas y erróneas debidas principalmente a la polisemia existente en el lenguaje común de algunos términos, que pueden cambiar de significado según el contexto, por lo que es primordial, en el uso de analogías notar las similitudes pero enfatizar las diferencias.

En la misma línea, Campelo (2003) indica, en el proceso de enseñanza-aprendizaje es importante que la construcción del conocimiento científico desarrollada por el alumno sea basada en el trabajo colectivo y dirigido de forma lógica y deductiva, de forma que la enseñanza no debe ser orientada a la simple transmisión verbal de los conceptos físicos, sino que esté vinculada ante todo a la experimentación.

Además Furio-Mas et al (2012) proponen como una de las mejores opciones didácticas en la enseñanza científica, el modelo de aprendizaje como investigación orientada donde los estudiantes tratan de resolver problemas científicamente y el profesor da concepciones alternativas de las posibles soluciones, considerando siempre que el alumno no es un verdadero científico, y sin dejar de lado la resolución de problemas de papel y lápiz siempre situados en escenarios en los que puede observarse las relaciones entre la ciencia y el contexto del alumno.

III. HERMENÉUTICA ANALÓGICA

Hermenéutica, es el término que en el siglo XVII Johan Conrad Dannhauer, teólogo de Estrasburgo, dio al arte de interpretar. Esta interpretación, de acuerdo a Ferraris (1998) “conlleva entender el sentido y no solo expresarlo”, por lo que puede ser ciencia o arte, o ambas cosas a decir de Beuchot (2004).

Aunque clásicamente el termino interpretar se refiere a un texto escrito, con el transcurso del tiempo el sentido de aquello denominado texto ha cambiado. Para Heidegger la realidad misma es *texto* mientras que Gadamer indica que la interpretación se ubica en una tradición que se efectúa en un contexto social, por lo que amplía la noción de *texto* a *dialogo*. Ricoeur añade la interpretación del símbolo, la acción significativa. Actualmente podemos considerar como *texto*, a todo lo que pueda significar algo y hermenéutica, al ejercicio consciente y responsable de interpretar.

Entendido en su sentido primario, todo texto está escrito por un autor, que pone su obra en manos de un lector. Dentro del ejercicio hermenéutico se pueden distinguir dos posturas radicales contrapuestas por definición, la univocista-objetivista en la que la interpretación pretende comprender al autor de manera exhaustiva y la equivocista-relativista en la que se deforme al autor según los intereses y conveniencias del lector.

Como consecuencia directa de encontrar una simbiosis entre la hermenéutica objetivista y la hermenéutica relativista es que se acuña una nueva hermenéutica: la hermenéutica analógica, aquella que trata de buscar un estado intermedio entre las dos anteriores mediante una mediación proporcional, ya que no es posible que solo exista una interpretación válida, pero tampoco pueden ser válidas todas las interpretaciones posibles del mismo, hay una graduación, según la cual las interpretaciones se acercan o alejan de la verdad, como lo indica Álvarez (2003):

“La hermenéutica analógica no desdeña la ontología o la metafísica, sino por el contrario, ve la necesidad de volver a vincular la fundamentación metafísica con la hermenéutica, con el fin de evitar en lo posible los relativismos extremos”

Para lograr este objetivo se usa como modelo de interpretación la analogía, que se coloca entre la univocidad y la equivocidad, ya que es la significación de un término con otro, en relación con sus significados en parte idéntica y en parte diferente. La analogía no se centra en la búsqueda de la semejanza, ya que es la diferencia la que le da identidad y la sujeta a su contexto, permitiéndole dar proporcionalidad a sus distintos significados, de forma que la analogía permite acercarnos lo suficiente a la verdad, teniendo en claro que no es la realidad misma.

¹ <http://web.archive.org/web/20070407182624/http://www.venganza.org/about/open-letter/>

III.1. El mundo como un texto.

Cuando se hace referencia a el mundo, nos referimos al universo -físico, social y humano- donde nos encontramos, es un sentido bastante amplio que encierra todas las experiencias del ser, por lo que es natural pensar que el mundo puede ser visto como un *texto* que puede y debe interpretarse.

Sin embargo, para poder leer un texto, Beuchot (2004) afirma que el lector y el texto deben compartir un código, una competencia lingüística que haga posible captar la actuación lingüística del autor. Podemos entonces leer el mundo según sus distintos lenguajes, la estética puede leer el arte, la belleza, la armonía; en cambio la ética puede hacerlo desde la moralidad, la bondad, el juicio del valor; y finalmente, la epistemología entiende la ciencia, la razón, el orden, la verdad.

Debemos tener en claro entonces, que la *verdad científica* no es aquella que siempre concuerda con nuestro sentido común, si no aquella que se basa en lo observable, pero también en lo verificable ya que toda aseveración debe ser probada, alude a la experimentación para establecer un *dialogo* con el mundo, que le permita generar conocimiento, que no es otra cosa que una representación, necesariamente finita, de un pedazo de realidad, que no podemos negar, es infinita.

En este contexto, la verdad es entonces, la concordancia de la teoría con el experimento y por tanto de lo observable. No existen verdades absolutas ya que la verdad está acotada a un contexto específico y puede cambiar con cada nueva observación. Aquí su grandeza, *“en la ciencia la hora de la verdad es la colisión con la realidad. La verdad científica se inclina ante la realidad, no importa la autoridad ni el prestigio de quien haya enunciado la verdad antigua o la nueva”* Wagensberg (2002).

Podemos entonces decir que el primer trabajo científico siempre es la lectura, la lectura de la naturaleza, mediante una observación -premeditada o no- de los hechos que ocurren en un contexto específico. En física, la lectura, como lo diría Galileo Galilei en su libro *“El ensayador”*, se hace mediante un lenguaje matemático que permite transformar estos fenómenos en modelos que serán puestos a prueba durante toda su validez:

“La filosofía está escrita en ese grandísimo libro que tenemos abierto ante los ojos, quiero decir, el universo, pero no se puede entender si antes no se aprende a entender la lengua, a conocer los caracteres en los que está escrito. Está escrito en lengua matemática y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es imposible entender ni una palabra; sin ellos es como girar vanamente en un oscuro laberinto.”

Aquí entonces, solo entonces y hasta este punto, podemos recurrir a la hermenéutica analógica, ya que no toda teoría o modelo propuesto puede ser discutible, debe ser formal, objetivo e inteligible. El caminar científico no puede ser equívoco pues se saldría de la lógica, engendraría falacia e invalidaría la argumentación, pero debe alejarse de la univocidad, que aunque es un ideal, si siguiese este camino no se abriría jamás el espectro del conocimiento.

IV. PROPUESTA

Las teorías científicas, o modelos desarrollados por el quehacer científico son bastante cercanos a una analogía del mundo, Mauricio Beuchot (2004) dice:

“La analogía es una perspectiva, una manera de pensar, que se inscribe en la lógica, y llega a construir un método, un modo de pensamiento y hasta casi una racionalidad en la que se trata de salvaguardar las diferencias en el margen de cierta unidad.”

Desde la construcción de un modelo, el científico alude a la naturaleza, e incluso lo desarrolla para poder interpretarla lo más fielmente posible, sin embargo -el científico- está consciente de sus limitaciones, o diferencias, y lo aplica al contexto indicado, porque para describir la caída libre de un objeto se usa el modelo gravitacional de Newton y no la relatividad de Einstein. Es de esta forma que el quehacer científico pone al texto en su contexto.

Entonces, siempre se busca la proporción, ya que no se permite cualquier interpretación, puesto que no se acepta cualquier explicación, como lo advierte un padre de familia en una escuela de Kansas¹, que crítica la inclusión del Génesis como teoría del origen de la vida en los planes curriculares. El padre de familia indica que si cualquier teoría es válida, entonces ¿Por qué no pensar que la progresiva disminución del número de piratas en activo ha causado el incremento de la temperatura media anual en el planeta?. Pero, por otro lado, tampoco cae en el univocismo, ya que siempre se está en busca de nuevos paradigmas que expliquen una nueva observación o simplemente se busca una explicación más fiel de un fenómeno ya conocido, lo que permite el avance científico.

Se propone entonces, como un acercamiento al trabajo científico el uso de la hermenéutica analógica, donde el que hacer de la física es leer la naturaleza mediante un lenguaje matemático para proveer a la comunidad de modelos que permiten esbozar -como una analogía- el mundo que nos rodea, dando referencia a las similitudes que se tiene con la realidad, pero poniendo en claro las diferencias y, por tanto, las limitaciones que se tienen cuando se aplican en el contexto adecuado.

IV.1. La analogía en las ciencias

En el cuadro “El toro” de Picasso, podemos observar como el artista a través de una serie de litografías transforma paulatinamente la figura de un toro robusto, de apariencia naturalista, mediante un proceso de abstracción, en esta pintura cada imagen representa lo mismo, un toro, cada una puede ser vista como una analogía de un toro real, con similitudes y diferencias, de la misma forma cada una de las teorías científicas tratan de describir nuestro entorno partiendo de una analogía.

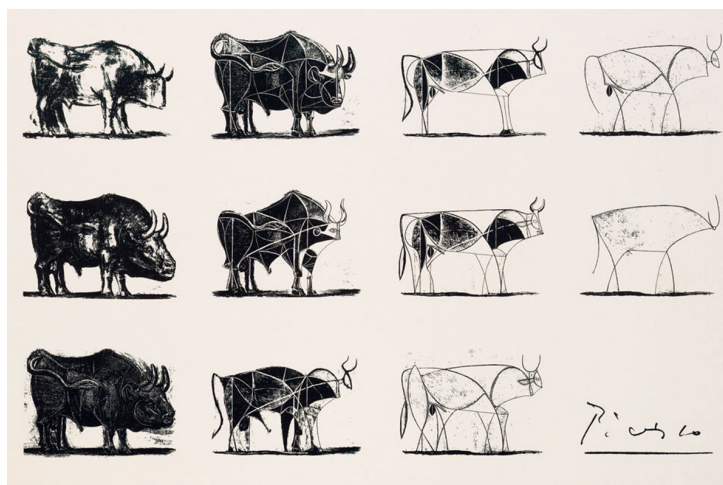


FIGURA 1. El toro, Picasso

El trabajo científico parte, al contrario de Picasso, de lo simple, para que poco a poco, mediante la observación y la verificación, pueda acercarse cada vez más a nuestro mundo. De acuerdo a José Ortega y Gasset, la metáfora es un instrumento mental imprescindible, relativo a la fantasía e imaginación del científico, sin embargo, no constituye el

¹ <http://web.archive.org/web/20070407182624/http://www.venganza.org/about/open-letter/>

propio conocimiento científico, ya que ésta debe ser transformada en modelos matemáticos que son reducidos y comprobados por las observaciones y experimentos realizados por la misma comunidad científica.

V. EJEMPLOS DEL USO DE ANALOGÍAS EN LA CIENCIA

Se pueden identificar al menos dos usos de la analogía en el ámbito científico, primero cuando se observa un nuevo fenómeno, inevitablemente se usa una analogía de los conocimientos ya establecidos para explicar las nuevas observaciones, por ejemplo, el uso de concepto de campo, primero en fenómenos magnéticos, luego en cargas eléctricas y finalmente en el desarrollo del campo gravitacional. Como segunda instancia se usan analogías en un primer acercamiento para explicar los modelos y teorías, como el uso de la experiencia que se tiene en un sistema hidráulico para explicar un circuito eléctrico sencillo.

En ambos casos es importante notar que se parte de una analogía siempre teniendo en cuenta que existen diferencias debido al contexto del problema que desea resolverse y la experiencia a la que se alude.

V.1. Galileo Galilei

Un ejemplo bastante claro del uso de analogías en la construcción de modelos científicos es el trabajo de Galileo Galilei, quien en su obra “Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias” escrito en el siglo XVII, cuestiona mediante un experimento pensado, al filósofo griego Aristóteles en los conceptos de caída libre y demuestra que dos objetos, sin importar su diferencia de peso, caen al mismo tiempo si son lanzados desde la misma altura:

Las ideas aristotélicas indican que los objetos de diferente peso que se mueven en el mismo medio, lo hacen con velocidades distintas, que además, son proporcionales a su peso. De modo que un objeto diez veces más pesado que otro se moverá con una rapidez diez veces mayor que el cuerpo más ligero. Galileo revira la teoría de la siguiente manera:

“Si admitís que todo cuerpo pesado en caída libre le corresponde una velocidad determinada, de modo que no se pueda aumentar y disminuir a no ser que le hagamos violencia o le pongamos una resistencia [...] Entonces, si nosotros tuviéramos dos móviles, cuyas velocidades naturales fuesen distintas es evidente que si uniésemos ambos, el más rápido perdería velocidad por obra del más lento, mientras que este aceleraría debido al más rápido”

Y continua:

“Pero si esto es así, y es verdad, por otro lado que una piedra grande se mueve a una velocidad de ocho grados y una piedra pequeña, con una velocidad de cuatro, si las unimos, el resultado de ambas, según lo dicho será inferior a los ocho grados de velocidad. Ahora bien, las dos piedras juntas dan como resultado una más grande de la primera [...]de lo que se sigue que tal compuesto se moverá a más velocidad que la primera de las piedras solas”

Después de discernir como es que cambia el peso al unir ambos cuerpos, concluye:

“Los móviles grandes o pequeños, se mueven a la misma velocidad si tienen el mismo peso específico”

Podemos observar aquí como el uso de analogías permite establecer un nuevo principio físico, donde se establecen argumentos que debaten el sentido común, sin dejar de lado la experiencia cotidiana.

IV.2. Óptica Geométrica

La óptica en sí, nos presenta una buena oportunidad para acercar al alumno de bachillerato al conocimiento científico, ya que trata del comportamiento de la luz y por ende sus aplicaciones y demostraciones son muy didácticas.

La óptica geométrica además nos permite explicar cómo funcionan distintos dispositivos ópticos con los que el alumno tiene una experiencia cotidiana sin tocar temas como la naturaleza de la luz. En ella se presenta cómo la trayectoria de un rayo de luz es modificada al pasar de un medio -como el aire- a otro -como una lente hecha de algún material refringente-, o bien cómo es que se reflejan los rayos de luz en una superficie -como un espejo-, permitiendo explicar cómo se forma la imagen de un objeto físico cuando la luz pasa por los elementos del dispositivo, esquematizando la trayectoria de un número finito de rayos de luz, en lo que se llama método gráfico.

Cuando se abarca este tema, por lo general se presentan tres rayos paraxiales que viajan en línea recta y siguen las reglas básicas de la óptica geométrica y cuyo comportamiento es fácil de recordar, es aquí cuando se pueden observar claras diferencias de lo que sucede en la realidad, puesto que una imagen es formada por un número infinito de rayos que provienen del objeto que se está observando, éstos viajan en diferentes direcciones y cada uno contiene información sólo del punto del que proviene. Sin embargo, nos bastan tres rayos para poder conocer donde se formará la imagen y que características tendrá. Al simplificar el problema se está haciendo una analogía del comportamiento de todos los rayos que provienen del objeto.

Aunque en primera instancia parece que no es necesario que el alumno conozca por completo la analogía que se está haciendo, al puntualizar las diferencias se puede prevenir la generación de distintas ideas previas, como:

- La imagen está formada por un número finito de rayos
- Que los rayos luminosos parten del objeto, aún en el caso en el que éste es opaco
- Que la ubicación del observador no importa.

También se pueden abarcar las limitaciones del modelo, al explicar la existencia de distintas aberraciones no contempladas de manera natural, ya que está claro que solo es una aproximación.

VI. PERSPECTIVAS

Se espera que al enseñar ciencias desde la perspectiva de la hermenéutica analógica se puedan desarrollar en el alumno aprendizajes conceptuales, pero también procedimentales propios del trabajo científico, como son: observar, analizar, comparar, relacionar y sintetizar. De esta manera se pretende enfatizar la importancia de un aprendizaje actitudinal donde el alumno pueda percatarse de la importancia de los modelos en la construcción del conocimiento científico, además de advertir sus limitaciones y su carácter aproximativo, lo que le permitiría valorar la lógica relacionada al pensamiento científico y lo más importante valorar a la ciencia como forma de acceso al conocimiento de nuestro mundo.

VII. CONCLUSIONES

En la enseñanza de las ciencias a nivel medio superior podría ser útil adoptar una visión hermenéutica analógica que nos permita trabajar con el alumno como interlocutor de un discurso que se construye y no se impone, ya que el conocimiento científico está construido a partir de posiciones diferentes e incluso asimétricas. Podemos observar que

¹ <http://web.archive.org/web/20070407182624/http://www.venganza.org/about/open-letter/>

las intervenciones de las grandes metáforas de pensamiento en las teorías de la ciencia nos enseñan como los juegos de fantasía, las aproximaciones, símiles y contrastes de la imaginación, no son exclusivos de la poesía o la novela, sustituyen frecuentemente a la lógica en las teorías e inducciones científicas como lo vemos en la obra de personajes como Galileo o Kepler

Observamos además que si se hace uso de analogías al explicar algunos temas del mapa curricular se puede apelar a la experiencia cotidiana del alumno, o bien presentar de manera clara las limitaciones de los modelos físicos que se abarcan.

REFERENCIAS

- Putnam, H. (1987). *Las mil caras del realismo*. España: Ediciones Paidós.
- Cancari, S. (2001). *Las teorías y modelos en la explicación científica: Implicancias para la enseñanza de las ciencias*. *Ciência & Educação*, Vol. 7. No. 1, pp. 85-95.
- Furió-Más C., Furió-Gómez C. y Solbes J. (2012). *Profundizando en la educación científica: aspectos epistemológicos y metodológicos a tener en cuenta en la enseñanza*. *Educación en Revista*. No. 44. P.pp. 37-57.
- Campelo J. (2003). *Un modelo didáctico para enseñanza aprendizaje de la física*. *Revista Brasileira de Ensino de Física* Vol. 25, No.1 pp. 86-104.
- Ferraris, M. (1998). *La hermenéutica*. México: Editorial Taurus.
- Beuchot, M. (2004). *Hermenéutica, analogía y símbolo*. México: Editorial Herder.
- Álvarez, R. (2003). *Hermenéutica analógica y ética*. México: Torres Asociados.
- Wagensberg, J. (2002). *La verdad en la ciencia*. *Letras Libres*, No. 9.
- Galilei, G. (1981). *El ensayador*, Argentina: Aguilar Argentina Ediciones.
- Galilei, G. (1981). *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias*. España: Editorial Nacional.