

Este arquivo contém o texto completo do seguinte trabalho:

MARTINS, Roberto de Andrade. Palabras y imágenes en el Tratado de la Esfera de Sacrobosco: aditamento y conflicto. *Representaciones* 4 (1): 67-92, 2008.

Este arquivo foi copiado da biblioteca eletrônica do Grupo de História e Teoria da Ciência <<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/>> da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), do seguinte endereço eletrônico (URL):

<<http://ghtc.ifi.unicamp.br/pdf/ram-137.pdf>>

Esta cópia eletrônica do trabalho acima mencionado está sendo fornecida para uso individual, para fins de pesquisa. É proibida a reprodução e fornecimento de cópias a outras pessoas. Os direitos autorais permanecem sob propriedade dos autores e das editoras das publicações originais.

This file contains the full text of the following paper:

MARTINS, Roberto de Andrade. Palabras y imágenes en el Tratado de la Esfera de Sacrobosco: aditamento y conflicto. *Representaciones* 4 (1): 67-92, 2008.

This file was downloaded from the electronic library of the Group of History and Theory of Science <<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/>> of the State University of Campinas (UNICAMP), Brazil, from following electronic address (URL):

<<http://ghtc.ifi.unicamp.br/pdf/ram-137.pdf>>

This electronic copy of the aforementioned work is hereby provided for exclusive individual research use. The reproduction and forwarding of copies to third parties is hereby forbidden. Copyright of this work belongs to the authors and publishers of the original publication.

PALABRAS E IMÁGENES EN EL TRATADO DE LA ESFERA DE SACROBOSCO: ADITAMENTO Y CONFLICTO

Roberto de ANDRADE MARTINS

*Grupo de História e Teoria da Ciência,
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Brasil*

Abstract

The old astronomical and cosmological thought described some theoretical spatial moving structures that were described by texts and represented with the aid of iconography. The many printed editions and commentaries to the Medieval *Tractatus de sphæra* written by Johannes de Sacrobosco exhibited an increasing emphasis on the use of representative drawings since the fifteenth century. The analysis presented in this paper shows that such pictures had various functions, particularly to clarify and supplement the text. However, the pictorial representations enjoy a relative autonomy, and invariably contain aspects and details that extrapolate the content of the words. In many cases the illustrations conveyed misconceptions (ideas contrary to the content of the *Tractatus*). This example reveals the complex relationships between different representations (textual and pictorial) of scientific concepts, which is not a mere equivalence between two languages.

Keywords

<Representation of scientific knowledge> <pictorial representations>
<history of astronomy>



Fecha de recepción: 5 Sept. 2007 - Fecha de aceptación: 01 Abril. 2008
Representaciones, Vol. IV, Nº 1 – Jul. 2008, pp 67-92
© SIRCA Publicaciones Académicas – leminhot@gmail.com

1. Introducción

El pensamiento astronómico y cosmológico antiguo describe estructuras espaciales que se representan generalmente de forma iconográfica. Las muchas ediciones y comentarios al *Tratado de la esfera* medieval de Johannes de Sacrobosco exhiben un creciente énfasis en el uso de dibujos representativos, durante los siglos XV, XVI y XVII. El objetivo de este trabajo es estudiar las funciones de estos dibujos en las ediciones impresas en el siglo XV, y discutir la compleja relación entre tales representaciones pictóricas y el texto¹. El análisis presentado aquí muestra que las ilustraciones tenían la función de aclarar y complementar el texto, pero también agregaban ideas autónomas (en forma gráfica), y muchas veces introducían errores y entraban en conflicto con la obra que pretendían elucidar.

2. El *tractatus de sphæra*

El *Tractatus de sphæra* de Johannes de Sacrobosco, o John of Hollywood (c. 1195 – c. 1236), fue uno de los textos astronómicos más famosos de todos los tiempos. Fue escrito aproximadamente en 1230. Es un texto conciso, no matemático, que presenta una visión general sobre el universo y explica los principales fenómenos. No contiene ideas originales: es un libro basado principalmente en las obras de Tolomeo y Alfragano (Daly, 1970; Thorndike, 1949). Es una síntesis, como otros tratados medievales similares.

Poco después de su composición, el *Tractatus de sphæra* empezó a ser utilizado en las universidades de toda Europa (Gingerich, 1988). Fue comentado por diversos autores del período medieval. Hay muchas copias manuscritas del libro, lo que muestra su amplia difusión en aquel tiempo. No sabemos cual el motivo de su éxito. Según Thorndike, el manuscrito original de Sacrobosco no se preservó. Probablemente tenía tres dibujos, porque el texto se refiere claramente a figuras en tres puntos:

1. “Unde inter illas sphæras, sphæra Saturni maxima est, sphæra vero Lunæ minima, prout in sequenti **figuratione** continentur.” [Entre aquellas esferas, la esfera de Saturno es la mayor, y la esfera de la Luna es realmente la menor, como está mostrado en la **figura** siguiente.] (Sacrobosco, 2006 [1478]: 1v)

2. *"Inter istas etiam duas lineas extremas intelligatur sex lineæ parallelæ æquinociali, quæ cum duobus prioribus dividunt partem totalem quartæ habitabilem in septem portiones, quæ dicunt septem climata, prout in præsentī patet figura."* [Entre estas dos líneas extremas se suponen seis líneas paralelas a la equinoccial, y estas con las dos anteriores dividen toda la cuarta parte habitable [de la Tierra] en siete porciones, que son llamadas de siete climas, como aparece en la **figura** presente.] (Sacrobosco, 2006 [1478]: 24r)
3. *"Unde, cum in qualibet oppositione, hoc est, in plenilunio, non sit Luna in capite vel in cauda Draconis, nec supposita nadir Solis, non est necesse in quolibet plenilunio Lunam pati eclipsim, ut patet in præsentī figura, quæ subsequitur."* [Pero como no ocurre que en todas las oposiciones – esto es, en la Luna llena – que la Luna esté en la cabeza o en la cola del Dragón, o colocada bajo el nadir del Sol, no es necesario que la Luna sufra eclipse en todos los plenilunios, como aparece en la presente **figura** siguiente.] (Sacrobosco, 2006 [1478]: 27v)

Los tres dibujos que probablemente existían en el manuscrito original representaban respectivamente las esferas celestes, los siete "climas" y el eclipse de Luna. La edición del *Tractatus de sphæra* de 1478, publicada en Venecia por Adam de Rottweil, contiene exactamente tres dibujos correspondientes a las indicaciones de los manuscritos.

La presencia de dibujos en copias de manuscritos no es, en general, una evidencia fuerte de que el original los contenía. El historiador de la ciencia John Murdoch estudió la evolución de las ilustraciones en los manuscritos medievales científicos, y reconoció que había un cambio gradual de las figuras de una misma obra. Unas veces el texto original no tenía ninguna ilustración; en una copia del mismo, el estudiante que trataba de comprenderlo dibujaba unos diagramas en el margen del manuscrito, y un copista posterior los reproducía en el margen o incluso en el propio texto (Murdoch, 1984: xi-xii, 15). Además, el copista podía introducir cambios en los diagramas, por no comprenderlos o porque trataba de perfeccionarlos.

De este modo, cuando no tenemos el manuscrito del autor – y esto es lo que comúnmente sucede – en general no podemos saber si los diagramas encontrados en una copia posterior pertenecían al original. Sin

embargo, en muchos de los manuscritos científicos medievales sabemos que las figuras pertenecían al original porque el texto las citaba y explicaba (Stevens, 1993: 1). Es seguro que los manuscritos de las obras astronómicas griegas y helenísticas (como de Tolomeo, Autolykos de Pitane o Theodosios de Bithinia) tenían diagramas que eran necesarios para comprender sus descripciones geométricas más complejas (Murdoch, 1984: 133). Lo sabemos porque el texto se refiere a los diagramas e indica letras de los mismos que identifican líneas y puntos específicos.

Hay copias medievales del *Tratado de la esfera* sin dibujos, otros que tienen tres, y otros con muchas figuras (Thorndike, 1949). No describiremos las diferencias entre los libros impresos y los manuscritos². Vamos a describir solamente las ilustraciones de las ediciones impresas en el siglo XV.

3. Ediciones del *tractatus de sphaera*

Después de la invención de la tipografía (aproximadamente en 1450) no tardó mucho para que el libro de Sacrobosco se imprimiera. Las dos primeras ediciones fueron publicadas en 1472, en Italia³. John Willis afirmó que el *Tratado de la esfera* era el más antiguo libro astronómico publicado (Willis, 1982), pero fue en realidad el segundo. Hubo solamente un libro astronómico que se publicó anteriormente: el poema astronómico latino de Claudius Manilius, en el año precedente (1471). En los años siguientes hubo otras ediciones, y se publicó más de 200 veces⁴, hasta el 1664. Hubo 30 ediciones del libro de Sacrobosco hasta el 1500 (incunables) – un promedio de una edición al año⁵ –.

1. *Sphaera mundi*. Ferrara: Andreas Belfortis, Gallus, 1472.
2. *Tractatvm de spera*. Venecia: Florentius de Argentina, 1472.
3. *Opusculum Johannis de Sacro Busto spericum*. Leipzig: [s.n.], 1474.
4. *Tractatvm de spaera*. Venecia: Filippo di Pietro, [circa 1476].
5. *Sphaera mundi*. Venecia: Adam de Rottweil, [circa 1478].
6. *Iohannis de Sacrobusto, anglici, uiri clarissimi, spera mundi feliciter incipit*. Venecia: Franciscum Renner de Hailbrun, 1478.
7. *Sphaera magistri lo. de Sacroboscho*. Milano: P. de Lavagna, 1478.

8. *Joannis de Sacrobusto anglici viri clarissimi spera mundi*. Bononiae: Dominicum Fuscum Ariminensem, 1480.
9. *Nouicijs adolescentibus ad astronomicam remp. capessendam [...] Ioannis de Sacro Busto sphaericum opusculum*. Venecia: Erhardi Ratdolt Augustensis, 1482.
10. *Ioannis de Sacro Bosco Sphericum opusculum*. Venecia: Erhard Ratdolt, 1485.
11. *Sphaera mundi*. Leipzig: Capotius (Martin Landsberg), [circa 1487-88].
12. *Spaerae mundi compendium foeliciter inchoat*. Venecia: Johannes Lucilius Santritter & Hieronymus de Sanctis, 1488.
13. *Iohannis de Sacro Busto spericum opusculum vnacum vtilissimis figuris textum declarantibus*. Leipzig: Conradum Kachelouen, [1489 o 1490].
14. *Sphaera mundi*. Paris: Wolfgangus Hopyl, 1489.
15. *Sphaerae mundi compendium foeliciter inchoat*. Venecia: Octauiani Scoti, ciuis Modoetiensis, 1490.
16. *Sphaerae mundi compedium feliciter inchoati* Venecia: Per Magistrum Gullielmum de Tridino de Monteferrato, 1491.
17. *Tractatus de sphaera*. Paris: Georgius Mittelhus, 1493.
18. *Tractatus de sphaera*. Paris: F. Baligault [circa 1493-94].
19. *Commentvm electvm et praeciosvm nvperrime compositvm svper tractaetvm sphaerae mvndi*. Venecia: [s.n.], [circa 1494]
20. *Opusculum Johannis de Sacro Busto spericum cum figuris optimis et novis textum in se sine ambiguitate declarantibus*. Leipzig: Martin Landsberg, [1494-95].
21. *Uberrimum sphere mundi commentum*. Paris: G. Mittellius, 1494.
22. *Textus de sphaera Johannis de Sacrobosco: cum additione (quantum necessarium est) adiecta*. Paris: Johannes Higman, Wolfgang Hopyl, 1494 [i.e. 1495].
23. *Expositio super auctorem Sphaerae*. Bologna: Iustinianum de Ruberia, 1495.
24. *Opusculum Johannis de Sacro Busto spericum*. Leipzig: Wolfgang Stöckel, 1498.

25. *Uberrimum Sphere mundi commentum*. Paris: Guy Marchant, Jean Petit, 1498.
26. *Sphera mundi cum tribus commentis*. Venecia: Simonem Papiensem dictum Biuilaquam, 1499.
27. *Opusculum Johannis de Sacro Busto spericu cum notabili commento atq[ue] figuris textum declarantibus vtilissimis*. Leipzig: Wolfgangu Monacensem, 1499.
28. *Figura sphere cum glosis Georgii de Monteferrato*. Venecia: Georgii de Monteferrato, 1500.
29. *Opus sphericum Iohannis de Sacro Busto figuris et perutili commento illustratum*. Colonia: Henricum Quentell, 1500.
30. *Textus de sphaera Johannis de Sacro Bosco cum additione (quantum necessarium est) adiecta*. Paris: Wolfgang Hopyl, 1500.

Es una cantidad muy grande de ediciones de un único libro científico, y ningún otro texto astronómico tuvo igual número de impresiones en aquel tiempo⁶. Aproximadamente 40% de los incunables eran sobre religión, 30% eran obras literarias, 15% jurídicos y 15% científicos y filosóficos (Gerulatis, 1976: 61).

Los primeros incunables del *Tratado de la esfera* tenían pocas ilustraciones. En la primera edición (1472) había tan sólo tres. Este libro era impreso sin las figuras, dejando espacios vacíos para los dibujos. Se introducían entonces los diseños, manualmente, en cada una de las copias. Existen ejemplares en los cuales hay espacios sin dibujos, o dibujos que evidentemente no corresponden al texto.

Tal peculiaridad era común en los libros de aquel tiempo. Durante los primeros 25 años después de la invención de la tipografía, los libros impresos tenían las letras más grandes que empezaban los capítulos ("capitulares") y todas las ilustraciones dibujadas a mano, después de la impresión del texto (Pollard, 1927: 1-2). Los libros impresos imitaban a los manuscritos en muchos aspectos (Rider, 1993: 95-96), y la parte impresa reemplazaba solamente el texto producido por los copistas. Los impresores los vendían unas veces completos, otras veces con espacios en blanco donde se debían colocar las figuras o letras – y muchos son todavía encontrados en el mismo estado, hoy, en bibliotecas (Pollard, 1927: 22). Muchos libros con xilografías eran coloreados a mano, individualmente,

después de la impresión. Se sabe también que el mismo libro se vendía coloreado o sin color, a precios diferentes (Goldschmidt, 1950: 54).

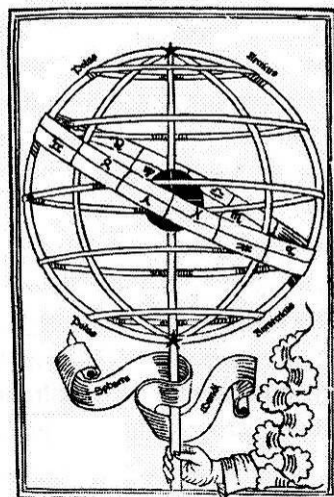


Fig. 1

Durante el siglo XV, algunas de las ediciones del *Tractatus de sphæra* no tenían ilustraciones. La edición publicada por Erhard Ratdolt en 1482 (la 9ª, en la relación más arriba) tenía tres figuras citadas en el texto (pero distintas de las publicadas en la 6ª, de 1478) y además una xilografía que mostraba una esfera armilar, en el verso de la primera hoja (Fig. 1). Sin embargo, empezando con la 10ª edición, de 1485, impresa por el mismo Erhard Ratdolt, el número de ilustraciones aumenta mucho (tiene 27 xilografías), y las ediciones sin figuras desaparecen rápidamente.

No sabemos si los dibujos que se publicaron en las diversas ediciones impresas eran originales o sacados de los manuscritos. Probablemente muchos fueron copiados de manuscritos, pero no tenemos todavía ningún modo de saberlo de modo seguro, primeramente porque no existe ningún estudio sobre las figuras de los manuscritos del *Tratado de la esfera*⁷, y además porque muchos manuscritos no se conservaron.

En general (no solamente en este caso), no son conocidos los nombres de los artistas ni de los tallistas que produjeron las xilografías de los libros antiguos (Bliss, 1964: 3). Sabemos, sin embargo, cuáles eran las etapas de la producción de las xilografías. Había una división de trabajo: un

artista dibujaba las figuras – en general, directamente sobre la madera – y el tallista preparaba el bloc para la impresión (Goldschmidt, 1950: 38). Los primeros libros ilustrados con xilografías en el siglo XV se imprimieron en Bamberg, por Albrecht Pfister, en 1461 (Pollard, 1927: 26). Fueron preparados con la ayuda de tallistas profesionales alemanes (llamados *Formschneider*, los “cortadores de formas”), que anteriormente preparaban las xilografías para la impresión de barajas o para la impresión de dibujos en tejidos (Bliss, 1964: 2-3, 30). Los impresores, artistas y tallistas que dominaron el mercado librero en toda Europa durante el siglo XV eran, casi todos, alemanes (Goldschmidt, 1950: 40).

Hay únicamente una publicación de cuyos dibujos conocemos el autor: la 12ª edición, intitulada *Spaerae mundi*, publicada en Venecia por Johannes Lucilius Santritter y Hieronymus de Sanctis, en 1488. Esta edición tiene 30 hojas, y 34 figuras. Los dibujos son atribuidos al editor Johannes Lucilius Santritter, quien era un matemático y astrónomo de Heilbronn⁸. Él publicó varias obras astronómicas ilustradas en la misma época, en Venecia.

En otros casos, los dibujos suelen ser atribuidos a los comentadores del texto de Sacrobosco. Un ejemplo es la edición ilustrada comentada por el astrónomo y profesor de Leipzig, Wenceslaus [Wenzel] Faber, de Budweis (circa 1455-1518), que se publicó en 1499 y se reeditó en 1500, 1503 y 1505. La 27ª edición, publicada en Leipzig en el año 1499, tiene 28 figuras, y muchas son distintas de las publicadas anteriormente. Como esta edición contiene el comentario de Wenzel Faber von Budweis, se le atribuyen también las figuras. Sin embargo, todas las 28 xilografías utilizadas en esta edición son las mismas de la 20ª edición (también publicada en Leipzig), que no tiene el comentario de Wenzel Faber von Budweis. Por lo tanto, es poco plausible que los dibujos fueran de este comentador.

Es relevante mencionar que hubo diversas ediciones del *Tratado de la esfera* en las cuales no solamente los dibujos son los mismos, pero también los blocs de madera eran seguramente los mismos. Hay casos conocidos (de otros libros) en los cuales se empleó una misma xilografía durante décadas, para la producción de un número superior a 100.000 impresiones – quizás llegando próximo a un millón (Bliss, 1964: 7). Por eso, los blocs de madera tallados eran utilizados muchas veces en diferentes obras del mismo impresor o de otros impresores, incluso de otros países lejanos (Shailon, 1999: 13; Bliss, 1964: 48-49; Goldschmidt, 1950: 41).

4. Funciones de las imágenes

¿Por qué hay tantas ilustraciones en las ediciones y comentarios del *Tractatus de sphæra*?

Es relevante mencionar, inicialmente, que pocos de los incunables ilustrados eran de carácter científico: casi todos eran obras religiosas o literarias (Goldschmidt, 1950: 31), principalmente romances de aventuras, sobre caballeros – como *Lancelot du Lac* y otros que citó Cervantes en su Quijote –.

Uno de los motivos para agregar ilustraciones era la ganancia. Los libros con dibujos y con diversos tipos de ornamentación (letras capitulares con diseños, utilización de colores en el texto, etc.) se vendían más y por un precio superior, pero las expensas para reproducirlos eran semejantes.

Sin embargo, la justificativa principal era, evidentemente, aclarar y complementar el texto.

Desde la Antigüedad los geómetras y astrónomos empleaban diagramas para explicar sus conceptos y demostraciones. La opinión más común es la de que la función principal de las figuras, en textos astronómicos, era de *facilitar* la comprensión del texto científico (Murdoch, 1984: 87). Todavía, Murdoch considera que, en el caso de la geometría, los diagramas son *necesarios para permitir la comprensión del texto* (Murdoch, 1984: xi, 87).

Además, mismo en el caso de obras más bien cualitativas, como las de Platón (el Timeo), Plinio el Viejo, Martianus Capella y Macrobius, había también diagramas astronómicos (Stevens, 1993: 14; Murdoch, 1984: 284-285). Hay también figuras astronómicas en escritos del siglo IX, de los cuales existen manuscritos coetáneos (Stevens, 1993: 14). Por lo tanto, sabemos que el uso de figuras para ilustrar los textos astronómicos no era una novedad, en el siglo XV.

El *Tractatus de sphæra* describe las estructuras espaciales que el autor creía hallar en el universo. Incluye muchas ideas geométricas que son necesarias para la comprensión de la astronomía y de la geografía. Es muy difícil comprender los conceptos geométricos por descripciones puramente verbales. Cuando tal comprensión es posible, la descripción verbal es meramente un intermediario del proceso cognitivo. La efectiva comprensión de una idea geométrica lleva a la persona a crear una imagen mental⁹ que intenta representar en la intuición una estructura que tiene las propiedades del objeto descrito.

5. Límites de las imágenes

Los dibujos que se ponían en el *Tractatus de sphæra* trataban de complementar la explicación verbal, presentando a la comprensión visual un esquema de los objetos descritos.

El esquema es, necesariamente, imperfecto porque no puede tener todas las propiedades equivalentes al objeto descrito. En el caso específico del *Tractatus de sphæra*, las principales clases de imperfecciones notadas son:

- El esquema tiene dos dimensiones, pero trata de representar entes tridimensionales (la Tierra, las esferas celestes).
- El universo es dinámico, tiene movimientos, pero los dibujos son estáticos.
- El tamaño y también las proporciones de los objetos no pueden ser representados correctamente en un libro (por ejemplo, las dimensiones del Sol, de la Tierra y su distancia mutua no pueden ser representadas en escala correcta en un dibujo).

La primera limitación es común a todas las representaciones en dos dimensiones de objetos sólidos, y los artistas sabían emplear la perspectiva y otros recursos para transmitir la idea de tres dimensiones. Es singular que, en el caso de diagramas geométricos, desde la Edad Media se representaban los trazos invisibles de los cuerpos tridimensionales con renglones punteados (Rider, 1993: 100).

Las ilustraciones de los libros son estáticas, pero es interesante que, en aquel tiempo, se trataba de incluir en las obras astronómicas unos esquemas móviles – las *volvelles* –. Eran dispositivos giratorios de papel, amarrados al centro del diagrama por un hilo, que permitían comprender cambios y (en algunos casos) hacer cálculos. Fueron introducidos en el siglo XV, inspirados en instrumentos medievales como el astrolabio.

Existían *volvelles* en los manuscritos astronómicos, antes de la invención de la imprenta (Murdoch, 1984: 26). Un manuscrito de Georg Peurbach, aproximadamente del 1450, tenía muchos de estos dispositivos (Rider, 1993: 101). En el caso de los libros impresos, las primeras *volvelles* aparecieron en las obras de Johannes Müller von Königsberg (conocido por Regiomontanus), un discípulo de Peurbach, en la última década del siglo

XV. La primera edición del *Tratado de la esfera con volvelles* fue publicada en el año 1545, en Wittenberg (Rider, 1993: 101). Otras ediciones posteriores contenían también *volvelles* (Fig. 2).

La tercera limitación inherente a los libros – el problema de las proporciones de los objetos astronómicos – no puede ser solucionada por ningún artificio.

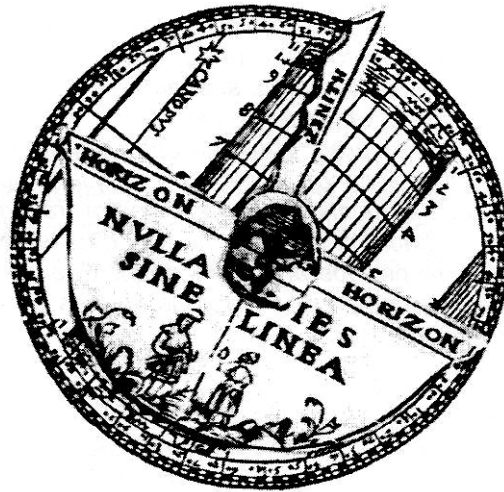


Fig. 2

La descripción verbal de un objeto geométrico es necesariamente incompleta. De igual forma, siempre faltan al diseño de un objeto geométrico muchas de las propiedades del objeto representado.

Por otro lado, los dibujos suelen tener propiedades que no existen en el objeto representado. Al mismo tiempo, un diagrama usualmente contiene más informaciones que el texto correspondiente (*un dibujo vale por mil palabras*).

Todo eso establece una relación necesariamente compleja entre el objeto representado, su descripción verbal y su representación pictórica. Además de los problemas que no pueden ser abolidos (los límites ineludibles de las representaciones), existe la posibilidad de conflictos *circunstanciales* entre las representaciones pictóricas, el objeto que se trata de representar y el texto que lo describe.

Examinaremos algunos ejemplos en las secciones siguientes.

6. Argumento del navío para mostrar la forma curva de la superficie del agua

En el primer capítulo del *Tratado de la esfera*, Sacrobosco presentó argumentos para mostrar que la Tierra es redonda y que el mar también lo es. Acerca de los mares, Sacrobosco escribió:

Que el agua tiene una protuberancia y se aproxima de la forma redonda es visto de este modo. Sea puesta una señal en el litoral marino y que un navío salga del puerto y se aleje hasta que el ojo de una persona que fuera al pie del mástil ya no pueda ver la señal. Sin embargo, si el navío es detenido, el ojo de la misma [persona] en la parte superior del mástil verá bien aquella señal. Sin embargo, el ojo de una persona en la parte inferior del mástil debería ver la señal mejor que el que está en la parte superior del mástil, como se muestra trazando líneas rectas de ambos hacia la señal. Y no hay otra explicación de esta cosa, sino la protuberancia del agua. Pueden excluirse todos los demás impedimentos, como las nubes y los vapores ascendientes¹⁰ (Sacrobosco, 2006 [1478]: 5v).

Este es un argumento correcto y bien conocido, que se emplea hasta hoy en los libros didácticos. Veamos, sin embargo, cómo los dibujos del *Tratado de la esfera* representaban este argumento¹¹.

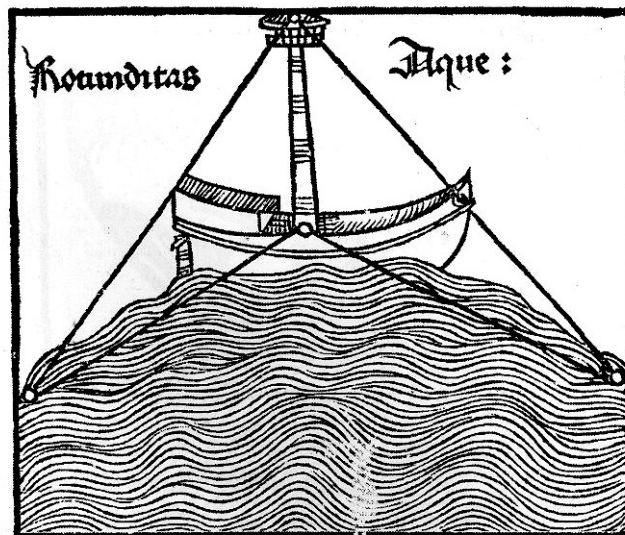
El tipo más antiguo de ilustración del argumento del navío fue publicado en la edición de Venecia de 1485 (Fig. 3). Muestra la embarcación, un castillo y el mar; representa dos observadores, uno en el alto del mástil, el otro abajo e indica por líneas rectas los “radios visuales” de las dos personas hacia un objeto redondo cerca del castillo. El esquema muestra que el observador del mástil puede ver el objeto, el otro no, porque el agua lo impide.



Fig. 3

Una ojeada rápida puede no percibir ningún problema en la figura. Sin embargo, no es difícil percibir que el diagrama no está representando la curvatura del océano, que acompaña la curvatura de la Tierra; pues el mástil y las torres del castillo son paralelos, lo que no puede suceder si están muy lejos – a una distancia para la cual hay una curvatura considerable del mar –. Lo que el dibujo efectivamente representa es una interpretación literal del texto de Sacrobosco: una *protuberancia* del mar (“tumor aquae”), como si hubiera una elevación del agua entre el navío y el castillo.

Es más fácil percibir tal interpretación equivocada en las xilografías empleadas en las ediciones de 1489 y 1495 (Fig. 4a y Fig. 4b, respectivamente). Uno percibe que la embarcación está en el tope de una protuberancia de agua, pero no percibe ninguna relación entre la curvatura del mar y la forma redonda de la Tierra, que es lo que Sacrobosco quería indicar. Una figura semejante, publicada en la edición de 1500 (Fig. 4c) es todavía peor, porque parece indicar que la persona en la parte baja del navío solamente no puede ver la señal porque las olas lo impiden.



¶ Quid autē aqua habeat tumorē et accedat ad rotunditatē sic
ptz ¶ Donat signū in līttoē maris et exeat nauis d̄ portu ⁊ in

Fig. 4a

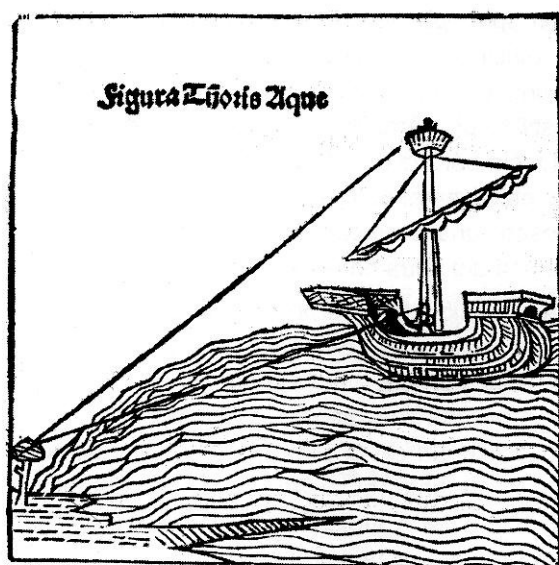


Fig. 4b



Fig. 4c

Una representación más adecuada del argumento surge solamente en ediciones del siglo XVI. La figura, que es reproducida en muchas ediciones, muestra el globo terrestre, con un navío en el mar e indica que la

curvatura del agua, que acompaña la de la Tierra, produce el efecto descrito por Sacrobosco (Fig. 5). Sin embargo, surge en esta representación el problema de escala: el castillo y el navío son casi del tamaño de la Tierra y están separados por un cuarto de la circunferencia de la Tierra, lo que correspondería a 10.000 kilómetros. Los estudiantes desavisados que estudiaban libros con esta figura no podrían comprender que el fenómeno descrito por Sacrobosco puede ser observado para distancias pequeñas (pocos kilómetros), con navíos del tamaño usual. Además, es interesante notar que el disco de la Tierra, en este dibujo, tiene habitaciones que no respetan las leyes de la gravedad.



Fig. 5

7. Descripción de los eclipses de sol y de luna

Sacrobosco presentó una explicación acerca del eclipse de la Luna que tiene algunos aspectos complejos. Él escribió:

Además, dado que el Sol es más grande que la Tierra, es necesario que por lo menos la mitad de la esfera de la Tierra siempre sea iluminada por el Sol, y que la sombra de la Tierra,

extendida en el aire como un cono, debe disminuir su circunferencia hasta que termina en la superficie del círculo de los signos, inseparable del nadir del Sol. Además, el nadir es un punto en el firmamento directamente opuesto al Sol. Por lo tanto, cuando la Luna llena estuviera en la cabeza o en la cola del Dragón debajo del nadir del Sol, la Tierra quedará interpuesta entre el Sol y la Luna; y el cono de sombra de la Tierra cae sobre el cuerpo de la Luna. Por tanto, como la Luna no tiene luz excepto la del Sol, en realidad queda privada de luz. Y ocurre eclipse general en toda la Tierra, si ella [la Luna] estuviera directamente en la cabeza o en la cola del Dragón; pero [el eclipse será] parcial si [la Luna] estuviera próxima [de estos puntos], dentro de los límites determinados para el eclipse. Y el eclipse siempre ocurre en el plenilunio, o cerca¹² (Sacrobosco, 2006 [1478]: 27r-v).

La parte más simple de la explicación es la interposición de la Tierra entre la Luna y el Sol, y que esto solamente puede suceder cuando la Luna está llena, o sea, cuando la Luna y el Sol están en puntos opuestos, relativamente a la Tierra. Pero hay otros detalles. Sacrobosco se refiere a la cabeza y la cola del Dragón, que son los puntos en los cuales la trayectoria de la Luna, vista desde la Tierra, cruza la línea recorrida por el Sol (la eclíptica), también vista de la Tierra. El *Tratado de la esfera* menciona también que el Sol proyecta un cono de sombra por detrás de la Tierra, con un vértice dirigido hacia el zodíaco, en una posición opuesta al Sol; y que el eclipse de Luna puede ser total o parcial, dependiendo de la posición de su pasaje por este cono (es un problema tridimensional, por supuesto).

Después, Sacrobosco elucida la naturaleza del eclipse de Sol:

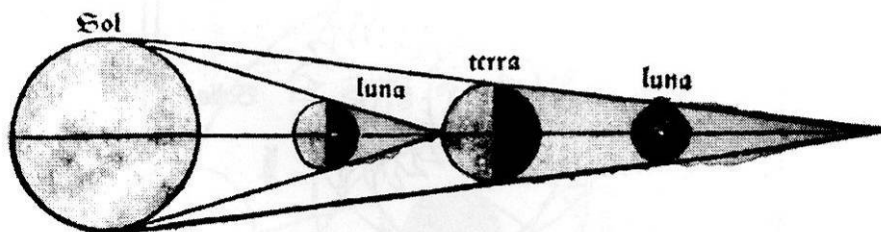
Cuando la Luna estuviera en la cabeza o en la cola del Dragón o próxima, o dentro de los límites mencionados arriba, y en conjunción con el Sol, entonces el cuerpo de la Luna se interpondrá entre nuestra mirada y el cuerpo del Sol. Por consiguiente, para nosotros la claridad del Sol será oscurecida, y por lo que el Sol sufrirá eclipse, no porque pierde su luz, pero porque nosotros la perdemos, por causa de la interposición de la Luna entre nuestra mirada y el cuerpo del Sol. De esto se percibe que no ocurre siempre un eclipse solar en la conjunción, o el la Luna nueva. Y se debe notar que cuando hay un eclipse de la Luna, hay eclipse en toda la Tierra; pero cuando hay un eclipse de Sol, no es así. De hecho, hay eclipse en un clima, y no en otro. Esto se produce debido a los

*diferentes puntos de vista en diferentes climas.*¹³ (Sacrobosco, 2006 [1478]: 28r)

En el caso del eclipse de Sol, la Luna queda entre la Tierra y el Sol, y si bien el Sol no pierde su luz, nosotros no lo vemos. El fenómeno solamente puede ocurrir cuando la Luna y el Sol están en conjunción, o sea, en la Luna nueva. Como la Luna es menor que la tierra, no puede proyectar una sombra sobre todos los sitios, y por lo tanto los habitantes de un lugar (o, más exactamente, de una región alargada) podrán ver el eclipse, y otros no. En el caso del eclipse de Luna, por el contrario, todos los que están en la mitad de la Tierra dirigida para la Luna pueden ver que ella sufre un eclipse.

Las explicaciones de Sacrobosco son bastante claras y correctas, pero no son totalmente elementales (porque mencionan aspectos de la situación tridimensional). ¿Cómo las ilustraciones del *Tratado de la esfera* intentaban esclarecer todo esto?

Empecemos el análisis por la xilografía publicada en la edición de 1478 (Fig. 6). Uno puede ver un sombreado en la figura, que era impresa en negro y después coloreada manualmente. La ilustración muestra, en conjunto, los dos tipos de eclipses. Aparece un cono de sombra atrás de la Luna cuando está entre el Sol y la Tierra; y aparece el cono de sombra de la Tierra, que es atravesado por la Luna cuando ella se eclipsa.



Cū autē fuerit luna in capite uel cauda draco

Fig. 6

Esta representación ilustrativa puede transmitir una parte de la idea del texto; pero no intenta representar la situación tridimensional, y las proporciones de los tamaños y distancias entre Sol, Tierra y Luna son completamente equivocadas, por supuesto. El artista dibujó la situación de

una forma tal que la Luna ocupa exactamente la sombra de la Tierra, lo que no corresponde a la realidad: la sombra es cerca de tres veces más ancha que la Luna. Si la situación fuera del modo como está representada, el eclipse de la Luna solamente podría ser total durante un corto tiempo, y luego ella empezaría a salir del cono de sombra. Por otro lado, el cono de sombra de la Luna tiene un aspecto positivo: realmente, el vértice del cono queda siempre próximo de la superficie de la Tierra.

No hay ninguna tentativa de presentar los aspectos tridimensionales del fenómeno; la cola y la cabeza del Dragón no aparecen, y cuando uno piensa sobre este diagrama no logra percibir por qué motivo no hay eclipses de Sol y de Luna todos los meses.

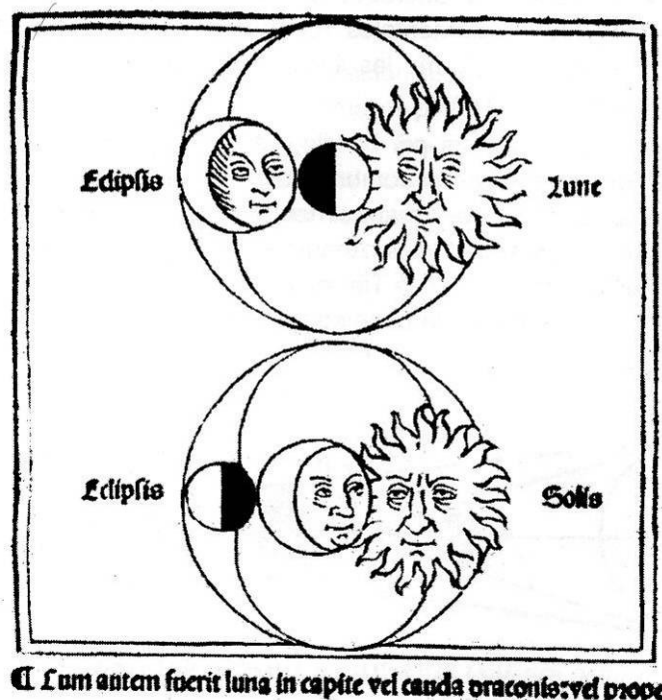


Fig. 7

Veamos ahora la xilografía de los eclipses publicada en la edición de 1482 (Fig. 7). La parte superior pretende representar el eclipse lunar ("eclipsis Lune") y la parte inferior el del solar. Es una representación curiosa, artísticamente superior a la anterior. Sin embargo, es lamentable bajo el punto de vista científico.

El único aspecto del dibujo que está de acuerdo con el concepto de los eclipses presentado por Sacrobosco es la interposición de la Tierra entre el Sol y la Luna, en el primero caso; y de la Luna entre el Sol y la Tierra, en el segundo. Todo lo demás está ausente o es equivocado. Los tres cuerpos están muy cercanos, y no es posible siquiera imaginar el cono de sombra descrito en el *Tratado de la esfera*. En el diagrama del eclipse lunar, como la Tierra es representada como *menor* que la Luna, no sería jamás posible un eclipse total: solamente una parte de la Luna podría quedar oscura. En el segundo caso (eclipse solar), toda la Tierra quedaría en la sombra de la Luna, y el eclipse sería observado por todos, contrariamente a lo que el texto explica.

Es interesante notar que los dos círculos que encierran cada parte de la xilografía, formando algo semejante a una letra O, son una tentativa de presentar el concepto tridimensional de las trayectorias de la Luna y del Sol, que se cruzan en dos puntos opuestos (vistas de la Tierra). Sin embargo, no sugieren una estructura tridimensional; y la posición de los cruzamientos está equivocada, pues los eclipses ocurren cuando la Luna ocupa uno de ellos, y no en la posición indicada. Es también curioso que la representación del eclipse solar sugiere que la Tierra y el Sol circulan en torno a la Luna, que ocupa la posición central. Además, hay que notar que la Luna es representada por el familiar creciente, que no puede existir en las fases de Luna llena o nueva (cuando ocurren los dos tipos de eclipse, como el texto explica).

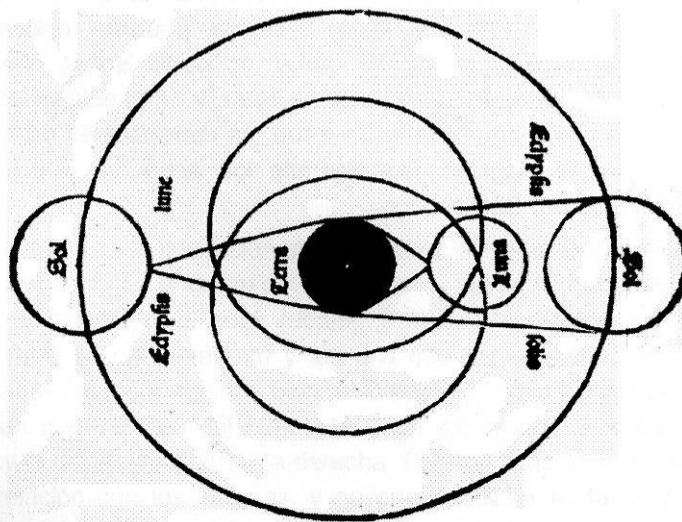
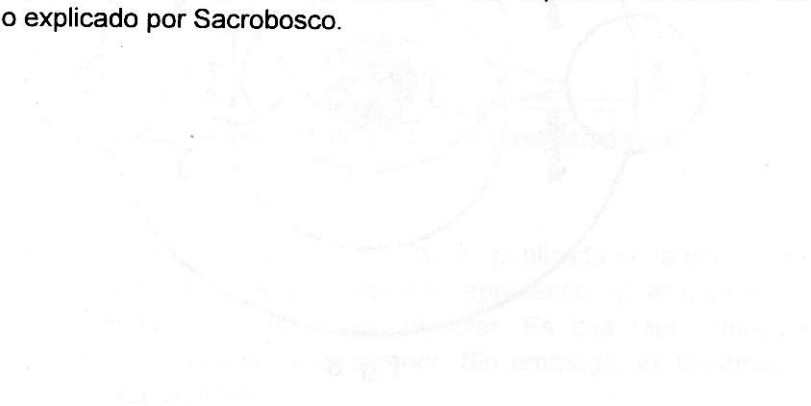


Fig. 8

El tercer ejemplo de diagrama de eclipses que vamos analizar fue publicado en la edición del *Tratado de la esfera* de 1485 (Fig. 8). Es un diagrama puramente geométrico, confuso, que pretende representar los dos tipos de eclipse. Usualmente (ver Fig. 6), los diagramas presentaban la Luna en dos posiciones, una para cada tipo de eclipse. Por el contrario, en la Fig. 8 vemos la Luna en una única posición, y el Sol en dos posiciones opuestas. Cuando el Sol está en la posición de la izquierda, ocurre el eclipse de la Luna ("eclipsis lune"), porque la Tierra queda entre ambos; y cuando el Sol está en la posición de la derecha, ocurre el eclipse solar ("eclipsis solis"). La Luna está en el cruzamiento de dos círculos, en un intento de representar la situación tridimensional (la cabeza y la cola del Dragón), pero uno de estos círculos debería ser la eclíptica, que es el camino recorrido por el Sol – y el Sol no está en ninguno de los círculos –.

Primeramente, vamos analizar el eclipse lunar, concentrando la atención en la posición del Sol a la izquierda y olvidando la representación del Sol a la derecha. ¿Qué vemos? Hay un cono que sale de la Tierra para la derecha y que llega hasta la Luna, pero solamente toca un punto de su superficie. Si tal fuera la situación, veríamos un punto oscuro recorrer la cara de la Luna, durante el eclipse lunar. Además, el cono de sombra que sale de la Tierra no tiene ninguna relación con el Sol (a la izquierda) que debería producir este cono.

Analicemos ahora el eclipse solar, en el mismo diagrama, concentrando la atención en el Sol a la derecha. Vemos un cono que sale del Sol, pasa por la Tierra y llega hasta la posición opuesta (que probablemente el artista interpretó como el nadir solar). Pero esta descripción debería corresponder al eclipse *lunar*, y no al eclipse *solar*. Hay que notar que no hay ninguna relación entre las dimensiones de la Luna y este cono, y que el diagrama no trasmite los aspectos relevantes del fenómeno explicado por Sacrobosco.



pendio tetigit dicens:
Defectus lunæ varios
solisq; labores. Ex præ
dictis patet qd cū ecly/
psis solis esset in passio
ne domini: & eadē pas
sio esset in plenilunio:
illa eclypsis solis non
fuit naturalis: imo mi/
raculosa contraria na/
tura: quia eclypsis so/
lis in nouilunio ul cir/
ca debet contingere.
Propter quod legitur
Dionysiu ariopagitā i
eadē passione dixisse:
Aut deus naturā pati/
tur: aut mundi machi/
na dissoluetur.

Opusculū sphæ/
ricū iohānis de sa/
cro busto explici/
tum est.

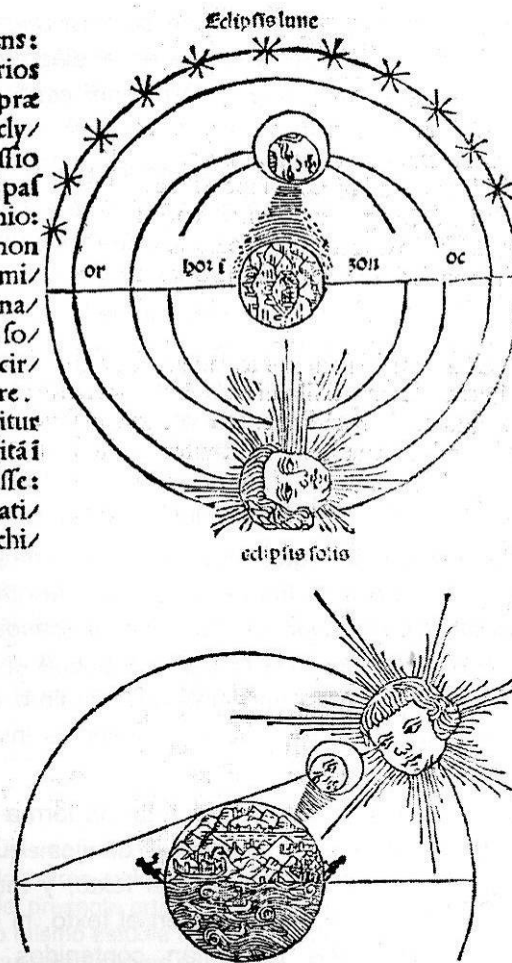


Fig. 9

Otro ejemplo de ilustración artísticamente interesante fue publicado en la edición del *Tratado de la esfera* de 1488 (Fig. 9). En la misma página, vemos el eclipse lunar (arriba) y el solar (abajo). Podemos reconocer la Luna por el creciente (que ya comentamos) y los dos círculos que se cruzan tratan de representar sin suceso, aquí también, el Dragón. El trazo horizontal tiene letras que indican que se trata del horizonte ("hori zon"), con el oriente ("or") a la izquierda y el occidente ("oc") a la derecha. Por supuesto, el horizonte no tiene ninguna relación con los eclipses, y no puede aclarar nada acerca de tales fenómenos. Además, la posición del horizonte es intrigante.

Hay que notar que el cono de sombra que va de la Tierra hacia la Luna termina en su superficie, como en el diagrama de 1485 (Fig. 8), con los mismos problemas; y que la forma del cono no tiene relación con la dimensión del Sol.

La representación del eclipse solar (Fig. 9, parte inferior) tiene otros problemas. El cono de sombra de la Luna no está en la dirección correcta: su vértice debería estar en la recta que une los centros del Sol y de la Luna, evidentemente. Hay un trazo horizontal que no parece ayudar a comprender nada, y dos personas sobre la superficie de la Tierra, quizás para esclarecer que no se puede ver el eclipse de Sol de todos los lugares. Pero la persona de la izquierda está en una posición tal que, para ella, sería de noche, y por supuesto de aquel punto no puede ver ni el Sol ni la Luna.

8. Consideraciones finales

Sería posible agregar muchos otros ejemplos, no solamente del argumento del navío y de los eclipses, sino de otros temas representados en las figuras del *Tractatus de sphæra*. Los casos exhibidos aquí no son excepcionales, son típicos de lo que uno puede encontrar – especialmente en las ediciones impresas más antiguas del libro de Sacrobosco –. Estos ejemplos nos permiten percibir varios aspectos interesantes de la relación entre diagramas y lo escrito.

Los esquemas pueden representar de forma adecuada las ideas que el texto quiere transmitir, pero hay dibujos que presentan aspectos directamente opuestos a las ideas del texto; y muchos dibujos contienen elementos que no están descriptos en el texto, ni está en conflicto directo con el texto, pero que presentan contenidos incompatibles con las concepciones del libro de Sacrobosco.

El *Tractatus de sphæra* era muy sucinto y eso dificultaba la comprensión de sus conceptos. Los diagramas buscaban aclararlo, pero las personas que los dibujaban podían no comprender el texto, o ser influenciadas por otros conceptos extraños al *Tratado*. El contenido pictórico de las ediciones del *Tractatus de sphæra* era en gran parte ajeno o divergente con relación a los propósitos de Sacrobosco.

Es relevante notar que las representaciones equivocadas eran reproducidas en diversas ediciones, sin corrección. Eso muestra que no era fácil percibir los problemas de los dibujos y sus conflictos con el texto. Podemos imaginar el embrollo que los mensajes antagónicos del texto y de las representaciones pictóricas llevaban a los estudiantes de aquel tiempo...

Sin embargo, no debemos pensar que este era un problema antiguo, que no ocurre en los tiempos actuales. Las causas esenciales que actuaron en el caso del *Tractatus de sphæra* están presentes hoy, indudablemente. Si nosotros no lo percibimos, esto no es un indicio de que el problema no existe en nuestros textos científicos – es un indicio de que no somos tan desemejantes a los hombres del Renacimiento como lo queremos creer –.

El caso analizado en este artículo muestra la compleja relación entre distintas representaciones (textual y pictórica) de conceptos científicos, que no se restringe a una equivalencia entre dos lenguajes.

Agradecimientos

El autor agradece el apoyo recibido del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) de Brasil, y de la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP). Agradece también especialmente a la división de *Special Collections* de la biblioteca del *University College* de Londres, que permitió el estudio y reproducción de muchas ediciones y comentarios al *Tractatus de sphæra*; y a las *History of Science Collections* de la biblioteca del *Oklahoma University*, que también facultó el amplio uso y reproducción de muchas obras de su acervo de obras raras.

Notas

¹ Sería posible estudiar del mismo modo los manuscritos del *Tratado de la esfera* y las ediciones impresas en los otros siglos – incluso las traducciones vernáculas – pero este no es el objetivo del presente artículo. Las traducciones para otros idiomas empiezan en el siglo XVI. Yo mismo estudié todas las traducciones para el portugués y para el castellano, y muchas traducciones en francés e italiano, pero el objetivo del artículo no es analizar las traducciones.

² El único estudio sobre los manuscritos del *Tratado de la esfera* es el libro de Lynn Thorndike, quién los estudió para obtener una versión de su texto (Thorndike, 1949). Él hizo mención a figuras, pero no las describió.

³ Durante el siglo XV se imprimieron cerca de 40.000 libros en Europa, y 40% de estos salieron de las tipografías de Italia (Gerulatis, 1976: 58). Sin embargo, los primeros impresos hechos en Italia son del 1467 y, previamente, todos los libros se imprimían en Alemania (Winship, 1940: 74).

⁴ Elaboramos un rol de las ediciones y comentarios impresos del *Tractatus de sphæra*, que está disponible en la Internet: <<http://ghc.ifi.unicamp.br/Sacrobosco/Sacrobosco-ed.htm>>

⁵ Fue posible estudiar casi todos estos incunables directamente en las bibliotecas de la Universidad de Cambridge, del *University College* de Londres, en la *British Library*, y en la colección de historia de la ciencia de la Universidad de Oklahoma.

⁶ Uno puede comparar el *Tratado de la esfera* con un manual universitario médico muy popular, llamado *Articella*, que tuvo solamente 18 ediciones impresas del 1476 al 1534 (Arrizabalaga, 1998).

⁷ Sería posible, por supuesto, estudiar las figuras de los manuscritos, y también de las publicaciones de los siglos XVI y XVII del *Tratado de la esfera*, pero evidentemente eso llevaría a la producción de un libro muy extenso y exigiría años de investigación. Además, para el objetivo central de este artículo no es necesario estudiar *todas* las versiones del libro.

⁸ Estas xilografías fueron empleadas también en la 15ª edición, por Octavianus Scotus, en 1490 y en la 19ª edición, publicada en Venecia en 1494.

⁹ Empleamos aquí el término "imagen mental" en el sentido de una creación o reproducción mental de una vivencia que, al menos en algunos aspectos, es semejante a la experiencia de percepción efectiva de un objeto o evento (Finke, 1985: 2). La imagen mental puede surgir sin estímulo sensorial directo. Imágenes mentales tienen una semejanza estructural (un isomorfismo funcional) con relación a las representaciones de la percepción, y pueden ser empleados casi de la misma forma (Denis, 1990: 108-110). El empleo de imágenes mentales es distinto del pensamiento abstracto y los psicólogos desarrollaron test que permiten identificar en casos especiales si la persona está utilizando el pensamiento abstracto o imágenes mentales para solucionar determinados problemas.

¹⁰ "Quod autem aqua habeat tumorem, et accedat ad rotunditatem, sic patet. Ponatur signum in littore maris, et exeat navis a portu, et in tantum elongetur, quod oculus existentis iuxta pedem mali non possit videret signum: stante vero navi oculus eiusdem existentis in summitate mali, bene videbit signum illud. Sed oculus existentis iuxta pedem mali melius deberet videre signum, quam qui est in summitate mali, sicut patet per lineas ductas ab utroque ad signum: et nulla alia huius rei causa est, quam tumor aquæ. Excludantur enim omnia alia impedimenta, sicut nebulæ et vapores ascendentes".

¹¹ El historiador de la ciencia Owen Gingerich publicó un artículo analizando algunas ilustraciones sobre este tema (Gingerich, 1999), pero el análisis presentado aquí es distinto del suyo.

¹² "Cum autem sit Sol maior terra, necesse est quod, medietas sphæræ terræ ad minus a Sole semper illuminetur, et umbra terræ extensa in aere tomatis, minuat in rotunditate, donec deficiat in superficie circuli signorum, inseparabilis a nadir Solis. Est autem nadir Solis, punctus directe oppositus Soli in Firmamento. Unde cum in plenilunio Luna fuerit in capite vel in cauda Draconis sub nadir Solis, tunc terra interponetur Soli et Lunæ; et conus umbræ terræ cadet super corpus Lunæ. Unde cum Luna lumen non habeat, nisi a Sole, in rei veritate deficit a lumine. Et est eclipsis generalis in omni terra, si ipsa fuerit in capite, vel cauda Draconis directe: particularis vero, si fuerit prope infra metas determinatas scilicet eclipsi. Et semper in plenilunio, vel circa continget eclipsis."

¹³ "Cum autem Luna fuerit in capite, vel in cauda Draconis, vel prope, vel infra metas supradictas, et in coniunctione cum Sole, tunc corpus Lunæ interponetur inter aspectum nostrum et corpus solare. Unde obumbrabit nobis claritatem Solis, et ita Sol patietur eclipsim, non quia deficiat a lumine, sed deficit nobis, propter interpositionem Lunæ inter aspectum nostrum, et Solare corpus. Ex his patet, quod non semper est eclipsis Solis in coniunctione, sive in novilunio. Notandum etiam, quod quando est eclipsis Lunæ, est eclipsis in omni terra; sed quando est eclipsis Solis, nequaquam: immo in uno climate est eclipsis, in alio non. Quod contingit propter diversitatem aspectus in diversis climatibus."

Referencias

- Arrizabalaga, Jon (1998) *The Articella in the early press, c. 1476-1534*, Cambridge / Barcelona: Cambridge Wellcome Unit for the History of Medicine / CSIC Department of History of Science.
- Bliss, Douglas Percy (1964) *A history of wood engraving*, 2 ed., London: Spring Books.
- Daly, John R. (1970) "Sacrobosco, Johannes de", vol. 12, pp. 60-63, in: Gillispie, Charles Coulston (ed.), *Dictionary of Scientific Biography*, 16 vols, New York: Charles Scribner's Sons.
- Denis, Michel (1990) "Imagery and thinking", pp. 103-131, in: Cornoldi, Cesare & McDaniel, Mark A. (eds.), *Imagery and cognition*, New York: Springer.
- Finke, Ronald A. (1985) *Principles of mental imagery*, Cambridge, MA: Bradford.
- Gerulaitis, Leonardas Vytautas (1976) *Printing and publishing in fifteenth century Venice*, Chicago: American Library Association.
- Gingerich, Owen (1988) "Sacrobosco as a textbook", *Journal for the History of Astronomy* vol. 19, 269-273.
- Gingerich, Owen (1999) "Sacrobosco illustrated", pp. 211-224, in: Lodi Nauta, Arjo Vanderjagt (eds.), *Between demonstration and imagination: Essays presented to John D. North*. Leiden: Brill.
- Goldschmidt, E. P. (1950) *The printed book of the Renaissance*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Murdoch, John E. (1984) *Album of science. Antiquity and the Middle Ages*, New York: Charles Scribner's Sons.
- Pollard, Alfred W. (1927) *Early illustrated books*, 3 ed., New York: Empire State Book Company.
- Rider, Robin F. (1993) "Early modern mathematics in print", pp. 91-113, in: Mazzolini, Renato G. (ed.), *Non-verbal communication in science prior to 1900*, Firenze: Leo S. Olschki.
- Sacrobosco, Johannes de (2006) *Tractatus de sphæra / Tratado da esfera* [1478], editado y traducido por Roberto de Andrade Martins, Campinas: Universidade Estadual de Campinas. Edición electrónica. Home page online. Disponible para consulta en: <<http://ghtc.ifi.unicamp.br/download/Sacrobosco-1478-trad.pdf>>.

Shailor, Barbara (1999) "Adventure and art", pp. 9-19, *in*: Needham, Paul & Joseph, Michael (eds.), *Adventure and art: the first one hundred years of printing*, New Brunswick: Rutgers University Libraries.

Stevens, Wesley M. (1993) "A double perspective on the Middle Ages", pp. 1-28, *in*: Mazzolini, Renato G. (ed.), *Non-verbal communication in science prior to 1900*. Firenze: Leo S. Olschki.

Thorndike, Lynn (1949) *The Sphere of Sacrobosco and its commentators*, Chicago: University of Chicago Press.

Willis, John (1982) "Sphaera mundi: the first printed text on astronomy", *Speculations in Science and Technology* vol 5, 477-499.

Winship, George Parker (1940) *Printing in the fifteenth century*, Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

Roberto de ANDRADE MARTINS

rmartins@ifi.unicamp.br

Es Doctor en Lógica y Filosofía de la Ciencia y profesor del Instituto de Física "Gleb Wataghin" de la Universidad de Campinas (Unicamp), Brasil, donde coordina el Grupo de Historia y Teoría de la Ciencia. Además, es Investigador del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) de Brasil.