



Una recontextualización de las Leyes de Kepler en la enseñanza media desde un enfoque histórico y epistemológico

Karen Juliana Ríos Isaza, Alexander Gabriel Benítez y Yirsén Aguilar Mosquera

ARTICLE INFO

Recibido: 4 de outubro de 2015

Aceito: 22 de outubro de 2015

Palavras chave:

Education, Laws, Kepler.

E-mail:

yirsena@yahoo.es
agblmf@gmail.com
kajurisa@gmail.com

ISSN 2007-9842

© 2015 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

In different investigations has thought that the books of text used by the teachers of physics for the education of Kepler's laws raise diverse difficulties for the interpretation of the implications of the above mentioned laws; between others it is necessary to mention that some authors do not do the differentiation between the circularity and the eccentricity of the orbits, whereas others oversize the eccentricity of the ellipse. In the first case one believes a difficulty to understand the law of those of the orbits and in the second case the difficulty appears with the comprehension of the law of the areas. In the matter it is opportune to highlight that, this geometric representation implies a problem of physical character: not distinction between the uniform speed and the variable speed of the movement of adjournment of the planets.

With the intention of constructing conceptual alternative routes for the education of the planetary movement, a historical analysis is realized epistemological of the way like Kepler formalizes his three laws in the works: *Harmonices mundi* (1619) and *Epitome Copernican astronomy* and (1621). In this analysis one shows how Kepler characterizes the planetary movement what it makes possible to be necessary on the paths described by the planets and the attributable speeds in his tours.

Finally, from the explanatory models of five cases of the Educational Commercial Institution of Envigado and of Kepler's expositions, are suggested a few didactic implications that exemplify a particular way of teaching the planetary model in Planetary in the average education.

En diferentes investigaciones se ha encontrado que los libros de texto usados por los profesores de física para la enseñanza de las leyes de Kepler plantean diversas dificultades para la interpretación de las implicaciones de dichas leyes; entre otras cabe mencionar que algunos autores no hacen la diferenciación entre la circularidad y la excentricidad de las orbitas, mientras que otros sobredimensionan la excentricidad de la elipse. En el primer caso se crea una dificultad para comprender la ley de las de las orbitas y en el segundo caso la dificultad se presenta con la comprensión de la ley de las áreas. Al respecto es oportuno resaltar que, esta representación geométrica implica un problema de carácter físico: la no distinción entre la velocidad uniforme y la velocidad variable del movimiento de traslación de los planetas.

Con la intención de construir rutas conceptuales alternativas para la enseñanza del movimiento planetario, se realiza un análisis histórico epistemológico de la manera como Kepler formaliza sus tres leyes en las obras: *Harmonices mundi* (1619) y *Epitome copernicana astronomía* e (1621). En este análisis se muestra cómo Kepler caracteriza el movimiento planetario lo que posibilita precisar sobre las trayectorias descritas por los planetas y las velocidades atribuibles en sus recorridos.

Finalmente, a partir de los modelos explicativos de cinco casos de la Institución Educativa Comercial de Envigado y de los planteamientos de Kepler, se sugieren unas implicaciones didácticas que ejemplifican una manera particular de enseñar el modelo planetario en la Educación Media.

I. INTRODUCCIÓN

Según los análisis realizados se han logrado evidenciar que la forma en que las leyes de Kepler son presentadas a los estudiantes en algunos casos presentan contradicciones entre ellas mismas, esto ocurre porque no se hace suficiente énfasis en la excentricidad de las órbitas y en las consecuencias que esto tiene en la velocidad orbital del planeta. Al respecto Vega y Marrero (2003, p. 6) mencionan: “el uso y abuso de imágenes falsas y traidoras, que mienten y engañan al alumnado y burlan al profesorado, provocando tantas ideas erróneas”.

En la primera ley de Kepler se afirma que las órbitas de los planetas alrededor del sol son elipses “de muy poca excentricidad con el sol en uno de sus focos” (Coronado, 1997, p.27) y en los libros de texto se suele presentar la gráfica de una elipse con mucha excentricidad con el ánimo de remarcar la diferencia con las órbitas circulares que consideraba el modelo de Copérnico, pero luego para ilustrar la tercera ley de Kepler asumen las orbitas como circulares. Esta situación se puede ilustrar en las siguientes gráficas:

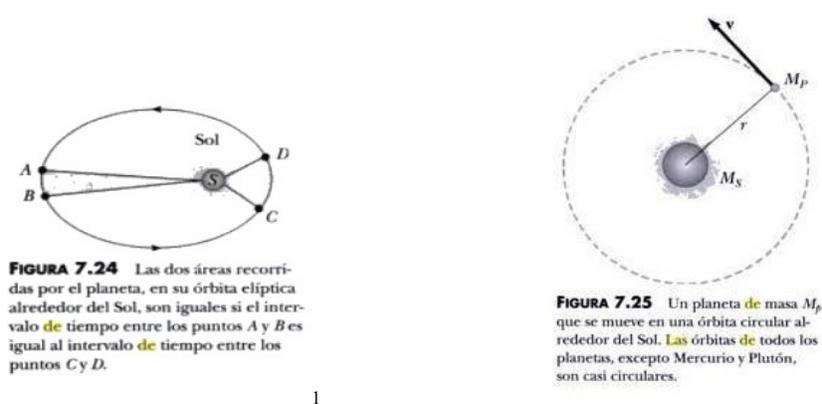


FIGURA 1. Graficas tomadas de Serway (2004, p208-209).

Al respecto, es lícito pensar que el hecho de no diferenciar en la representación de estos movimientos la elipse con la circunferencia y la posible velocidad constante en la representación circular con la velocidad variable en la representación elíptica genera dificultades conceptuales tanto a nivel geométrico como a nivel físico.

Estas situaciones pueden llevar a que el estudiante asuma que en la primera ley de Kepler las órbitas son elípticas mientras que en la segunda y tercera leyes las órbitas son circulares, lo que contradice la primera ley, situación que motiva una indagación que posibilite ciertas precisiones conceptuales al respecto.

Consecuente con lo anterior se adelantó una investigación que buscaba plantear un proceso de recontextualización de las leyes de Kepler en la enseñanza media a través del análisis histórico y epistemológico de la perspectiva de Kepler y de los modelos explicativos de 4 casos.

II. METODOLOGÍA

Por la intención de la investigación y por ser un proceso mediado por la interpretación de los investigadores, en esta investigación tuvo un enfoque cualitativo. En tal sentido, se consideró de vital importancia al contexto de aplicación de la investigación; igualmente se asignó un valor importante a los discursos de los sujetos en el proceso de

¹ Imagen tomada de SERWAY, R.A. & JEWETT, J.W. (2004) Física para ciencias e ingeniería (V. Campos). 7 ed. México: McGraw-Hill Interamericana. P 208

² Imagen tomada de SERWAY, R.A. & JEWETT, J.W. (2004) Física para ciencias e ingeniería (V. Campos). 7 ed. México: McGraw-Hill Interamericana. P 209

caracterización de las situaciones físicas analizadas. Las categorías de análisis que se implican en los propósitos de investigación no son controlables ni verificables por métodos cuantitativos y experimentales. La recolección de información se ajusta a los métodos de la observación y la entrevista que según autores como Hernández (2010) proporcionan a través de la triangulación un medio eficaz para la validación de este tipo de investigación.

Para este proceso se seleccionaron 5 estudiantes de la Institución Educativa Comercial de Envigado que estaban cursando décimo grado con edades entre los 15 y 17 años. Se establecieron como criterios de selección que los Estudiantes tuviesen motivación propia por el área, en términos del gusto por la Física y el buen rendimiento académico.

La determinación de estos criterios estuvo motivada por considerar que los estudiantes con estas características podían verbalizar con mayor facilidad la comprensión de las situaciones planteadas.

III. EL ENFOQUE HISTÓRICO Y EPISTEMOLÓGICO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

El uso de la Historia y la epistemología de las ciencias pueden constituirse en una herramienta de gran utilidad en la enseñanza, ya que abre las puertas a la búsqueda de elementos didácticos para presentar la ciencia a los estudiantes como una construcción social determinada por intereses y condiciones socio temporales; esto permite visibilizar algunos problemas sociales, políticos, culturales, religiosos y económicos ligados a la actividad científica en cierto momento histórico. Entiéndase qué momento histórico no se refiere a una fecha puntual como si la historia se constituyese por fragmentos de hechos separados que se reúnen en un compendio de acontecimientos; más bien se refiere a todo el acontecer de una cultura que puede tener una duración variable y una localización no siempre definida en un mismo contexto.

Para explicar lo que hacen los científicos desde un contexto histórico, se requiere la epistemología como método de análisis que permite profundizar en los orígenes de los conceptos centrales del conocimiento científico; en cierto sentido, no estricto, se trata de construir una teoría del conocimiento de la ciencia que posea la capacidad de dilucidar la relación estrecha del que conoce (sujeto) con el objeto postulado a través de concepto y su posterior validación social.

En este sentido, el problema del conocimiento deja de ser un problema de validación por el testimonio de los hechos contundentes y pasa a ser un problema de certeza testimoniada por terceros (sujetos).

A través de este enfoque se pueden mostrar las dinámicas de la construcción social de la ciencia, resaltando su dimensión humana y haciendo explícito cómo los contextos son determinantes en la legitimación del conocimiento y en la construcción de teorías. Tomando la historia de las ciencias como “un proceso de interacción entre el historiador y sus hechos, un diálogo sin fin entre el presente y el pasado” (Carr, 1991, p. 52) y no como una recolección de datos cronológicos; se permite comprender que la ciencia es mutable y cambiante y que, en consecuencia, el conocimiento científico es susceptible de ser transformado y modificado al tratarse de una construcción de humanos.

Además, según Matthews (1994) la historia y la epistemología pueden humanizar las clases de ciencias y permiten un acercamiento a los intereses personales, éticos, culturales y políticos de los estudiantes. Bajo estas circunstancias, se favorece la reflexión y se proporciona una mayor comprensión de los contenidos científicos. En este sentido también es oportuno destacar que el lenguaje que utiliza el docente debe ser comprensible para los estudiantes de modo que éstos puedan interpretar la información que se les brinda. Cuando el docente analiza y profundiza los conceptos científicos teniendo en cuenta el contexto en el cual surgieron, se puede propiciar un proceso de enseñanza en el cual los conceptos dejan de ser ininteligibles y extraños para constituirse en asertos comprensibles y adaptables a las necesidades educativas del contexto en que se desarrolla la labor docente.

Atendiendo a lo anterior conviene resaltar que, la forma de ver el mundo del docente es determinante para su manera de actuar y desde luego determina los modos de generar reflexión en el aula. Según Mellado (1993), esta es una de las causas de los fracasos que se evidencian en la enseñanza de las ciencias. Esto devela la necesidad, por parte del

maestro, de adelantar reflexiones epistemológicas que le permitan no sólo una fundamentación disciplinar, sino también fundamentar sus prácticas de manera intencionada.

Consecuente con lo anterior se adelanta un análisis histórico epistemológico de las leyes de Kepler con la intención de re conceptualizar el movimiento planetario.

IV. EL MOVIMIENTO PLANETARIO EN LA PERSPECTIVA DE KEPLERIANA

Para hacer una recontextualización desde las obras de Kepler es oportuno resaltar que éste configuró su propia perspectiva y que al comienzo lo único que buscaba era explicar un sistema planetario más simple que los postulados para la época.

Él creía que la poca simpleza de las formas era lo único que se le podía cuestionar al trabajo de Copérnico, con quien comparte el postulado de que “los planetas giran alrededor del sol, con la excepción de la luna, que es la única que tiene la tierra como su centro” (Kepler, 1619, p.1015).

Además de su pretensión de simpleza, Kepler asumió algunos postulados en los que fundamentó el desarrollo de toda su argumentación teórica, en sus afirmaciones fue categórico en afirmar que: “Además, he demostrado al mismo tiempo que la órbita planetaria es elíptica y el sol, la fuente de movimiento, se encuentra en uno de los focos de la elipse” (Kepler, 1619, p. 1018).

Para mostrar que las orbitas de los planetas son elipses, Kepler se apoya en los trabajos hechos por Apolonio de Perge; siguiendo procedimientos geométricos antiguos va construyendo la elipse a partir de un círculo, pero dejando claro que las orbitas son excéntricas de forma elipsoidal y no una circunferencia. Al respecto, en el Epitome, Kepler presenta la justificación del por qué las órbitas no pueden ser circulares cuando expresa:

“Si las áreas iguales se asignan a los arcos desiguales igualmente distantes del sol, mientras que los tiempos o los retrasos de los arcos desiguales igualmente distantes del sol deben también ser desiguales por el axioma empleado anteriormente entonces, ¿Cómo medir áreas iguales en retrasos desiguales?” (Kepler, 1571-1630, p 327).

Las leyes de Kepler son utilizadas actualmente por Astrónomos para mirar la ubicación de los planetas, la duración de los días, y las posibles condiciones que afectan el sistema solar, entre otras muchas utilidades que se le dan a estas.

V. HALLAZGOS

Las situaciones iniciales planteadas, se logró evidenciar en esta investigación, todos los casos coinciden en afirmar que el movimiento de los planetas es circular. Cuando se les pidió representar este movimiento, plantean situaciones como las siguientes “no traje el compás para realizar el sistema planetario”, o “no me quedaron bien circulares”.

Las representaciones realizadas fueron las siguientes:

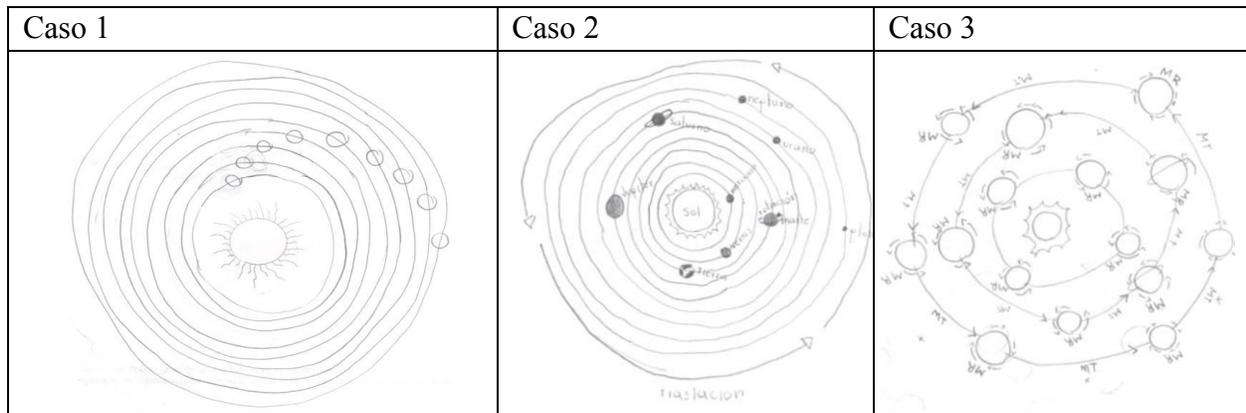


FIGURA 2. Representaciones realizadas.

VI. CONCLUSIÓN

Luego de haber mostrado todos sus hallazgos, que sus leyes hayan servido de trampolín para el importante trabajo de Newton y para muchos de los estudios que se realizan en astronomía, los estudiantes siguen pasando por una crisis de deligación con la circularidad, como la que Kepler paso, mirando aun las orbitas planetarias circulares.

REFERENCIAS

- Carr, E. H. (1991). *¿Qué es la Historia?* Barcelona: Ariel. 49-76 pp.
- Cassirer, E. (1976). *El problema del conocimiento. Fin y método de la Física teórica*. México: Fondo de la cultura económica. pp. 102-145.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill Interamericana. 5^a Ed.
- Kepler, J. (1952). Harmonies of the word. En: (1619). *Encyclopedia Britannica*. USA: University of Chicago.
- Matthews, M. R. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 12(2).
- Mellado, V. & Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 11(3), 331- 339.
- MEN. (1998). *Lineamientos curriculares: Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Santa Fé de Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Pozo, J. I. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Ediciones Morata.
- Sears, F. & Zemansky, M. (2011). *Física universitaria*. México: Pearson Education. 12^a Ed.
- Serway, R. A. & Jewett, J.W. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*. México: McGraw Hill Interamericana. 7^a Ed.
- Shapin, S. (1991). Science Telle qu' elle se fait. En: Michel Callon & Bruno Latour (Eds.). *La bomba circunstancial*. Paris: La Découverte.
- Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Ediciones Morata. 4^a Ed.

Toro, L. (2008). *La historia y la epistemología de las ciencias como orientadores de procesos de aprendizaje del concepto selección natural*. Monografía para optar al título de Licenciada en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad de Antioquia. Facultad de educación.

Torres, S. (2006). Algunas notas sobre la obra de Kepler. *Nueva época*, 9(1), 45-52.

Urrego, W. O. (2001). El computador en la enseñanza de la física: leyes de Kepler por medio de simulaciones. *Revista colombiana de Física*, 33(2).

Vega, A. (2003). *El hechizo de la elipse*. Tenerife: ESP: Universidad de la Laguna. Recuperado de: Google académico. Consultado el: 26 de agosto de 2012.