

# La concepción del movimiento “segunda ley de Newton” desde una perspectiva histórica-epistemológica: ideas previas de los estudiantes y sus implicaciones en la formación de docentes

---

ERICK JESÚS BOLAÑOS REALPE  
erick.bolanos@correounivalle.edu.co  
Universidad el Valle (Estudiante)

LINA MARÍA GIRALDO CARDONA  
linamaria\_031@hotmail.com  
Universidad el Valle (Estudiante)

**Resumen.** Cunde entre los profesores de secundaria, una creciente sensación de desasosiego, de frustración, al comprobar el limitado éxito de sus esfuerzos docente. En apariencia los alumnos cada vez aprenden menos y se interesan menos por lo que aprenden (Pozo & Gómez 2006). El trabajo desea presentar las dificultades que tienen los estudiantes en la segunda ley de Newton, por los constantes fracasos que enfrentan los docentes en acto en la enseñanza de la mecánica, los cuales tienen origen en las ideas intuitivas de los estudiantes cuando ingresan al aula de clase. Esto va a permitir a los docentes en formación crear estrategias que solucionen dichos acontecimientos “vencer la firme y arraigada concepción del movimiento aristotélico”.

**Palabras clave:** Ideas intuitivas, formación docente, histórico-epistemológico, segunda ley de Newton, dificultades.

## 1. Contextualización y justificación del problema

Entre las diversas labores de los educadores en la formación integral de niños, jóvenes y adultos, uno de los ejes centrales del educador es la enseñanza de saberes, que permitan un desarrollo de competencias en el estudiante como ser productivo para la sociedad; para lograr este objetivo, los docentes desarrollan una serie de estrategias y/o actividades en el aula, que facilitan el aprendizaje del estudiante, obteniendo en ocasiones buenos resultados que se manifiestan en los desarrollos cognitivos y afectivos del mismo.

Uno de los aportes didácticos para la enseñanza del conocimiento y la comprensión de las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de conceptos, es el conocimiento de la historia, por los aportes significativos que esta nos brinda, principalmente en el desarrollo cognitivo del estudiante, Anacona (2003).

En este trabajo nos limitaremos a estudiar las dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión de la *dinámica de los cuerpos*, a partir de la segunda ley de Newton (la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional a la masa multiplicada por la aceleración del cuerpo), desde una mirada histórica-epistemológica, didáctica y matemática. Teniendo en cuenta que las dificultades en el aprendizaje de esta ley tienen origen en las ideas intuitivas (Peduzzi y Zylbersztajn 1997) que subyacen en el estudiante por su experiencia con el mundo físico.

En la enseñanza de la física newtoniana es muy importante rescatar el papel de la historia que ha testiguado a los grandes pensadores desde la edad media, primordialmente por la concepción similar a los que son sometidos los seres humanos por su experiencia con el mundo, por ejemplo: las nociones de fuerza impresa introducidas en la edad media. Citemos a Peduzzi y Zylbersztajn (Cit. Uribe, 2010, p. 15), en uno de sus párrafos, “*las explicaciones casuales de los estudiantes para el movimiento de un proyectil, en general, tienen una notable semejanza con el concepto, o idea de fuerza impresa introducido en el siglo II a.C. por el astrónomo Hiparco*”.

En el ámbito escolar quienes enseñan ciencias conocen el problema que experimentan los estudiantes por los saberes prácticos a los que son sometidos desde que nacen, pues nuestra experiencia con el mundo físico determina nuestra forma de pensar y actuar, los estudiantes presentan una idea vaga del mundo tal y como este se les muestra, mientras que la ciencia genera una especie de encadenamientos lógicos deductivos subyacentes en unos objetivos generales de comprender, explicar y predecir óptimamente, que en algunos casos difieren de los objetivos del conocimiento práctico. Esta es quizás la razón principal del por qué es tan difícil aprender la física de Newton, y en general ciencia. Por ejemplo, no es natural para un estudiante pensar en un movimiento, que subsiste sin la necesidad de una fuerza.

La importancia de este trabajo radica en la necesidad de explorar las dificultades de los estudiantes en la comprensión de la segunda ley de Newton. Y una descripción por la abrumante y fascinante historia del movimiento nos brindara información contundente del fracaso constante por parte de los profesores en la enseñanza de la física y de la no comprensión de la misma por parte de los estudiantes enmarcados en esta ciencia, teniendo en cuenta que en medida estas obedecen a las ideas previas que subyacen en el mismo y las matemáticas existentes en la ley. Proporcionando a los docentes (o la comunidad científica en general) una visión del panorama que permitirá desarrollar técnicas para solucionar

dichos acontecimientos, “vencer la firme idea que la experiencia adecua y desarrolla en el estudiante”.

## 2. Antecedentes

Roger Osborne y Peter Freyberg (1998) en su libro - *El Aprendizaje de las ciencias: influencia de las "ideas previas" de los alumnos* - abordan el problema de la enseñanza de las ciencias, desde lo que los estudiantes conocen y saben cuándo ingresan al aula de clases, “sus ideas previas”. En el capítulo IV “*Construir a partir de las ideas intuitivas de los alumnos*”(p. 74 – 89), a partir de una serie de investigaciones (entrevistas) a estudiantes de secundaria—comprendidos entre las edades de siete y diecinueve años—, con relación al uso que los estudiantes dan a la palabra fuerza y sus implicaciones al movimiento, muestran como los resultados en todos los casos son similares; los estudiantes consideran que existe siempre una fuerza continua que es transmitida al cuerpo justo en el contacto entre el impulsor y el impulsado (teoría del *ímpetu*), la cual permite el movimiento, y su dirección coincide con la del movimiento.

Gatner (2010) en su texto *—la transformación en la explicación y la comprensión del movimiento—* aborda el problema de la enseñanza de la mecánica de los cuerpos. En su texto se muestra una serie de investigaciones (leer prologo) que atenúan el fracaso a diversas cuestiones, entre ellas las ideas intuitivas que poseen los estudiantes cuando ingresan al aula de clases. Entre estos se encuentran el artículo de investigación de Peduzzi y Zylbersztajn (1997), y el libro de Pozo & Gómez (2006).

## 3. Marco conceptual

El movimiento de los cuerpos ha preocupado a los físicos y en general a la comunidad científica desde la antigüedad griega. El interés de conocer por qué los objetos se mueven como lo hacen ha permitido a los seres humanos dosificar la naturaleza del movimiento y su causa. Uno de los principios aristotélicos fundamentales sostenía, “*todo lo que se mueve es movido por otro*”, lo cual es incorrecto según la primera ley de Newton. El movimiento para Aristóteles se clasifica en dos, *movimientos violentos* (lanzar una flecha) y *movimientos naturales* (el agua bajando por un torrente), pero éste se preguntaba, en los movimientos violentos, como el disparo de una flecha, ¿cuál es la naturaleza que permite que el movimiento continúe?

Aristóteles sostenía que el movimiento de los cuerpos se prolonga tras el contacto con el agente impulsor gracias a la acción del medio a través del cual viaja, por un mecanismo complejo que éste denomino “*antiperistasis*” negando la existencia del vacío; cuando la flecha se desplaza una pequeña distancia, se formaría un vacío en el espacio que ocupaba su extremo trasero; para evitar este vacío, el aire se precipita llenando tal espacio de modo que impulsa la flecha. Esta idea del movimiento impulsado por el medio sería criticada por pensadores como el astrónomo Hiparco (130 a.C.), y el teólogo Juan Filópono (490 - 566), considerando que no es el medio lo que causa la continuación del movimiento, sino una especie de *fuerza* que es transmitida al móvil justo en el contacto entre los cuerpos en el momento de iniciarse su movimiento, dando surgimiento así a la teoría del *ímpetu* concretada por el filósofo francés Jean Buridán (1300 – 1358). Esta teoría sugería que el movimiento de un cuerpo es debido a que el impulsor transmite una especie de “fuerza”, o *ímpetu* al proyectil, el cual permanece y permite su movimiento hasta que el medio la consume (Peduzzi y Zylbersztajn, 1997).

Este principio (ímpetu como productor de movimiento) predominó durante mucho tiempo. Pues es natural pensar que las cosas se mueven debido a otras cosas que causan su movimiento, por eso no es extraño que sea lo que naturalmente creen nuestros estudiantes todavía en nuestros días y cualquier persona en común, y es que todos hemos adquirido a través de la experiencia lo que podemos llamar como una física práctica, que nos permite mover nuestro cuerpo y hacer que los demás cuerpos (sobre todo los inanimados, las cosas) se muevan como queremos.

La teoría del *ímpetu* de Buridán sugería la idea de fuerza como efecto del movimiento (similar a la cantidad de movimiento) y como causa del movimiento, (Peduzzi y Zylbersztajn 1997). Galileo y Newton con sus grandes logros, permitieron atenuar este hecho, principalmente el segundo, sus tres grandes leyes del movimiento, presentadas en su texto “*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*” publicado en 1687, constituyeron el pilar de lo que hoy conocemos como mecánica Newtoniana.

## 4. Expectativas de trabajo

Para los educadores es importante conocer las estrategias educativas, que permitan un aprendizaje del conocimiento en los estudiantes, dado que estos se ven sometidos a un sin número de informaciones que deben adquirir en la experiencia llamada “escuela”. En este trabajo se desea proyectar, que tener en cuenta lo que los estudiantes conocen (ideas previas) cuando entran al aula de clases va a permitir al docente desarrollar técnicas que faciliten la enseñanza del conocimiento. Para tal objetivo tomamos como ejemplo la

segunda ley de Newton, dado que su entendimiento debe vencer la arraigada concepción del movimiento que adquirimos a partir de nuestra experiencia con el mundo (fuerza como productora de movimiento), así como conocer las matemáticas inmersas en la ley. Por ejemplo si le pedimos a una persona que defina que es fuerza podemos limitarnos a que nos responda “jalar” o “mover” un objeto en una determinada dirección, pues es lo que sucede cuando movemos por ejemplo una silla. Entre las dificultades que se desea explorar en el aprendizaje de esta ley se encuentran:

- 1). Las que tienen su origen en las ideas intuitivas de los estudiantes, ideas parecidas a las que tiempos atrás atenuaron el mundo antiguo, como la concepción aristotélica del movimiento y las nociones de fuerza impresa expuestas en la teoría del ímpetu. Y por tanto un recorrido por la historia nos brindara herramientas didácticas para vencer esta concepción del conocimiento. Conocer la historia del movimiento va a permitir a los docentes optar por diferentes estrategias en la enseñanza de los conceptos de la mecánica, como la segunda ley de Newton. Peduzzi y Zylbersztajn (1997, p.352), manifiestan:

“el desarrollo de estrategias que hagan uso de algunos conceptos históricos superados, como es el caso de la fuerza impresa, además de situar y dar un sentido más amplio a algunas firmes ideas intuitivas de los estudiantes, puede contribuir para concienciarlos mejor de que es necesario reformular algunos de sus conceptos, a fin de que se tornen consistentes con lo que la ciencia hoy determina como aceptable”.

Para lograr vencer la concepción del movimiento aristotélico que los estudiantes poseen, Gatner (2010) sugiere que la introducción, primero del concepto de *cantidad de movimiento* va a permitir la transmisión lenta del concepto de “fuerza”, vital para la comprensión de la segunda ley de Newton, como lo manifiesta el grupo de investigación dirigido por el profesor Roger Osborne codirector del *Learning in Science Project* de la universidad de Waikato, Nueva Zelanda, (1979 – 1984 Cit. En Gatner 2010, p. 18).

- 2). Las matemáticas y la física presentan una estrecha relación, los fenómenos naturales se modelan por ecuaciones o funciones que describen el comportamiento del universo. La famosa frase de Galileo manifestaba “*el libro de la naturaleza está escrito en lenguaje matemático*”, y por tanto quien no conozca este sutil lenguaje, le es indiferente lo que una ecuación puede describir o informar de un fenómeno físico, la segunda ley de Newton no puede evitar esta discusión. Pues esta ley se expresa matemáticamente como.

$$\sum = m\vec{a}$$

Un estudiante que desee explorar esta ley debe conocer las matemáticas ocultas en la misma <<como los vectores y sus operaciones >>, y quien no lo conozca, claro está va encontrar dificultades para su aprendizaje, como la resolución de problemas que requieran la ejecución de la ecuación.

En conclusión profundizar en las ideas intuitivas, la relación entre las matemáticas y la física, va a permitir a los docentes (en formación o en acto) encontrar las dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión de la segunda ley de Newton, así como desarrollar estrategias que permitan evitar estas dificultades.

## Referencias bibliográficas

- Osborne, R. & Freyberg, P. (1998). El Aprendizaje de las ciencias: influencia de las "ideas Previas" de los alumnos (3ª Ed.). España: Narcea, S. A. De Ediciones.
- Peduzzi, L.O.Q. & Zylbersztajn, A. (1997). *La física de la fuerza impresa y sus implicaciones para la enseñanza de la dinámica*. Departamento de Física. Programa de Pós-Graduação em Educação / Ensino de Ciências Naturais. Universidade Federal de Santa Catarina. 88049-900. Florianópolis. SC Brasil.
- Pozo, J. I. & Gómez, M. A (2006). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al Conocimiento científico (5ª reimpresión)*. España: Ediciones Morata
- Uribe, C. J. (2010). *La transformación en la explicación y la comprensión del movimiento*. Colombia: Universidad del Valle.
- Anacona, M. (2003). *La historia de las matemáticas en la educación matemática*. Revista Ema 2003, vol. 8, nº 1, 30-46. Colombia: Universidad del Valle.