

INFLUENCIA DE LA CONCEPCIÓN ARISTOTÉLICA DEL MOVIMIENTO EN LA MODELACIÓN– GRAFICACIÓN DEL PROBLEMA DE LOS TRES CHORROS

Cristóbal Cruz Ruiz

Facultad de Ingeniería, UNACH, CIMATE Chiapas

cristobalcruzruiz@hotmail.com

Campo de investigación: Socioepistemología

México

Nivel: Superior

Resumen. La búsqueda de consenso en el salón de clases, pone de manifiesto ciertas concepciones que tienen los estudiantes, y que cuando dichos actores pertenecen a disciplinas distintas como Ingeniería y Pedagogía, por ejemplo, los matices de éstas, son distintos. En este trabajo, se muestra un ejemplo de los tipos de argumentos que tienen los estudiantes cuando describen los tres chorros al salir de un recipiente cuyo volumen de agua se mantiene constante. Esto se logra a partir del uso de las gráficas como una herramienta central en la generación de argumentos en el estudiante para construir significados y procedimientos asociados a la variación y al cambio, como lo propone Suarez (2008); categoría de la Matemática Escolar que posibilita hablar de nuevos elementos. Por lo que, aquí los “errores” son vistos como ideas que pueden ser enmarcadas en paradigmas como el paradigma Aristotélico (paradigma epistémico) y por paradigmas disciplinarios (paradigma social), dando como resultado que el salón de clases sea un escenario con ideología.

Palabras clave: paradigma social, paradigma epistémico, concepción Aristotélica

Introducción

En una prueba aplicada a 40 estudiantes de la carrera de ciencias de la educación con especialidad en Física y Matemáticas de la universidad Valle del Grijalva, ubicada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Se planteó a los estudiantes el siguiente problema:

Un recipiente cilíndrico está lleno con agua, como se muestra en la figura. Tiene tres orificios del mismo tamaño. Si se destapan al mismo tiempo los tres orificios, dibuje cómo serán los chorros (suponga que está entrando agua en la parte superior del recipiente de manera que el volumen se mantenga constante).



Figura 1. El problema de los tres chorros

Dicho problema, también, ha sido estudiado y documentado por Slisko y Cruz (1997) con diversos estudiantes; así como mediante un análisis de libros de texto de física escolar (Slisko, 2000). Y, aunque en dichos trabajos se muestra que hay tres modelos predominantes, con su respectiva cadena lógica subyacente; resultados con los cuales coincidimos totalmente, tal como se presenta en la tabla I.

Para llegar a los resultados de la tabla I, se pidió a los estudiantes que formaran equipos de tres, con la condición que deberían estar en cada equipo los tres modelos (lo cual se logro en un 70% del grupo). Además, cada participante tenía que explicar su modelo a los otros dos, y mientras tanto los otros dos, únicamente podían hacerle **preguntas** a su modelo (no podían argumentarle o refutarle). De la misma forma, todos deberían hacer lo mismo.

A continuación se presentan los principales argumentos que dan vida a cada modelo:

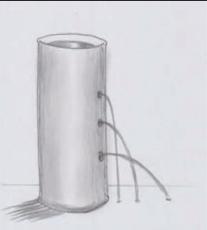
Modelo A	Modelo B	Modelo C
<ul style="list-style-type: none"> - A mayor profundidad mayor presión - A mayor profundidad mayor velocidad - A mayor volumen de agua mayor presión - A mayor profundidad mayor peso del agua ... por lógica, mayor ALCANCE 	<ul style="list-style-type: none"> - Los chorros se afectan unos a otros en la intersección - Tomé en cuenta la altura sin tomar en cuenta la presión - La presión hidrostática es la misma en todos los puntos (PASCAL) - <u>A mayor presión mas fuerza, pero la distancia de los orificios, al fondo no es la misma en los tres chorros</u> 	<ul style="list-style-type: none"> - Los chorros tendrán que salir de manera horizontal y no se logran unir - El orificio de arriba tiene una menor presión pero adquiere más velocidad y por lo tanto un mayor alcance y así sucesivamente - Por el principio de pascal, pero influye la altura de cada agujero en el recipiente - A mayor profundidad mayor es la presión pero no mayor alcance ya que interviene la altura - El chorro de abajo es más chico porque la distancia entre el orificio y el piso es menor - La distancia es proporcional a la altura (Pitágoras)
		

Tabla I. Los modelos A, B, C y sus principales explicaciones dadas por los estudiantes cuestionados

Problema de investigación

El salón de clases es un escenario donde se presenta una diversidad de ocasiones difíciles para el profesor, como la de dar sentido a los distintos pensamientos que tienen los estudiantes, en torno a temas que, aún en los libros de texto pueden presentar falta de coherencia con el sentido común. Los estudiantes pierden de vista el significado que podría tener la gráfica de una parábola en relación con un fenómeno de este tipo. Por ejemplo: la modelación-graficación del problema de los tres chorros. Este hecho da razón de ser al presente trabajo.

Los estudios de Slisko (2000), dan cuenta sobre algunos mitos en la modelación de los chorros y los documenta en su artículo: “los mitos más populares de la física escolar”. Pero, surge un interés que va más allá de mostrar los “errores” de los estudiantes, los libros y los profesores, que llevó a la presente investigación a dar cuenta de: *¿Cómo está presente en los libros de texto, en los maestros de secundaria y preparatoria el paradigma epistémico de Aristóteles en la modelación-graficación del problema de los tres chorros y, cómo impacta en los estudiantes de niveles superiores?*

Aspectos teóricos

La hipótesis que ha guiado la presente investigación considera que las explicaciones de los estudiantes están basadas en ciertos paradigmas, en este caso el paradigma Aristotélico. Por lo que, a partir de los trabajos de Muñoz (2002) sobre el papel de las cosmovisiones o concepciones sociales del mundo; así como de los trabajos de Piaget & García (1998), donde refieren que las cosmovisiones condicionan todo el conocimiento que se genera y que de alguna manera esas cosmovisiones son como matrices donde nacen concepciones “erróneas”; lo que se mostrará en este trabajo, es que esas concepciones “erróneas” a que refiere Slisko, son generadas por una cosmovisión y una concepción que se ha denominado Aristotélica.

Mediante el uso de las gráficas, como una categoría de la Matemática Escolar (Suarez, 2008) que posibilita hablar de nuevos elementos que se han dejado de tratar en los estudios realizados por Slisko y sus antecesores; y porque ahora, se muestra a los “errores” como ideas que pueden ser enmarcadas en ciertos paradigmas (social y epistémico) a partir de los trabajos de Piaget y García (1998). Es decir, que los “errores” están condicionados por el paradigma epistémico, visto como

“una concepción que ha pasado a ser parte inherente del saber aceptado y que se transmite con él, tan naturalmente como se transmite el lenguaje hablado o escrito de una generación a la siguiente” (Piaget & García, 1998, pp. 232), así como por el paradigma social que hace *“que la atención del sujeto sea dirigida a ciertos objetos (o situaciones) y no a otros; que los objetos, sean situados en ciertos contextos y no en otros; que las acciones sobre los objetos sean dirigidas en cierta forma y no en otras: todo esto está fuertemente influido por el medio social y cultural”* (Piaget & García, 1998, pp. 235).

El análisis de aquello que se erige como discurso escolar plasmado en los libros de texto, permiten entender los mecanismos de la adaptación del saber matemático a las prácticas escolares. De este modo, la forma de enunciar una definición o un teorema depende del paradigma que se quiere reproducir, de la disciplina de aplicación del saber matemático, del uso de ciertos métodos de estudio de la matemática (Castañeda, 2000).

Arrieta (2003) plantea que en la actividad dentro del aula, el alumno debe construir sus argumentos, defenderlos, discutir hasta encontrar su verdad y en consenso con sus compañeros y con el profesor como moderador de ésta retórica, se establezca el hecho científico. Es decir, plantea el concebir a la ciencia no como algo acabado y externo al estudiante, sino más bien como algo que es construido en el discurso desde la perspectiva del alumno y no del profesor o del autor del texto. En esta investigación se muestra que el alumno puede “construir sus argumentos, defenderlos, discutir hasta encontrar su verdad y en consenso con sus compañeros y con el profesor como moderador de ésta retórica, se establezca el hecho científico”, pero no puede ser independiente de la perspectiva del profesor y de los textos, ya que hasta el profesor está influenciado por el texto y por el paradigma dominante, en este caso por el paradigma Aristotélico.

Finalmente, este trabajo pretende mostrar, que cualquiera de los modelos clásicos que normalmente presentan los estudiantes al graficar y explicar las trayectorias que describen los chorros, tienen detrás dicha concepción, y que el paradigma social se caracteriza mediante los elementos de cada disciplina en que están los estudiantes.

Aspectos metodológicos

Se aborda la investigación mediante una perspectiva sistémica como la socioepistemología porque aborda al saber (libros de texto e históricos), estudiantes y profesor desde un enfoque netamente sociocultural.

Mediante un análisis preliminar se han encontrado los siguientes elementos que muestran cuál puede ser la veracidad de las expectativas que se tienen en torno a la pregunta de investigación:

Por ejemplo el libro de física para secundaria La Magia de la Física, nuevo texto elaborado según programa SEP 94 muestra una gráfica que concibe al chorro de abajo como recto y que concuerda con el modelo A de la tabla I.

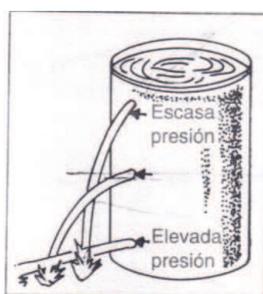


Figura 2. Libro de texto secundaria

Así también, se puede ver en el libro de Física General para bachillerato, que con la intención de mostrar el principio de Torricelli dibuja el comportamiento de los chorros como si fuera el modelo A de la tabla I.

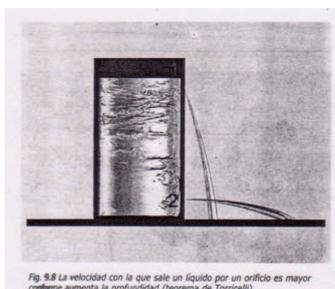


Figura 3. Libro de texto para bachillerato

Esto parece indicar que los autores tienen la idea de que los chorros pueden llegar a tener un comportamiento como el que creía Aristóteles y que también comparten los estudiantes actualmente, es decir, los chorros siguen una trayectoria recta hasta que se les acaba la fuerza y caen.

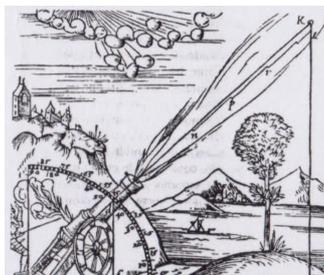


Figura 4. Concepción Aristotélica del lanzamiento de un proyectil

Sin embargo, para Tartaglia (1998) en su libro LA NUEVA CIENCIA escrito en 1537, la trayectoria que seguía la bala en el aire incluía una parte curva (figura 5), con lo cual estaba haciendo caso omiso de uno de los puntos centrales de la doctrina aristotélica del movimiento, y también puede encontrarse en los estudiantes de las escuelas de hoy (figura 6).



Figura 5. Concepción de Tartagliana del lanzamiento de un proyectil

En la actualidad, los estudiantes de ingeniería, pueden inmediatamente establecer el consenso de que las trayectorias de los chorros coinciden con el modelo A de la tabla I, pero tienen detrás, una concepción Tartagliana, y puede verse en el siguiente modelo:

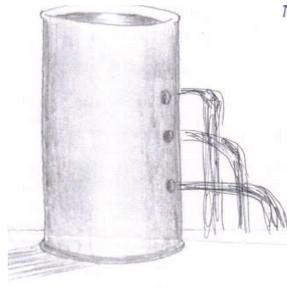


Figura 6. Consenso clásico de los estudiantes de ingeniería

En cambio para los estudiantes de carreras como pedagogía o humanísticas (que normalmente no son del área de físicos matemáticos) y que NO han tenido interés por la matemática durante su formación escolar, el consenso es distinto, ya que el modelo que predomina es el modelo C de la tabla I. Pero, ahora presenta un argumento muy marcado, en cuanto a la concepción Aristotélica, ya que en el momento de explicar el porque de su modelo usan argumentos gráficos como el que se presenta a continuación:

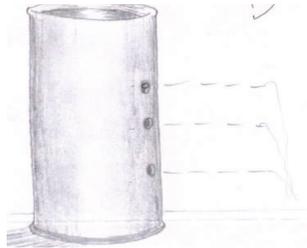


Figura 7. Los chorros como trayectorias rectas

Cabe plantear la siguiente pregunta: *¿Hasta dónde los estudiantes de ingeniería están convencidos de que si el modelo A según la tabla I, es el correcto, al hacer un orificio casi en la base del recipiente, el chorro llegará más lejos?* En caso de ser afirmativa la respuesta, estarían confirmando la hipótesis de que el chorro sigue una trayectoria recta, y cae cuando se le acaba la fuerza. Posiblemente con la variante de que puede tener una parte curva como pensaba Tartaglia. Argumento que los estudiantes de humanidades no dudan.

Conclusiones

Las prácticas escolares están enmarcadas por escenarios donde la diferenciación entre el estímulo y el rechazo de ciertos temas como dignos de apoyo, y la aceptación o la negación de ciertos *esquemas conceptuales* como válidos, hace la diferencia entre un paradigma dominante y otro.

Es importante conocer las características particulares que adquirieron las teorías científicas a lo largo de la historia, así como los condicionantes extracientíficos (socio-históricos) que imprimieron esas características a las teorías, para saber cuál es el sentido que tienen las explicaciones escolares.

Pero también, no se puede soslayar que, *“cómo un sujeto asimila un objeto, depende del sujeto mismo; qué es lo que él asimila, depende, al mismo tiempo, de su propia capacidad y de la sociedad que le provee la componente contextual de la significación del objeto”* (Piaget & García, 1998, pp. 245).

Referencias bibliográficas

Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis doctoral no publicada. Departamento de Matemática Educativa. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.

Castañeda, A. (2000). *Estudio de la evolución didáctica del punto de inflexión: una aproximación socioepistemológica*. Tesis de maestría no publicada Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.

Castañeda, A. et al. (2001). Elementos para el análisis de textos Matemáticos antiguos desde la perspectiva Socioepistemológica. *Antologías.1*, 125-147.

Muñoz, G. (2002). Lo conceptual y lo algorítmico como base de la didáctica del Cálculo Integral. *Antologías. 2*, 281-310.

Piaget, J. & Garcia, R. (1998). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. México: Siglo XXI, 8ª Ed.

Slisko, J. & Cruz, A. (1997). Chorros sorprendentes. *Correo de maestro. 1* (16), 20-24.

Slisko, J. (2000). Los mitos más populares de la física escolar. La parte I: Trayectorias erróneas de tres chorros de agua. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*. 25. 96-102.

Suarez, L. (2008). *Modelación-Graficación, una categoría para la Matemática Escolar. Resultados de un estudio Socioepistemológico*. Tesis de doctorado no publicada del Departamento de Matemática Educativa. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.

Tartaglia, N. (1998). *La Nueva Ciencia*. México: Universidad Autónoma de México. Colección MATHEMA. 1ª Ed.