

Algunas ideas matemáticas y físicas de Arquímedes (el estudio de los cuerpos redondos y la fuerza de empuje)

*Carlos Julio Echavarría Hincapié**
*Catalina Bermúdez Galeano***

RESUMEN

Arquímedes es el matemático y científico de todos los tiempos, desde la Antigüedad hasta nuestros días; en él se personifican variedad de métodos para resolver situaciones matemáticas y científicas, además de ideas fundamentales que han acompañado la evolución de muchos conceptos de las matemáticas y las ciencias; entre ellas están las ideas sobre el cálculo integral, la geometría de los cuerpos redondos, la cuadratura de la parábola, la conceptualización sobre espejos y poleas, la palanca y las ideas sobre flotación de los cuerpos, a través de la experimentación.

Es por ello que, siguiendo algunas de sus rutas, se desarrollará el taller "Algunas ideas matemáticas y físicas de Arquímedes", mostrando a través de algunas de estas experiencias desarrollos metodológicos, e integración de ideas de las matemáticas con otras áreas del conocimiento científico.

Además, estos métodos permiten desarrollar ideas, que pueden ser apli-

cadadas en procesos de aprendizaje de algunos conceptos de las matemáticas, que son enseñados en la Educación Básica y Media de nuestros jóvenes.

Asimismo, en este taller mostraremos algunos senderos de aprendizaje de las matemáticas, integrados a las ciencias naturales, siguiendo algunos métodos arquimedianos, en ambientes de la metodología de Aula Taller, donde el aprender haciendo, el uso de material tangible, el apoyo en guías de trabajo, el construir las ideas y los conceptos son, es la clave el conocimiento. Esto lo compartiremos con los maestros a través del estudio de los cuerpos redondos y las ideas de flotación de los cuerpos.

Cabe aclarar, además que, ni la metodología ni el tema a trabajar han sido explorados en nuestro país. Es por ello que queremos compartirlo, ya que es una experiencia que hemos vivido en otros espacios y que ha tenido un buen resultado.

* Universidad de Antioquia. Dirección electrónica: carlojeh05@gmail.com.

** Universidad de Antioquia. Dirección electrónica: cabermudezga@gmail.com.

PRESENTACIÓN

Arquímedes es un personaje científico de permanente actualidad, cuando pensamos las ideas básicas de las matemáticas y las ciencias que se deben llevar a la escuela; él será un buen referente tanto desde el saber disciplinar como desde los métodos de enseñanza; en él encontramos muchas ideas básicas de las ciencias, algunos métodos y muchos instrumentos, que de manera genial nos conducen a la construcción de conceptos e ideas matemáticas y científicas que nosotros creemos deben ser llevados a la escuela en todos los niveles de nuestra educación.

El taller que hemos preparado para presentar esta vez, y participar de este evento nacional, consiste en mostrar algunas ideas arquimedianas como lo son las relaciones de volumen y área superficial entre los cuerpos redondos, y la fuerza de empuje, donde se conjugan algunos elementos básicos que consideramos serían de mucha utilidad para compartir con los docentes de nuestro país.

Entre estos elementos básicos están: las relaciones que se pueden establecer entre los cuerpos geométricos redondos, a través de su construcción y la comparación entre sus áreas y volúmenes. Y algunas experiencias con fluidos, donde determinaremos el volumen a cuerpos irregulares; estudiaremos, asimismo los conceptos de presión y fuerza de empuje, y algunas leyes para los gases y el agua. Todo esto con miras a ilustrar caminos hacia la modelación matemática en la escuela, desde la experimentación.

Este trabajo lo desarrollaremos bajo la metodología de taller, una metodología propia de nuestra región, ya que ha sido construida con los maestros de Antioquia desde hace aproximadamente 20 años, donde el aprender haciendo, el uso de material tangible, las guías de trabajo, el permitir los aprendizajes de los participantes, son algunos de los principios que pondríamos en el escenario.

MARCO TEÓRICO

Considerando que los planes de estudio de las matemáticas y ciencias básicas en nuestro país tienen enfoques interdisciplinarios que en muchas ocasiones no son cumplidos, por la inmensidad de detalles en los que se centra, nace esta propuesta de trabajar a través de ideas generales y básicas que habrían de estar en la escuela durante su ciclo básico y medio. Como propuso Llinás, R. (1998):

Definimos el programa educacional "cosmología" como un marco intelectual para la comprensión general de los llamados universales.

El programa se basa en la hipótesis de que tales universales, lo observable, lo medible e interactuable, representa una estructura real, continua y única del mundo que nos rodea y que utilizamos como base para nuestra actividad mental. Lo anterior está basado en una de las principales tesis del pensamiento occidental: los eventos complejos se forman por la interacción de eventos más simples que, de tal modo, generan una realidad aparentemente continua en el tiempo.

... este enfoque está engranado en dos aspectos importantes: a) dar conocimiento en una perspectiva histórica tal, que la reducción al origen más práctico sea siempre posible (la perspectiva) y b) Permitir al pupilo explorar el significado de nuevo conocimiento en el contexto de una posible visión del mundo (p. 3).

El conocimiento de los principios básicos en ciencias a través de los métodos experimentales, que plantea Arquímedes, lleva a pensar que la interdisciplinariedad se da no solo dentro de las matemáticas mismas, sino también entre las matemáticas y otras disciplinas o ciencias como lo son la física, la astronomía, la química, la psicología, las artes, la medicina, la biología, la meteorología, entre otras, es decir el conocimiento como un todo.

LAS CIENCIAS Y ARQUÍMEDES

La estampa que hoy caracteriza a Arquímedes es su salto de la bañera para correr desnudo por las calles gritando ¡Eureka!, ¡Eureka! (¡lo encontré!, ¡lo encontré!) porque acababa de descubrir cómo distinguir una corona de oro de otra de falso metal. Arquímedes con este sencillo hecho había encontrado la solución al problema que le había planteado el rey Hierón: reconocer si la corona que había mandado a fabricar con un orfebre era de oro puro, o si tenía alguna aleación con otro metal; con ello Arquímedes logró establecer las relaciones entre el volumen desalojado, el volumen de un cuerpo, el empuje, la densidad, y así finalmente determinar que el rey había sido engañado y dar a conocer el principio que hace posible que muchos objetos floten.

Sin embargo, no fue solo este descubrimiento y principio lo que hizo a Arquímedes un genio; además de este, realizó trabajos matemáticos de gran importancia que podrían dividirse en tres grupos: el primero, los relacionados con las áreas y sólidos circunscritos por curvas y superficies; estos incluyen sobre la esfera y el cilindro, el método y la medida del círculo (este último

afirma que el área de un círculo es igual al área de un triángulo rectángulo con un cateto igual al radio del círculo, y el otro igual a su circunferencia). Obsérvese la interesante manera en que el enunciado de Arquímedes iguala el área encerrada por una curva, el círculo, con el área englobada por las líneas rectas, los catetos de un triángulo rectángulo. Hoy en día expresamos el área de un círculo como mientras la relación de Arquímedes, utilizando la notación moderna se expresara como:).

El segundo: los que analizan geoméricamente problemas sobre hidrostática y estática. Y el tercero: obras misceláneas, especialmente las que enfatizan el hecho de contar, como, por ejemplo, el arenario.

Para demostrar teoremas sobre el área o el volumen de una figura limitada por curvas o superficie, Arquímedes empleaba el llamado método de exhaustión, al que también se hace referencia como método indirecto de prueba que evita el empleo de límites.

El método nos ofrece una muestra de cómo Arquímedes descubrió nuevos teoremas; en el prefacio del libro "Sobre la esfera y el cilindro" Arquímedes escribió:

Como después se me ocurrieron teoremas dignos de mención, me he estado ocupando de sus demostraciones. Y son estos: primero, que la superficie de toda esfera es el cuádruple del círculo máximo de los que hay en ella [...] Estas propiedades de las figuras mencionadas existían desde antes en la naturaleza, pero eran desconocidas por quienes se dedicaron a la geometría antes que nosotros [...] por ello yo no dudaría en comparar estas proposiciones con las estudiadas por otros geómetras entre ellas, con las de Eudoxo relativas a los cuerpos sólidos, que parecen tan sobresalientes: la de que toda pirámide es un tercio del prisma que tiene la misma base que la pirámide e igual altura, y que todo cono es la tercera parte del cilindro que tiene la misma base que el cono e igual altura...

Vemos aquí cómo retomando a pensadores como Arquímedes y Eudoxo, podemos trabajar relaciones tan básicas y poco entendidas en la escuela, como lo son las relaciones entre áreas y volúmenes de los sólidos redondos.

En general con Arquímedes se desarrollan unas matemáticas dinámicas, aplicables al fluido incesante de la naturaleza, moldeando pensamientos en formas geométricas tan perfectas que se puedan desarrollar en experiencias, como en el estudio sistemático de los volúmenes y áreas de los cuerpos redondos como el cilindro, el cono y la esfera; estos nos permiten visualizar

relaciones, razones de áreas y volúmenes, partiendo de construcciones, siguiendo con mediciones y poniendo el pensamiento proporcional hasta obtener relaciones matemáticas generales.

La balanza de torque, que de manera magistral trabaja Arquímedes, nos relaciona las ideas de fuerza, distancia, torque, y nos muestra el camino para comprender experimentalmente la variación proporcional inversa, además de darle todo el sentido matemático que Arquímedes siempre buscó en todos sus experimentos.

METODOLOGÍA DEL TALLER

Este se hará de manera que los asistentes participen activamente de este; se hará una introducción al tema y una reflexión sobre la importancia de llevar este tema en la escuela; a continuación se presentará una serie de experiencias en las que los participantes tendrán la oportunidad de ver algunas relaciones de volumen y área superficial entre los cuerpos redondos; luego se realizarán algunas experiencias con fluidos y se mostrará experimentalmente lo que es la fuerza de empuje y cómo puede calcularse. Todo esto en la interacción de material tangible y bajo la metodología de Aula Taller.

La metodología de Aula Taller consiste en enseñar las matemáticas de una forma novedosa, centrada en la realización de actividades en ambiente de taller, donde el conocimiento se adquiere por descubrimiento y asimilación propios, despertando curiosidad en torno al tema o problema planteado, es decir, de aprender-haciendo. Esta metodología permite el trabajo interdisciplinario y en grupo.

La metodología se caracteriza por:

- El "aprender haciendo", clave del aprendizaje.
- La utilización de material didáctico para la exploración de situaciones concretas, que conduzca al desarrollo de un pensamiento matemático y científico.
- La construcción del conocimiento en una dinámica colectiva y participativa.
- La generación de ambientes propicios para la asimilación de conceptos básicos en matemáticas y ciencias, para su discusión y aprendizaje.
- La expresión libre de las ideas, privilegiando las actividades de aprendizaje significativo.

- El uso y diseño de guías de trabajo que se caracterizan por la relación de diferentes pensamientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Llinás Riascos, R. (1998). Introducción para los profesores. Cosmología I. El tesoro del Paye. Colombia: Fundación Cosmología

Boyer, C. (1999). Historia de la matemática. Madrid: Alianza editorial

Vera, F. (1970). Griegos científicos. Madrid: Aguilar S.A de ediciones

Netz, R. & Nole, W. (2007). El código de Arquímedes. Bogotá. Temas de hoy S.A

Pickover, C. (2009). De Arquímedes a Hawkins. Madrid: Editorial Critica

Máximo, A. & Alvarenga, B. (2007). Física general. Cuarta edición. Oxford

XIII Certamen Casa de las Ciencias de Divulgación Científica. La Coruña, CIENCIANET. (2000). El Ludió o diablillo de descartes. Recuperado el 5 de abril de 2012 de <http://ciencianet.com/ludion.html>

Wikipedia la enciclopedia libre. Fluido. Recuperado el 25 de marzo de 2012 en <http://es.wikipedia.org/wiki/Fluido>

Wikipedia la enciclopedia libre. Ley de Boyle–mariotte. Recuperado el 10 de mayo de 2012 de http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Boyle-Mariotte Guías inéditas de trabajo. Grupo Ábaco.