

# “Construyendo un autómeta” actividad tecnológica escolar para desarrollar el pensamiento espacial mediante la construcción de La Máquina de Theo Jansen y el uso de recursos didácticos y tecnológicos

**Camilo Areválo Vanegas**

kmilo741a@gmail.com

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, (Bogotá, Colombia)

**Vicente Elisban Muñoz Díaz**

vicentemunozcbs@gmail.com

Universidad Pedagógica Nacional, (Bogotá, Colombia)

## Resumen

La presente experiencia contribuye a la transformación de las prácticas pedagógicas, se desarrolla en las clases de matemáticas e informática en grado quinto del colegio Bosques de Sherwood del municipio de Chía; se busca fortalecer el pensamiento espacial con el uso de elementos de la educación en tecnología; para ello se tiene en cuenta los aportes teóricos de Dickson y su estudio de los objetos tridimensionales, analizando sus propiedades y características físico-visuales para proporcionar experiencias tangibles del mundo; examina la representación bidimensional del mundo físico que nos rodea a través de material manipulativo tangible, proporcionando experiencias de aprendizaje efectivas. Ésta metodología se enmarca en una situación problema fundamental donde los estudiantes deberán construir un autómeta mecánico para reconocer las figuras y cuerpos

geométricas relacionados con la construcción, finalizando con la socialización y el reconocimiento de las características y propiedades de las figuras geométricas.

**Palabras clave:** Autómata, Pensamiento espacial, ATE (Actividad tecnológica escolar), recursos didácticos

## 1. Introducción

La experiencia tiene como principal objetivo propiciar el aula de matemáticas como un espacio de experiencias reales mediadas por el uso de recursos didácticos que faciliten la enseñanza y aprendizaje de geometría desde la propuesta de Godino (2006) y su clasificación de los materiales didácticos; por lo que se pretende hacer un análisis sobre las funciones y ayudas que brindan dichos recursos al desarrollo de nuevos conocimientos geométricos en los estudiantes. Para ello se estableció una situación fundamental desde lo planteado por Brousseau (1986) en su teoría de las situaciones didácticas, denominada “Construyendo un autómata” donde el profesor debe imaginar y proponer situaciones en las cuales los conocimientos aparecerán como la solución óptima a los problemas propuestos, solución que el alumno debe descubrir. La propuesta de enseñanza toma la forma de una ATE (Actividad Tecnológica Escolar) que busca potenciar el desarrollo del pensamiento espacial mediante el estudio de los sólidos geométricos y las figuras planas; esto es, el estudio de los objetos tridimensionales, analizando propiedades y características físicas-visuales para proporcionar el aprendizaje de las representaciones bidimensionales de objetos tridimensionales.

## 2. Referente conceptual

Los referentes conceptuales que soportan la propuesta serán abordados desde elementos de la didáctica de la matemática con los objetos tri y bidimensionales y de la educación en tecnología.

## Elementos de didáctica de las matemáticas

En los estándares básicos de competencias en matemáticas, el pensamiento geométrico y espacial permite que los estudiantes establezcan diferentes tipos de relaciones entre lo real y lo geométrico logrando generar representaciones de los objetos de su entorno, a partir de la identificación de diferentes propiedades geométricas de los objetos y figuras tales como dimensión, formas de sus caras, vértices y aristas. Esta relación entre la realidad y la geometría permite establecer aprendizajes significativos en los estudiantes, potenciando sus habilidades matemáticas y fortaleciendo su pensamiento espacial.

En la enseñanza de la geometría los sólidos y sus propiedades se trabajan de modo que se privilegia lo bidimensional sin llegar a comprender y establecer el paso de lo bidimensional a lo tridimensional y viceversa. En los estándares se reconoce esta problemática y la importancia de desarrollar una “geometría activa”, en la que se privilegie, como afirma (MEN, 1998):

La exploración de figuras mediante el movimiento, empezando por el propio cuerpo, como cuando el niño recorre la frontera de una figura y pasando por el que se aplica a los objetos físicos, para estudiar los efectos que se producen en la figura que comportan y las relaciones entre productos de estos movimientos y de manera muy parcial, entre los mismos movimientos (p. 39).

Las propuestas de varios autores frente al aprendizaje de la geometría espacial, hacen hincapié en la importancia de partir de las figuras tridimensionales y su comparación con los objetos físicos de la realidad, hacia la geometría bidimensional trabajada como atributos de la geometría tridimensional a lo que Dickson (1991) se refiere cuando habla de la representación bidimensional del espacio tridimensional. Es así como Lappan & Wibter(1979), afirman que:

A pesar de que vivimos en un mundo tridimensional, la mayor parte de las experiencias matemáticas que se proporcionan a los estudiantes son bidimensionales, además nos valemos de libros matemáticos que contienen figuras bidimensionales de objetos tridimensionales, tal uso de dibujos de objetos le supone al niño una dificultad adicional en el proceso de comprensión (Citado en Dickson p. 48).

## Recursos didácticos

En el desarrollo pensamiento geométrico y espacial es importante considerar los métodos que utilizan los maestros para lograr los propósitos educativos, así como los medios a los que acuden y que otorgan a los estudiantes para facilitar el proceso de aprendizaje en ellos. A continuación presentamos la clasificación que hace Godino (2006), a los recursos didácticos:

<b>Instrumentos semióticos:</b> Son los medios por los cuales se logra mediatizar entre la acción de los sujetos ante el intento de resolver una situación-problema y el contexto en el cual se desarrolla.	
<b>Manipulativos tangibles</b>	<b>Gráfico-textuales-verbales</b>
Objetos físicos que sirvieron para identificar características propias de los sólidos y que ponen en juego la percepción táctil. El estudiante tiene un acercamiento al objeto siendo esta acción o momento reflexivo, en el que se pueden construir conocimiento, ya que se identifican características del objeto y se ve la conservación de sus propiedades. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Sólidos contruidos por los mismos estudiantes</i></li> <li>• <i>Materiales para caracterizar propiedades del sólido</i></li> </ul>	Aquellos recursos en los que se hace presente la percepción visual y/o auditiva, que básicamente en nuestra secuencia de actividades tenían por propósito generar y despertar el interés y la motivación por parte del estudiante hacia la búsqueda de nuevos conocimientos; además también ayudaban a que el estudiante se involucrara de forma activa y dinámica a la situación didáctica propuesta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Videos e imágenes de los frecuentes viajes alrededor del mundo geométrico</i></li> <li>• <i>Guías e instrumentos</i></li> </ul>

Diagrama 1: Clasificación de los recursos didácticos Godino (2006, Págs. 117-124)

Diseñar actividades que despierten el interés y la motivación de adquirir nuevos conocimientos no es tarea fácil. De este modo “Construyendo un autómeta” busca cautivar la atención de los estudiantes y proporcionarles experiencias innovadoras que desde la propuesta de Brousseau (1986), quien propone que “...el profesor debe imaginar y proponer a los alumnos situaciones que ellos puedan vivir y en las cuales los conocimientos aparecerán como la solución óptima a los problemas propuestos, solución que el alumno debe descubrir...”

## Elementos de didáctica de la educación en tecnología

Para Borba & Villarreal (Citado en Cruz y Medina, 2013) “*la tecnología y los artefactos establecen una relación con los seres humanos tal que, de la manera como se genere dicha relación va a depender la forma como un individuo aprende o produce nuevo conocimiento*” (p. 60), que es lo pretendido por la experiencia; para la generación de la propuesta se tuvo en cuenta algunos elementos planteados en Quintana (2014) respecto al concepto de ambiente de aprendizaje, concebido este como “*el conjunto de circunstancias que permiten transformaciones significativas en las personas y en el entorno, estas responden a una planificación docente que alcanza intensiones pedagógicas de manera estratégica y estructurada*”. Dentro de los ambientes de aprendizaje se establecen tres componentes, de los cuales se hace referencia a los dispositivos pedagógicos, entendidos como los mecanismos que responden a estrategias didácticas y que toman forma de ATE (Actividad Tecnológica Escolar).

Una actividad tecnológica escolar es una unidad de trabajo diseñada por equipos interdisciplinarios que convocan saberes de distintas disciplinas, técnicas, ciencias y artes que promueven la adquisición de aprendizajes y el rol activo por parte del estudiante; las ATE responden a algunas estrategias didácticas, las cuales se referencian a continuación:

1. **El diseño:** es una actividad creativa orientada a soluciones, que trabaja en intervenciones concretas. Itera sobre representaciones parciales para construir, refinar y evaluar la manera en que la intervención cambiará el mundo. Convoca múltiples actores y saberes para imaginar y desencadenar el cambio.
2. **El Análisis:** es el acto de separar las partes de un elemento para estudiar su naturaleza, su función y/o su significado. Es todo acto que se realiza con el propósito de estudiar, ponderar, valorar y concluir respecto de un objeto, persona o condición. puede hacerse referencia tanto a una práctica científica como a una social, a una que tiene un marco formal como a aquella que ocurre en la cotidianidad de manera informal.

Las dos estrategias anteriores se concretan de alguna manera en la siguiente estrategia:

- 3. El análisis a través de la construcción:** “La estrategia de construcción de soluciones tecnológicas o de sus representaciones, viabiliza la acción transformadora propia de la tecnología como una opción clave en el trabajo con los estudiantes. Construir, en esta interpretación, significa dar el paso del mundo de las abstracciones al mundo de lo fáctico y viceversa, no es un camino de una sola vía, que es la interpretación que tradicionalmente ha puesto al trabajo sobre lo concreto en un lugar reducido al calificarlo como manualidad, como si la mano estuviese “desconectada” del cerebro”

Los elementos anteriores conllevan al planteamiento de una Actividad Tecnológica Escolar con la cual se potencie el aprendizaje de las características y propiedades de cuerpos geométricos.

## 4. Descripción de la experiencia

La propuesta denominada “Construyendo un autómatas” concibe como uno de los elementos centrales la aproximación al trabajo de Theo Jansen. Se plantearon cuatro partes que se Resumen a continuación:

Parte 1: ATE de análisis mediante la cual se promueve la reflexión y consulta sobre elementos conceptuales e históricos de la evolución de técnicas, herramientas y materiales que han contribuido a mejorar la fabricación de artefactos y sistemas tecnológicos, en particular se estudia los conceptos de máquina y autómatas, lo cual no solo posibilita una contextualización con elementos del entorno sino que nos aproxima al trabajo de Theo Jansen (Ver imagen 1).

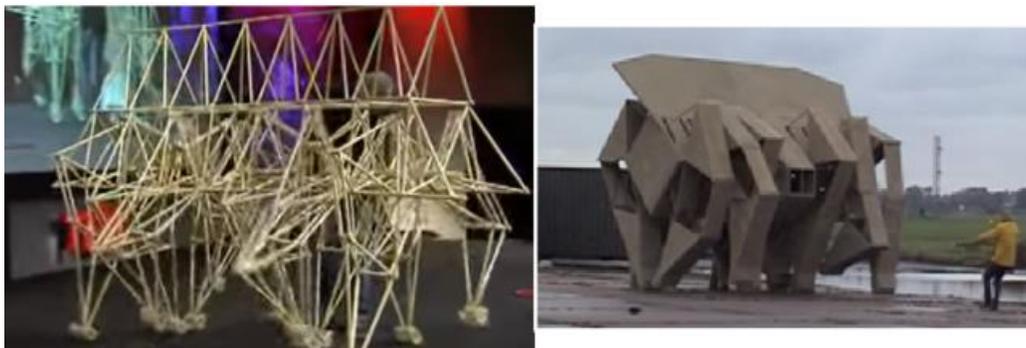


Imagen 1: Autómata de Theo Jansen: <https://www.youtube.com/watch?v=MYGJ9jrbpvg>

Parte 2: Se hace uso de videos y prototipos de autómatas para que los estudiantes observen, identifiquen y determinen figuras, formas, tamaños, cantidad y tipos de materiales que están presentes o se pueden usar en la construcción de las máquinas de Theo Jansen<sup>2</sup>. Se enfoca en identificar características y atributos de las figuras y cuerpos geométricos que componen las máquinas.

Parte 3: Se propone un taller de construcción del mecanismo de la máquina de Theo Jansen en 2D<sup>3</sup>. Se usan recursos manipulativos tangibles

Se plantea los materiales para la construcción del autómata (Ver imagen 2):

Cartón corrugado	
Chinchones o puntillas de una pulgada	
Regla, tijeras, cinta de enmascarar, palo de balsa	

Imagen 2: Materiales de construcción autómata

Posterior a ello se inició con la construcción de las piezas del autómata, recortando el cartón corrugado en 2 triángulos, 6 rectángulos y 2 círculos; (Ver imagen 3):

<sup>2</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=NM4qf68TIY&index=3&list=PLJTixWFCxsf07oVf21TCZBOIndRu5d5XL>

<sup>3</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=sdZ92yU0A6s>

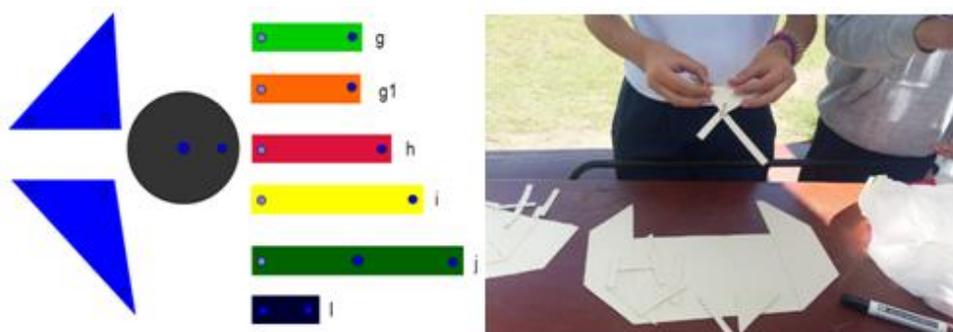


Imagen 3: Piezas en 2D de la máquina de Theo Jansen

En la imagen se observan pequeños círculos dentro de las piezas, estos indican aberturas de los chinchos o puntillas delgadas, luego se procedía a unir la figura siguiendo las instrucciones (Ver imagen 4)



Imagen 4: Unión de las piezas de la máquina de Theo Jansen

Luego de unir todas las piezas como se indica en la figura se debe pegar la construcción en una pieza rectangular del cartón corrugado de dimensiones mayores al de la construcción (Ver imagen 5).

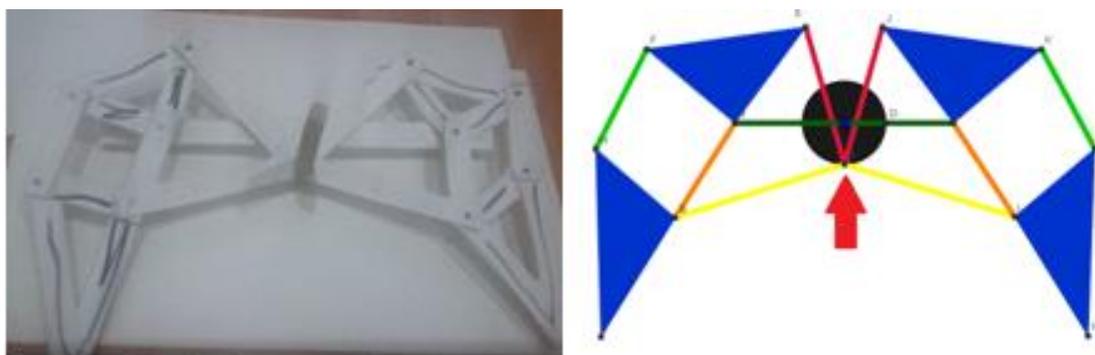


Imagen 5: Unión de todas las piezas de la máquina de Theo Jansen

Parte 4: Construcción de prototipos de las máquinas de Theo Jansen en 3D (ver imagen 6). En este proceso se hace el paso de lo bidimensional a lo tridimensional. Esta parte de la propuesta se sigue ejecutando

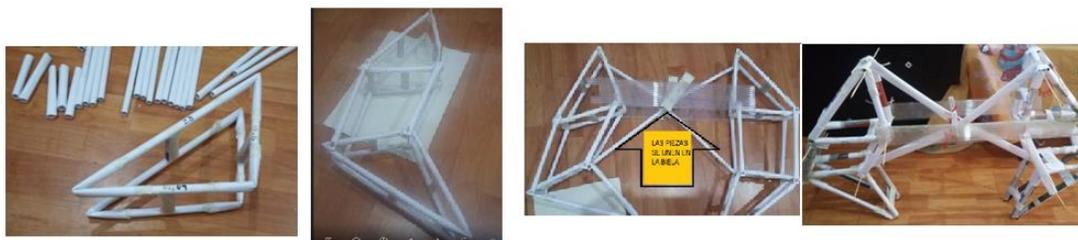


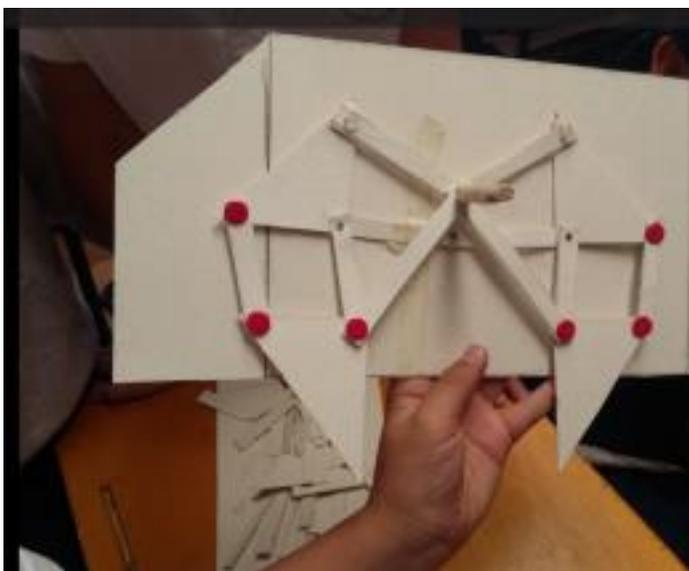
Imagen 6: Máquina de Theo Jansen 3D

## 5. Reflexiones y conclusiones

La manipulación y visualización de las piezas del autómatas ayudó a reconocer algunas características físicas de las figuras planas; pues los estudiantes hacían alusión a sus bordes y sus puntas, realizaban conteos para saber cuántas puntas poseía cada figura, y desde allí determinar la construcción de los diferentes sólidos desde la pregunta ¿Cuántas caras tendrá el sólido?. En cuanto a las características físicas de una figura como los lados, ellos empezaban a asociar esas propiedades; por ejemplo al mostrarles las puntas del autómatas decían que ese nombre vértice era muy raro preferían llamarle punta, lo que ayudó a su mejor reconocimiento y posterior conteo de cada figura. Los materiales manipulativos tangibles ayudan a la comprensión de conceptos gracias a que hacen una conexión con el estudiante, permitiéndole a partir de situaciones nuevas para él, adquirir nuevos conocimientos, donde el material por sí mismo no es nada, lo es cuando se le da un enfoque por parte del maestro para tratar conceptos y llegar a la concepción en este caso de la geometría espacial.

Uno de los aspectos que se consideran valiosos en la propuesta, es hacer que los estudiantes comprendieran la importancia de las matemáticas en la vida cotidiana. Cabe hacer mención a la importancia que tienen los recursos gráfico-textuales como lo son los videos y las imágenes interactivas, haciendo uso de nuevas tecnologías, ya que en la educación matemática actual no se tienen muy en cuenta y por lo que se logró en esta experiencia de aula se puede concluir que son recursos agradables e interesantes a la vista del estudiante, gracias a éste, el estudiante crea nuevos interés por los

procesos de aprendizaje, motiva el trabajo activo e involucra al estudiante, además uno de los aspectos que llama la atención es que la conceptualización planteada por los estudiantes está acompañada por gestos y palabras del lenguaje cotidiano del estudiante, hasta que los conceptos sean validados o institucionalizados por los docentes, para su generalización formal.



“Construcción finalizada del autómata por parte de un estudiante”

## Referencias bibliográficas

- Brousseau, G. (1986). *Fundamentos y métodos de la didáctica de las matemáticas*. Francia. Universidad de Burdeos.
- Cruz, J., y Medina, Y. (2013). Funciones en contexto. Una experiencia enriquecida en la modelación y simulación interactiva. *Revista S y T, Colciencias*, 11(26), 59–80.
- Dickson, L. (1991). *El aprendizaje de las matemáticas*. Madrid: M.E.C. & Labor
- Godino, J. (2006). *Uso de material tangible y gráfico textual en el estudio de las matemáticas; superando algunas posiciones ingenuas*. Machado y Cois. Guimarães, Portugal.
- MEN. (1998). *Lineamientos curriculares para el área matemáticas. Áreas obligatorias y fundamentales*. Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- Quintana, A. (2014). Capítulo 2: Ambientes, estrategias de Aprendizaje y Actividades Tecnológicas Escolares 1 (3), 2-29.