

## MATEMÁTICAS VERDES: GEOMETRÍA ANALÍTICA Y SUSTENTABILIDAD

Abigail Sarahi Trujillo Hernández – Jonathan Emmanuel Segura Flores  
[sarah.trujilloh@gmail.com](mailto:sarah.trujilloh@gmail.com) – [segura.jonathan@hotmail.com](mailto:segura.jonathan@hotmail.com)  
Colegio Americano de Tabasco, México.

Núcleo temático: Matemáticas y su integración con otras áreas.

Modalidad: CB

Nivel educativo: Terciario o Bachillerato (16 a 18 años)

Palabras clave: ABP, Matemáticas, Medio ambiente

### Resumo

*El aprendizaje basado en proyectos (ABP) involucra a los alumnos en problemas reales a los cuales deben de darles una solución, desarrollando, aplicando y fortaleciendo habilidades y conocimientos. El presente trabajo es un ejemplo de aplicación del ABP, el cual tuvo un enfoque social, con el objetivo de fortalecer la conciencia ambiental y aplicando conceptos de geometría analítica. Se le formuló al alumnado las siguientes preguntas ¿Qué relación encuentras entre la crisis alimentaria y el cambio climático? ¿Qué relación encuentras entre la agricultura urbana y las matemáticas? Se realizaron investigaciones y se desarrollaron cultivos hidropónicos que fueron diseñados en el software de GEOGEBRA, tomando como un factor crítico la inclinación con la cuál debían de construirse los cultivos. Se germinaron diversas semillas, se recolectaron y analizaron datos, se ajustaron los cálculos de construcción, y para hacer mayor énfasis en la importancia de las pendientes se realizaron tornillos de Arquímedes para recircular el agua. Los resultados fueron sorprendentes, ya que los alumnos no sólo vivieron las matemáticas y las aplicaron para resolver el problema de cultivos urbanos, si no que se incrementó en un 60% el aprendizaje significativo de los temas abordados en geometría analítica al aplicar el ABP.*

**Introducción:** Enseñar, no sólo es llenar libretas y completar libros, enseñar es sembrar en cada alumno la necesidad de seguir aprendiendo más para poder ir contestando preguntas que lo ayuden a relacionarse con su entorno. Lamentablemente a las matemáticas se les ha asignado solamente un carácter memorístico, el cual sirve a los alumnos para aprobar una clase, sin realmente valorar todo lo que las matemáticas pueden aportar a la vida diaria. Una pregunta muy común entre mis alumnos al principio de cada ciclo es ¿Y esto para que me va a servir? Es una pregunta retadora, algunos docentes podrían catalogarla de grosera e impertinente, pero ha sido esta pregunta la que nos ha impulsado a plantear otros métodos de trabajo más activos y vinculando a los alumnos temas que a simple vista parecerían alejados y sin relación.

## **Marco Teórico.**

### Aprendizaje basado en proyectos (ABP o BPL)

El Aprendizaje Basado en Proyectos ofrece un ciclo de trabajo que parte de una pregunta, problema o reto y que conduce a un camino de aprendizaje, búsqueda y procesamiento de la información, resolución de la pregunta, problema o reto, la elaboración del producto final, evaluación del proceso y del producto y finalmente la difusión del producto final. El aprendizaje basado en proyectos (ABP) contempla dos modelos de diseños de trabajo: el diseño iterativo y el diseño retrospectivo. El primero explora posibilidades para dar respuesta a una pregunta, problema o reto; el segundo aspira a conseguir un producto final interesante con el cual afrontar la pregunta, problema o reto que subyace al proyecto.

Se decidió hacer uso de la método ABP, ya que hemos visto que cuando el aprendizaje es vivenciado es asimilado, ya que los estudiantes no solamente son escuchas y/o repetidores de la información, si no que participan activamente de ella, formulando hipótesis, investigando proponiendo soluciones y exponiendo su trabajo final.

El proyecto de aula busca aplicar los conocimientos adquiridos sobre un producto o proceso específico, donde el alumno tendrá que poner en práctica conceptos teóricos para resolver problemas reales (Sánchez, 2013).

¿Matemáticas sustentables? Los problemas ambientales generados por acción de la naturaleza y del hombre están ocasionando muchos desafíos ambientales que, como sociedad, debemos enfrentar hoy. Para hacer frente al caos ecológico en el que nos encontramos, es necesario adoptar medidas orientadas a mejorar la relación humana con el entorno y fomentar un uso más respetuoso, culto y eficiente de los recursos naturales. Es por eso que decidimos que la clase de matemáticas no solo debía de convertirse en una materia más, si no en la que ayudara a concientizar a los alumnos el impacto del ser humano en el entorno y poder fomentar valores, conocimientos, sensibilidades, actitudes y prácticas cotidianas para vivir de modo sostenible.

Huertos Urbanos. En Francia, Inglaterra y Estados Unidos, por ley ya se permite a cualquier ciudadano cultivar comida saludable en cualquier espacio público de la ciudad, para proteger jardines y promover actividades ecológicas. En México no existe una norma similar, pero eso no ha impedido entrar en contacto con la naturaleza y encontrar formas de cultivar en las ciudades. Los huertos urbanos tienen su antecedente en la década de los 40 en Estados

Unidos, donde los Victory Gardens o War Gardens producían el 40 % de los alimentos que se consumían; ante los embates de la guerra había que garantizar el alimento. En el caso de México, se ha dado un crecimiento exponencial de las prácticas urbanas de agricultura sostenible y producción de alimentos sobre todo en la Ciudad de México, de acuerdo con un informe de la Organización para la Agricultura y la Alimentación de Naciones Unidas (Alturzar, 2015). La crisis alimentaria tiene su origen en diversos factores como el extremo y errático clima y los altos precios de petróleo. Hoy, los campesinos tienen la capacidad de alimentar el mundo, pero para quienes controlan, los mercados de exportaciones y las cadenas de supermercados, es más conveniente forzar la subida de los precios aún más. El aumento en las ganancias provocado por el cambio climático está resultando demasiado tentador para las empresas. Grupos comunitarios en incontables ciudades han comenzado huertos urbanos en los barrios pobres y ofrecen una alternativa nutricional para quienes sobreviven comiendo postres callejeros y comida chatarra. Además, hacen posible el desarrollo de economías locales para comercializar sus productos. (Sawers, R. 2011)

### **Desarrollo**

El presente trabajo se realizó con 105 estudiantes de 3er semestre de bachillerato quienes estudiaban matemáticas con énfasis en geometría analítica, se trabajó con la metodología ABP en un proyecto con diseño retrospectivo donde el tema principal es:

“La crisis alimentaria, ¿Podrán las matemáticas, proveer una solución?”.

La pregunta detonante fue clave para la realización de este trabajo, implicó no solo la reflexión de los docentes en torno a la situación local y mundial respecto a los alimentos si no que se tuvo que plantear, el cómo atraer a los alumnos a un tema tan complejo y además como podrían ellos dar una solución.

Se organizaron equipos de 5 personas y en clase se socializaron las siguientes preguntas ¿Qué relación encuentras entre la crisis alimentaria y el cambio climático? ¿Qué relación encuentras entre la agricultura urbana y las matemáticas?, fueron muchas y variadas las respuestas así como también las propuestas, desde cómo evitar desperdiciar comida en la cafetería de la escuela hasta la falta de políticas públicas en el tema. Para ir relacionando la pregunta con la materia se les mostró a los alumnos fotografías de trabajos de alumnos que ya habían cursado la materia en el ciclo anterior y donde ellos construyeron un horno solar (Imagen 1, 2, 3)



Fuente: Trujillo, A. (2016) Construcción en la escuela. [Fotografías]. Recuperado de: Colección personal

Al analizar las evidencias gráficas de sus compañeros, empezaron a relacionar los conceptos aplicados a la construcción del horno solar, parábolas, rectas, circunferencias, etc., y empezaron a proponer posibles relaciones entre la pregunta detonadora y la geometría analítica.

A continuación se muestra la organización del proyecto usando el canvas de Ariza, Herreros. 2015. (Imagen 4)

## Matemáticas verdes: geometría analítica y sustentabilidad

### Competencias clave

- Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.
- Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.



### Estándares de aprendizaje

- Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento.
- Cuantifica, representa y contrasta experimental o matemáticamente las magnitudes del espacio y las propiedades físicas de los objetos que lo rodean.



### Métodos de evaluación

Rúbrica para:  
 Presentación  
 Construcción del prototipo  
 Experimentación  
 Investigación  
 Evaluación escrita



### Producto final

**Presentación de un huerto urbano con la técnica de hidroponía**



### Tareas

- Investigación
- Diseño en geogebra en 2D y 3D para la construcción del prototipo
- Pruebas experimentales del tornillo de arquímedes
- Modelo matemático del crecimiento de los cultivos
- Presentación del prototipo



### Difusión

Redes sociales del colegio  
 Página web del colegio.  
 Presentación física a padres de familia y comunidad educativa.



Conexión a internet  
 Ipad's o tabletas o computadoras  
 tubos de PVC (dependiendo de lo que se quiera cosechar será el diámetro del tubo)  
 Conexiones de pvc.  
 Segueta,  
 Taladro con herramientas de corte para perillas de puertas.  
 Bomba de agua de 12 (V) o tornillo de arquímedes.

### Recursos



### Herramientas TIC

Geogebra.  
 Genially/ editor de presentaciones  
 Padlet  
 editor de videos

### Agrupamientos/Organización



Equipos de 5 personas.

Fuente: CONECTA13. (2015). Canvas para el diseño de proyectos. Recuperado de: <http://conecta13.com/canvas/>

Este proyecto no solo aplicó las matemáticas como única materia, ya que se relacionó con las materias de:

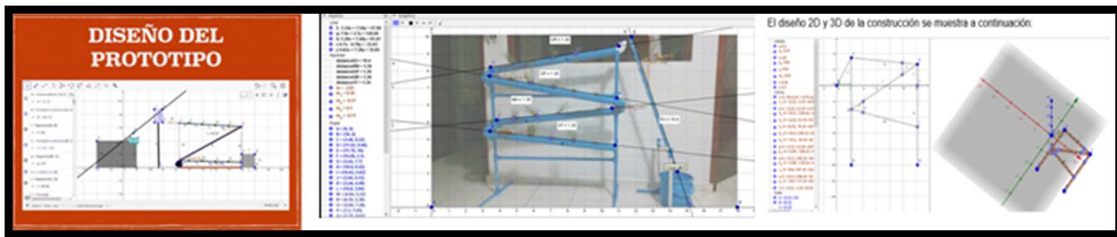
- Biología (crecimiento de un ser vivo, Metabolismo, producción de alimento de una planta)
- Física (Máquinas simples, peso, gravedad, velocidad)
- Taller de redacción.
- Ecología y medio ambiente (Ecosistemas en México, uso de pesticidas en cultivos, contaminación)
- Administración (Tipos de mercados, La ley de la oferta y la demanda)
- Mercadotecnia (Comercialización de un producto /servicio)

La lista descrita anteriormente es una muestra de los temas abordados por los estudiantes, ellos fueron planteando las investigaciones que fueran sustentando su proyecto y argumentaron la necesidad de los temas de cada materia y su impacto en el producto final.

A continuación se realizará una breve descripción de algunos procesos que ayudaron a completar el ABP de matemáticas verdes.

**Geogebra.** Al ser un software de matemáticas dinámicas, reúne geometría, álgebra, hoja de cálculo, gráficos, estadística y cálculo en un solo programa fácil de usar. (Geogebra. 2016). En este programa lo que se realizó fue un acercamiento e interpretación de la ecuación de la recta, así como a la interpretación física de la pendiente de una recta como elemento clave para la irrigación de agua en el cultivo hidropónico. En esta parte del proyecto los equipos integraron sus investigaciones respecto a los requisitos para elaborar un cultivo hidropónico así como las necesidades que cada tipo de cosecha requiere (irrigación continua, tamaño de las raíces, alturas promedio de las plantas). Con todos estos datos, diseñaron en el software su prototipo de cultivo hidropónico. En las imagen 5 se muestra algunas imágenes realizadas por los alumnos y documentadas en su portafolio de evidencias





Fuente: Capturas de pantalla de archivos de trabajo Trujillo, A. (2017) Recuperado de: Colección personal.

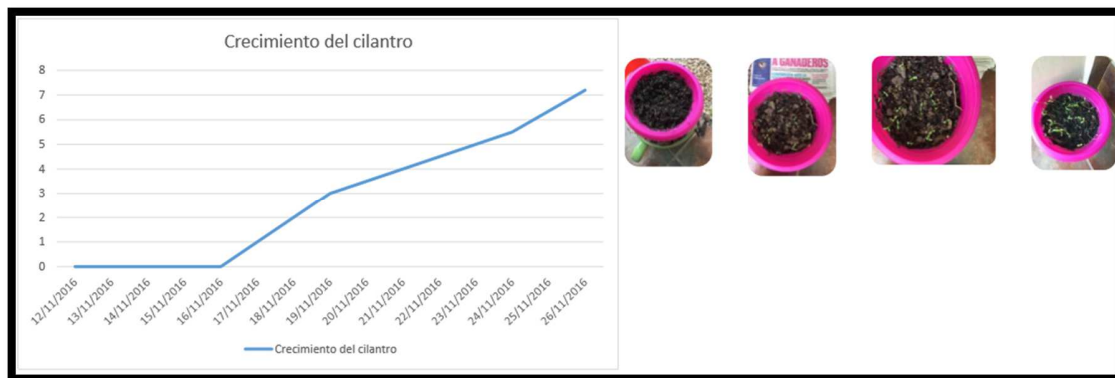
La experimentación para hacer circular el agua usando el tornillo de Arquímedes fue un gran reto y puedo asegurar que fue con este desarrollo donde los alumnos pudieron valorar y aplicar los conceptos de ángulos, trigonometría, peso, volumen, entre otros. Al finalizar esta parte del proyecto los alumnos argumentaron el por qué se emplean las bombas de agua. (Imagen 6)



Fuente: Trujillo, A. (2017) Construcción en la escuela. [Fotografías]. Recuperado de: Colección personal.

Trabajar con seres vivos, no sólo aporta conocimientos a la biología si no que nos deja relacionar las matemáticas como herramienta para analizar el crecimiento y poder modelar matemáticamente dicha evolución (Imagen 7). Con la investigación realizada los alumnos seleccionaron las semillas que pondrían a germinar, tomaron datos diariamente para poder ir construyendo su modelo y analizando que sucede con las plantas. Los resultados fueron extraordinarios, ya que como era de esperarse, algunas plantas murieron y otras crecieron de manera constante, pero más allá de estas evidencias lo mejor fue escuchar a los alumnos estudiando sus gráficas y pudiendo a relacionar algunos factores que llevaron a un buen o mal termino de sus plantas. Algunos equipos investigaron como mejorar o acelerar el proceso

de germinación y crecimiento mediante uso de elementos no químicos, mientras que otros quisieron trabajar con métodos recomendados por sus abuelos.



Fuente: Capturas de pantalla de archivos de trabajo Trujillo, A. (2017) Recuperado de: Colección personal.

**Conclusiones.** Los alumnos presentaron sus prototipos terminados y sus investigaciones ante las autoridades escolares, padres de familia y otros docentes. Antes de comenzar el proyecto se evaluó de manera escrita los conocimientos respecto a ecuación de la recta, interpretación de la pendiente y el conocimiento previo respecto al cambio climático. Las calificaciones promedio fueron de 55 puntos. Al finalizar el proyecto se aplicó un examen similar obteniendo un promedio de 87 puntos con lo cual se puede observar, que al interactuar y apropiarse del conocimiento los alumnos tienen un gran aprendizaje significativo. Además se fortalecieron las habilidades en el uso de la tecnología (Geogebra, genially, editor de videos, hojas de cálculo) y el manejo de máquinas herramienta (taladro, seguetas, desarmadores etc). El aprendizaje basado en proyecto fomenta el aprendizaje colaborativo y reta a los alumnos a poder proponer soluciones. Cabe resaltar que una vez que se le colocó un tornillo de Arquímedes para bombear el agua, y posterior a su implementación, asociaron al tornillo como un antecesor de una bomba de agua actual, incluso un equipo utilizó un sifón para bombear el agua de manera automática. Respecto a la pregunta de la crisis alimentaria, los alumnos expusieron la utilidad de sus trabajos para beneficiar a la comunidad y poder tener alimentos los cuáles no utilizan químicos para su fumigación y/o crecimiento.

Actualmente se trabaja en la implementación de sensores que ayuden a automatizar el proceso de bombeo de agua, así como tomar la temperatura ambiente, ya que en la región en donde nos encontramos hay días con temperaturas mayores a 38°C y eso influye en la vida de las plantas. Por último en la siguientes imágenes se muestra evidencia de algunos de los trabajos entregados.



Fuente: Trujillo, A. (2017) Presentación en la escuela. [Fotografías]. Recuperado de: Colección personal.



### **Referencias bibliográficas**

Sánchez, José. (2013). Qué Dicen Los Estudios Sobre El Aprendizaje Basado En Proyectos. De ActualidadPedagógica.com. Sitio web: [http://actualidadpedagogica.com/estudios\\_abp/](http://actualidadpedagogica.com/estudios_abp/) Consultado 15/02/2017.

Ariza, M., Herreros, A. (2015). Canvas Para El Diseño De Proyectos. De Conecta 13 Sitio web: <http://conecta13.com/canvas/> Consultado 20/09/2016.

Alturzar, B. (2015). Huertos Urbanos, Una Alternativa Para La Crisis Alimentaria. De Hablemos del campo. Sitio web: <http://hablemosdelcampo.com/sustentabilidad/huertos-urbanos-una-alternativa-para-la-crisis-alimentaria/> Consultado 12/09/2016.

Sawer, Rob. (2011). Huertos Urbanos y la Crisis Alimentaria Mundial. De GRAIN. Sitio web: <https://www.grain.org/es/article/entries/4398-huertos-urbanos-y-la-crisis-alimentaria-global> Consultado 10/09/2016.

Trujillo, A. (2017). Evidencias de Trabajo: Construcción y presentación en la escuela. [Fotografías]. Recuperadas de: Colección Personal. Consultado 20/02/2017.