



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE PEDAGOGÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA STEM EN LOS PROCESOS  
DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE: LA INTERVENCIÓN DE LA  
CIENCIA, LA TECNOLOGÍA, LA INGENIERÍA Y LAS MATEMÁTICAS,  
DESDE UN ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA EN LAS CLASES  
EXTRACURRICULARES.**

QUE PRESENTA

**TANIA LETICIA GERARDO FLORES**

**TESINA**

PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
**LICENCIADA EN PEDAGOGÍA.**

No. DE CUENTA: 30300349-4  
AÑO DE INGRESO A LA CARRERA: 2009

ASESORA: MTRA. LAURA ALICIA MÁRQUEZ ALGARA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2021.





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Dedicatoria**

A mi familia que siempre ha estado presente en cada uno de mis triunfos y mis fracasos, en especial a mis dos pequeñas niñas, Paulina y Sarahí, que siempre han sido un motor para seguir buscando la mejora continua.

A mi madre por siempre confiar en mí y apoyarme en mis locos proyectos y a mi padre, que ya no está presente en este logro, pero que siempre confió en que algún día llegaría este día y me motivó hasta el fin de sus días.

## **Agradecimientos**

Agradezco en primer lugar **a Dios** por darme la fortaleza y sabiduría necesarias para encontrar mi camino ante cada adversidad, por brindarme la familia que tengo y la oportunidad de disfrutar con ellos cada día.

**A mis padres** por estar siempre en cada etapa de mi vida y apoyarme con su cariño en cada paso que fui dando en todas las etapas de mi vida. **A mi madre** por estar siempre presente en cada momento y motivarme cada vez que iniciaba algún proyecto, aunque algunas veces no lo culminara. **A mi padre** por siempre motivarme desde pequeña a tener una carrera, por hacerme sentir ese apoyo y ese sentimiento de que siempre que quisiera hacer algo, si lo deseaba y le ponía empeño, podía lograrlo y que cada paso logrado era un paso menos en el camino al éxito.

**A mis dos pequeñas hijas** por brindarme su cariño y comprensión cuando debía trabajar algunas horas de su tiempo en este proyecto, por darme un abrazo siempre que lo necesite y cuando no sabía qué más escribir o dónde buscar, aunque son pequeñas para comprender algunas cosas nunca he olvidado cuando Paulina decía “qué te parece si hoy escribes 2 hojas más de tu tarea rápido-rápido para que ya no tengas tanta tarea mamá y luego ya te duermes con nosotras”.

**A mi esposo**, quien me ha apoyado mucho en el cuidado de nuestras pequeñas para que yo pudiera lograr todos mis proyectos, le agradezco por su apoyo en mi crecimiento, y por animarme cada vez que no tenía ideas para escribir. Aunque no sepa mucho del tema, me era suficiente que me escuchara para aclarar mis ideas. Le agradezco por estar siempre presente en mis proyectos y sueños.

**A mis sobrinos y mi hermana** porque me apoyaron con cariño e incluso alguno de ellos llegó a decir que quería ser como yo. Así lograron que cada día quisiera crecer más para no perder esa admiración que algún día me tuvieron de niños.

**A mi tutora**, Laura Márquez, por dedicarme su tiempo, por guiarme, apoyarme y principalmente por esos comentarios que siempre me subían la autoestima y promovía mi confianza, por brindarme una idea cada que la necesité, por leerme semana a semana.

**A mis amigas Fanny Pichardo y Estefanía Arias**, por escucharme, ayudarme y aconsejarme en este proyecto, por estar ahí cada que necesitaba la opinión de una colega.

**A la Universidad Nacional Autónoma de México** por permitirme ser parte de una de las mejores universidades y brindarme las herramientas para afrontar el futuro, por tener a los mejores profesores que me brindaron su conocimiento, que guiaron y apoyaron mi formación.

Me siento orgullosa de ser una egresada de la Máxima Casa de Estudios.

## Contenido

### Introducción

Capítulo 1. Entrando en el mundo STEM.	1
1.1 Qué es STEM	1
1.2 Dónde nace la metodología STEM y cómo llega a México	3
1.3 Qué es la metodología STEM y qué objetivos tiene.	8
1.4 Relación constructivismo y competencias STEM	11
Capítulo 2. El mejor lugar para aprender STEM	16
2.1 STEM y la escuela en la etapa inicial (Etapa de los 4 a 8 años). ¿Cómo se vinculan y qué retos se presentan?	16
2.2 STEM en las clases extracurriculares	23
2.3 La formación de profesores o coach STEM	26
Capítulo 3. STEM en el programa Edron Plus en el Colegio The Edron.	34
3.1 Contexto actual del Colegio The Edron	34
3.2 Programa Edron Plus (Clases extracurriculares)	36
3.3 Bricks 4 Kidz. Lego para aprender la tecnología, ingeniería y Matemáticas en Edron plus	39
3.3.1 Cómo se incorporan STEM y los estándares educativos en las clases de Bricks 4 Kidz®.	43
3.3.2 Programa Studio 2.0	46
3.4 Club STEM	48
3.5 Los alcances y las limitaciones de la metodología STEM en el programa Edron Plus.	50
3.6 Una visión desde otra perspectiva. Entrevista con una colega pedagoga, que labora en el colegio The Edron.	54
3.7 Conclusiones de la entrevista.	58
3.8 Una reflexión	59
Conclusiones	60
Referencias	62
Referencias bibliográficas	62
Referencias electrónicas	62
Referencias de artículos de revistas electrónicas	68
Anexos	70
Anexo 1. Tabla 6. Relación STEM y el constructivismo en los procesos de enseñanza y aprendizaje con la metodología STEM.	70

Anexos 2. Tabla 7. Competencias que desarrolla la metodología STEM	71
Anexo 3. Tabla 8. Actividades STEM	72
Anexo 4. Fósil de Pteranodón.	73

## Índice de tablas

Tabla 1. Desarrollo cerebral para STEM	20
Tabla 2. Competencias STEM vs Competencias SEP	22
Tabla 3. Estrategias didácticas para la educación STEM	31
Tabla 4. Clubs que ofrece el programa Edron Plus	37
Tabla 5. Bricks 4 kidz Vs. STEM	51
Anexo 1. Tabla 6. Relación STEM y el constructivismo en los procesos de enseñanza y aprendizaje con la metodología STEM	71
Anexo 2. Tabla 7. Competencias que desarrolla la metodología STEM	72
Anexo 3. Tabla 8. Actividades STEM	73

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Países con mayor número de egresados en campos STEM y líderes en desarrollo en el mundo	4
Ilustración 2. Cómo convergen las ciencias STEM	13
Ilustración 3. Competencias STEM	14
Ilustración 4. Habilidades STEM para retomar en el juego <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Ilustración 5. Indicadores de dificultad en los proyectos Bricks 4 Kidz <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Ilustración 6. Habilidades STEM en el club Bricks 4 Kidz	45
Ilustración 7. STUDIO 2.0	47

## Introducción

Inicié el presente trabajo gracias a una reunión en la que me encontré por accidente. Dicha reunión se llevó a cabo en el Colegio The Edron y tenía el objetivo de explicar qué es el Club STEM. El tema atrajo mi atención e hizo que me surgieran muchas dudas e inquietudes, pues yo no tenía conocimiento de la existencia de la metodología STEM y mucho menos de cómo se aplica en un club. Desde ese momento me dediqué a observar e investigar de qué trata la metodología STEM.

No es algo nuevo, pero sí es una nueva estructura para organizar, de una forma divertida, el conocimiento desde nuestra experiencia a fin de adquirir más conocimiento, como muchas veces intentaron hacerlo nuestros maestros<sup>1</sup> en la escuela, al realizar un experimento en ciencias naturales desde el preescolar, con la intención de que tuviéramos un aprendizaje significativo.

Me queda claro que cuando leemos, escuchamos o hablamos de las tendencias pedagógicas innovadoras no podemos dejar de lado esta nueva metodología que, si bien no es completamente nueva, es un campo en donde aún nos falta mucho por crear, fortalecer e implementar en la ciencia básica, las áreas de tecnología y de innovación. En los últimos 5 años se ha registrado una serie de proyectos y experiencias innovadoras basadas en la experimentación, el aprendizaje activo con el fin de desarrollar competencias y habilidades que permitan resolver problemas reales a través de proyectos interdisciplinarios. Es justo ahí cuando tenemos que pensar en la metodología STEM.

---

<sup>1</sup> Por razones de economía del lenguaje utilizaré la forma masculina para referirme a personas de todas las identidades.

Mi intención con el presente trabajo es aportar, desde mi experiencia en mi área de trabajo, un panorama acerca de cómo son los clubs que adoptan la metodología STEM, por qué es importante no sólo adoptar esta metodología en la educación informal sino ir la introduciendo en la formal y reflejar su importancia desde mi visión como pedagoga.

El trabajo está estructurado en 3 capítulos a través de los cuales quiero explicar primero de qué se trata esta metodología del STEM: ¿Qué es STEM?, ¿Qué es la metodología STEM?, ¿Cómo nace?, ¿Cómo llega a México?, ¿Quiénes han impulsado esa metodología?, y ¿En qué programas la encontramos en nuestro contexto?

En el segundo capítulo titulado El mejor lugar para aprender STEM daré un panorama general y explicaré que no existe un lugar específico para implementar una lección STEM, sino que el mejor lugar para motivar el aprendizaje a través de esta metodología, como muchas otras, es definitivamente en la escuela.

En este capítulo explicaré cómo se introduce a los niños en la etapa inicial a través de la metodología STEM tanto en la educación formal como en la no formal, a través de los clubs que las mismas instituciones promueven de acuerdo con las necesidades actuales de la población.

En el capítulo 3 daré un panorama general del Colegio Edron, de su programa de horario extendido Edron Plus y de los dos clubs que se nutren de la metodología STEM. En este último punto haré una descripción de ambos clubs y los compararé con el fin de proponer mejoras al departamento de Edron Plus para mejorar su servicio.

Para finalizar, concluiré con una entrevista a una compañera pedagoga que labora en el programa Edron Plus con la finalidad de ejemplificar una perspectiva diferente del programa y de los clubs que se fortalecen con la metodología STEM. En las conclusiones analizaré qué debemos hacer los profesionales de la educación para impulsar las metodologías que nos lleven al progreso y cuál es nuestra labor como pedagogos.

## **Capítulo 1. Entrando en el mundo STEM.**

*Siempre tendremos STEM con nosotros. Algunas cosas se perderán de vista y desaparecerán, pero siempre habrá ciencia, ingeniería y tecnología.*

*Y siempre, siempre habrá matemáticas.*

**Katherine Johnson**

### **1.1 Qué es STEM**

Para iniciar en este recorrido por la llamada educación STEM será necesario primero definirla. Al consultar a algunos autores, no hay una diferencia significativa en sus definiciones, a pesar de que el acrónimo STEM se ha estado volviendo polisémico, ya que algunos sólo traducen el acrónimo al español formando así la palabra CTIM, donde la C representa la Ciencia, la T la Tecnología, la I la Ingeniería y la M las Matemáticas. De acuerdo con Toma y Greca (2017, p. 392), STEM por sus siglas en inglés (Science, Technology, Engineering and Mathematics), se utiliza para aludir al estudio y la práctica en diversas áreas de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas, siendo un campo de actividad humana donde convergen estas ciencias para tratar de comprender cómo funciona el mundo natural y social, de tal forma que la sociedad esté preparada para responder al cambio de paradigma económico, avance e innovación tecnológica. En ocasiones STEM significa trabajo interdisciplinario<sup>2</sup> integrando la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas. En este sentido se asocian al desarrollo de

---

<sup>2</sup> La educación siempre ha sido un proceso interdisciplinario, donde convergen diversas disciplinas con sus respectivos enfoques y herramientas que nos permiten resolver los problemas del proceso enseñanza-aprendizaje.

habilidades prácticas como el trabajo en equipo, el análisis crítico, la creatividad o el pensamiento computacional e incluso la autonomía de los individuos (Casal, 2019).

Han surgido diferentes vertientes para nombrar las áreas STEM. En los últimos años podemos encontrar el acrónimo STEAM, agregando una A para incluir las artes. De acuerdo con algunos autores como Rojas (2019), el agregar una sigla más es simplemente porque la educación STEM o STEAM pretende ser como el ser humano, una educación integral. También podemos encontrar ST2REAM, donde “T2” representa la enseñanza temática (*teaching or thematic instruction* en inglés), “R” la Lectura (*Reading*) y la “A” la inclusión de las Artes (*Arts*). Aún con estas variantes, el enfoque de STEM, STEAM o ST2REAM tienen el objetivo: Explicar y comprender el mundo natural desde las ciencias (Delgado, 2019).

Después de analizar lo anterior defino STEM como: Enfoque interdisciplinario holístico que integra el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, las Matemáticas, siendo su finalidad el desarrollo de las capacidades humanas encaminadas hacia la innovación y la resolución de problemas, preparando seres competentes para enfrentar los retos del futuro.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Aunque hemos avanzado a pasos agigantados en el campo de la tecnología, el futuro trae consigo retos a nivel mundial que causan incertidumbre y desafíos a resolver. La era digital, con sus avances tecnológicos, llegó a cambiar la economía y, con ello, cambia el paradigma, desaparecen empleos y aparecen nuevos. El sistema educativo actual todavía no está preparado para formar a nuevos profesionales que se embonen en estos empleos del futuro.

## 1.2 Dónde nace la metodología STEM y cómo llega a México

El trabajo interdisciplinario de STEM no es algo totalmente nuevo, pues el conocimiento de las disciplinas científicas nos remonta a culturas milenarias, que enriquecieron con sus conocimientos las ciencias; con el paso del tiempo se ha vuelto una necesidad económica para los países desarrollados y en vías de desarrollo motivar la enseñanza en programas de educación superior que generen empleos para el futuro y que embonen en la 4ª Revolución Industrial<sup>4</sup>. Pese a los avances que se han logrado a nivel mundial, desafortunadamente la 4ª Revolución Industrial está llevando al mundo al “desempleo tecnológico”<sup>5</sup>.

En la década de los noventa, en los Estados Unidos de América, *The National Science Foundation* (NSF)<sup>6</sup> comenzó a usar el acrónimo “SMET”, como abreviatura de Science, Mathematics, Engineering and Technology (Ciencia, Matemáticas, Ingeniería y Tecnología). Sin embargo, por el sonido que se producía al pronunciar el acrónimo similar a “smut”, decidieron reinventar el nombre y cambiar el orden de las siglas por STEM (Sanders, 2009), nombrando así un nuevo proyecto para abatir el rezago, formando capital humano con talento en la aplicación y uso de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (Rojas, 2019. p. 9).

---

<sup>4</sup> La 4ª revolución industrial trae consigo una tendencia en la automatización de los procesos, sustituyendo al ser humano por máquinas automatizadas, a través de sistemas ciberfísicos para la creación de “fábricas inteligentes” (Schwab, 2016).

<sup>5</sup> La automatización y la robótica están produciendo un nuevo fenómeno conocido como desempleo tecnológico; las tecnologías del futuro harán desaparecer empleos que nunca nadie se imaginaría que serían reemplazados (Botero, 2018).

<sup>6</sup> La Fundación Nacional de la Ciencia es una agencia federal independiente creada por el congreso de los Estados Unidos en 1950 con el fin de promover el progreso de la ciencia, la salud y el bienestar nacional. Su principal objetivo es generar conocimiento que transforme el futuro (National Science Foundation, 2020).

Gracias a la búsqueda del desarrollo económico y la prosperidad de los países, la educación STEM comienza a tomar auge, especialmente en los países desarrollados que siempre están en busca del progreso económico y la competencia tecnológica-digital. Diferentes estudios han demostrado que los países con mayor número de egresados en las carreras STEM, han demostrado también ser economías prósperas, siendo ésta una de las principales razones para el crecimiento de STEM.

De acuerdo con la OCDE China, India y los Estados Unidos encabezan la lista con más egresados en carreras STEM.

**Ilustración 1. Países con mayor número de egresados en campos STEM y líderes en desarrollo en el mundo.**

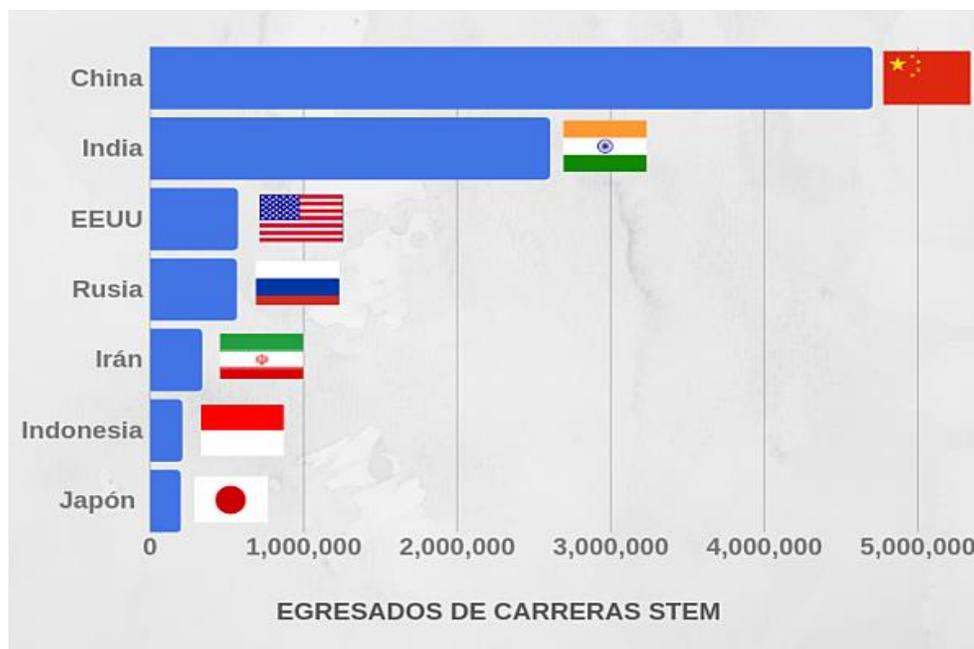


Imagen 1. Fuente: World Economic Forum, 2016.

En el 2018 la educación STEAM toma auge y crece gracias a que el expresidente estadounidense Donald Trump, quien anunció el nuevo plan “K-12”<sup>7</sup> para los próximos 5 años, llevando así la metodología STEM a las aulas de los educandos. La finalidad era competir y posicionarse en la innovación tecnológica y generar nuevas fuentes de empleo para el futuro de los estadounidenses, convirtiéndose en uno de los países con mayor inversión en la formación del capital intelectual. El objetivo de esta iniciativa era consolidar en los próximos 5 años una fuerza de trabajo diversa con énfasis en campos de ingeniería, ciencia, tecnología y matemáticas para asegurar una mayor cantidad de descubrimientos científicos y avances tecnológicos (Trump, 2018).

En México los primeros rastros de la educación STEM proviene de una iniciativa privada:

La Alianza para la Promoción de STEM (AP STEM) es una iniciativa encabezada por el Consejo Coordinador Empresarial (CCE), el Consejo Ejecutivo de Empresas Globales (CEEG), American Chamber México (ACM) y la Cámara de Comercio de Canadá en México en alianza con The Software Alliance (BSA) con la coordinación estratégica de Movimiento STEM, A.C., quien a su vez lidera los esfuerzos del Ecosistema STEM. Esta alianza está integrada por representantes de la iniciativa privada, organismos empresariales, organizaciones de la sociedad civil, academia, organismos no gubernamentales, nacionales e internacionales, centros de investigación,

---

<sup>7</sup> Se denomina Educación K-12 a la que comprende desde el kindergarten hasta el bachillerato. (CONACyT, 2017. P. 3)

emprendimiento e innovación, así como especialistas en la materia, con el propósito de impulsar políticas públicas y acciones concretas para consolidar la Educación en STEM en México. (Rojas, 2019. P. 3)

México, ante la necesidad de una educación de calidad para la libertad y la creatividad, como lo muestra el modelo implementado a nivel nacional de acuerdo con el plan SEP (SEP, 2017), implementa algunos programas de educación STEM como:

- La iniciativa “*Mujeres en STEM, futuras líderes*” es un programa de mentoría o tutoría en México para las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas creado por Rebeca Vargas, directora ejecutiva de la Fundación US-México (Agencia Informativa CONACyT, 2018).
- La iniciativa “*NIÑASTEM PUEDEN*”, presentada el 09 de enero de 2017 en coordinación con la secretaría de Educación Pública y la OCDE. Su objetivo principal es guiar y apoyar a niñas y adolescentes en el uso de su conocimiento y habilidades para optar por carreras exitosas STEM (Gobierno de México, 2017).

El principal objetivo es generar un cambio social positivo en México al lograr que un mayor número de niñas elijan continuar sus estudios superiores en áreas STEM y así combatir los estereotipos de género y promover el espíritu STEM (OCDE, 2018). Desafortunadamente, estas iniciativas se enfocan principalmente en mujeres y no abren el panorama para la población educativa en general. Sin embargo, el esfuerzo es significativo ya que, de acuerdo con las estadísticas de la UNESCO, la cifra de estudiantes de sexo femenino que ingresan a carreras de ciencias y tecnologías es

bajo, y señala como principal problema los estereotipos culturales: apenas el 35% de los investigadores del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) son mujeres y representan 24.5% de los miembros de la Academia Mexicana de Ciencias (UNESCO, 2019).

Existen otras iniciativas en la educación privada, tanto en la educación formal como la extracurricular:

- La Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC) tiene el programa “*Innovación en la Educación STEM*”, que integra iniciativas innovadoras en la educación media superior; en México busca generar el interés en el estudio de la ciencia y la tecnología, además de garantizar que los estudiantes obtengan las competencias necesarias que requiere la educación superior (CONACyT, 2007).
- “*Impulso STEM*” es un programa que trabaja en conjunto con la Universidad Tecnológica de los Valles Centrales Oaxaca (OTVCO), el Instituto de Energías Renovables de la UNAM y STEM 4 kids, y tiene como objetivo fomentar el estudio de ingenierías entre mujeres jóvenes de Oaxaca. Incluye capacitaciones a profesores y orientadores vocacionales, talleres en ciencias y tecnologías para estudiantes de nivel medio y medio superior, campañas de comunicación y un plan de becas. El programa beneficiará a más de 12,000 alumnos de las regiones centrales y del Istmo de Oaxaca en los próximos 5 años (2020-2025) (IBERDROLA, 2020).
- El modelo prepa Anáhuac se basa en las materias STEM con el objetivo de detonar el trabajo en equipo, el desarrollo de habilidades de negociación, la

creatividad en solución de problemas y el autorreconocimiento al alcanzar metas (Generación ANÁHUAC, 2020).

- Organizaciones sin fines de lucro: Movimiento STEM y STEM 4 kids. Buscan impulsar en México y Latinoamérica la educación STEM, los empleos del futuro y la innovación, con visión social e incluyente (Movimiento STEM, 2020).
- Algunas otras iniciativas de las clases extracurriculares en escuelas privadas: Robótica educativa, Empresa Robotix y la marca de juguetes LEGO. Estas iniciativas han creado actividades, talleres y cursos dirigidos especialmente en la educación inicial hasta el nivel preparatoria, aunque cabe destacar que su mayor éxito se centra en las edades de 4 a 10 años.

Las fundaciones, las organizaciones y las escuelas de carácter privado que están apoyando la metodología STEM, tanto dentro del currículo formal como informal, han logrado construir bases en el desarrollo de destrezas necesarias para formar estudiantes competentes.

### **1.3 Qué es la metodología STEM y qué objetivos tiene.**

Grandes son los retos que México enfrenta en educación ante la diversidad de la población, y grandes las interrogantes que nos hacemos cuando se trata de mejorar la “calidad”<sup>8</sup> que tanto se menciona en los discursos de los profesionales de la educación, los maestros, los actores políticos y economistas, los docentes e incluso

---

<sup>8</sup> El término “calidad” está ligado a lo bien hecho, aunque el término es subjetivo, pues la visión de cada ente es muy diferente; en este caso me refiero a calidad como adquisición de competencias o conocimiento necesarios para una satisfacción.

los mismos padres de familia. El proceso de globalización<sup>9</sup> nos obliga a reinventarnos a pasos agigantados, sin olvidar las realidades que vivimos. La educación siempre es un factor clave para la economía del presente y futuro de un país que depende de su conocimiento. Es por ello por lo que se han dejado algunos estereotipos de educación tradicional y se han implementado otros métodos que buscan la innovación. La globalización y el avance tecnológico no sólo significan cambios en las ocupaciones, en las formas de producción y de comercialización, sino que también demandan calidad, flexibilidad y adaptación de la educación y formación de recursos humanos a las nuevas condiciones de la economía y la sociedad. Datos de la OCDE señalan que para 2030, 80% de los empleos que actualmente son de mayor demanda desaparecerán y serán reemplazados por carreras orientadas a la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (las englobadas en STEM) (OCDE, 2018).

La metodología STEM combina metodologías activas con el propósito de que, al combinar las disciplinas STEM, se pueda generar un conocimiento interdisciplinario. Esto es contrario a lo que, generalmente, hace la escuela tradicional. Entre las principales estrategias de la metodología STEM tenemos el aprendizaje por indagación, aprender haciendo (*hands-on learning*) y otras más que basan principalmente el aprendizaje de las ciencias duras en la práctica, con el fin de encontrar más de una solución correcta a un problema.

---

<sup>9</sup> El término “globalización” se utiliza para describir una variedad de cambios económicos, culturales, sociales y políticos que han dado forma al mundo en los últimos 50 años, desde la muy celebrada revolución de la tecnología de la información a la disminución de las fronteras nacionales y geopolíticas (Council of Europe, 2017).

- Metodología de indagación: centrada en la búsqueda del aprendizaje a través de la interacción con los objetos del medio ambiente despertando la curiosidad, el desarrollo del pensamiento para dar como resultado la resolución de problemas (Toma y Greca, 2017).
- Metodología aprender haciendo: este método se aleja de la escuela tradicional y las viejas prácticas de recordar y memorizar procesos. Se acerca al aprendizaje que se hace posible a través de la experiencia, la acción, la vida, lo empírico, lo cotidiano, el entorno, la experimentación, la prueba y el error (Aburto, 2018).

En pocas palabras la metodología STEM se enfoca en la aplicación del conocimiento a la vida real creando nuevas soluciones a problemas, utilizando como instrumento la innovación, el pensamiento creativo, el avance tecnológico y el bienestar social, en el aprendizaje formal, no formal e informal. Pese al crecimiento y avance que se ha logrado en México en esta metodología, la mayoría de las propuestas las podemos encontrar sólo en los programas de escuelas con horarios extendidos o extracurriculares.

El principal objetivo que resaltan algunos autores e instituciones como Rojas (2019), Toma y Greca (2007), CONACyT (2017) y la ONU (2000) es preparar y alentar desde edades iniciales a los niños para que, al convertirse en jóvenes de nivel secundaria o medio superior, descubran el interés por cursar alguna carrera STEM, lo que traería por ende brindarles mejores oportunidades para obtener un empleo mejor remunerado e incluso impulsar nuevas ideas que generen nuevas empresas exitosas y así apoyar el crecimiento del país.

## 1.4 Relación constructivismo y competencias STEM

Me gustaría iniciar este apartado con una reflexión que hace Tolchinsky (1994) y retoma a Serrano y Pons (2011). El constructivismo en las escuelas está empezando a ser un eslogan o una imagen de marca, de manera que, desde finales del siglo pasado, podemos observar que casi todas las teorías educativas y/o instruccionales parecen haber abierto sucursales constructivistas. Y coincido con esto, ¿quién no ha escuchado de las escuelas que se basan en las teorías constructivistas? Analicemos un poco de qué estamos hablando.

El constructivismo es una corriente que integra una diversidad de posturas y tiene sus orígenes en los antiguos griegos como Platón y Sócrates<sup>10</sup>, en la mayéutica y la dialéctica, ambos centrados en que el sujeto vaya construyendo su propio conocimiento. Piaget, por otro lado, fue considerado como el padre del constructivismo con su epistemología genética, centrándose en el estudio del funcionamiento y el contenido de la mente de los individuos. La aportación de Vigotsky, quien considera el aprendizaje social, fue explicar cómo se ubica la acción humana en ámbitos culturales, históricos e institucionales, el estudio de la acción humana a través del lenguaje (centrar la importancia en el discurso) (Díaz-Barriga, 2002). Y para finalizar retomare a Ausubel, quien relaciona el constructivismo con el aprendizaje significativo, hacer que el aprendizaje sea significativo<sup>11</sup> para los educandos (Frade, 2009). Los exponentes más recientes del constructivismo tienen

---

<sup>10</sup> Sócrates y Platón lograban que sus alumnos dialogarían sobre un tema, demostrando que tenían algún conocimiento previo sobre él. (Díaz-Barriga, 2002).

<sup>11</sup> Se refiere al proceso que ocurre cuando la información nueva que se está aprendiendo se relaciona con la información previa ya existente en la estructura cognitiva del alumno, dando como resultado una significación lógica (Díaz-Barriga, 2002).

la convicción de que los seres humanos son producto de su capacidad para adquirir conocimientos y reflexionar sobre sí mismos, siempre con la postura de que el sujeto construye activamente.

Para mayor claridad véase el anexo 1 de la tabla 6 titulada “Relación STEM y el constructivismo en el proceso de enseñanza y aprendizaje con la metodología STEM”, donde ilustro cómo la metodología STEM retoma el constructivismo.

Las competencias<sup>12</sup> STEM implican competencia matemática para aplicar razonamiento y cálculo matemático en la resolución de problemas, explicar el mundo natural a partir del conocimiento científico, comprensión de los cambios causados por la actividad humana y la responsabilidad individual.

En este sentido, la ciencia se puede considerar la forma de conocer, observar, experimentar, hacer preguntas y cuestionar cómo funcionan las cosas. La tecnología entonces sugiere la manera de hacer o resolver las cosas siendo creativo y utilizando herramientas. La ingeniería se combina como una manera de solucionar problemas. Y, por último, si bien no menos importante, las matemáticas están presentes en nuestro día a día en la solución de problemas (Laguna, 2017).

En la ilustración 2 se aprecia de manera más clara cómo convergen las competencias STEM.

---

<sup>12</sup> El término viene del latín *competere* que significa responder a algo. Las competencias surgen con la finalidad de potenciar destrezas, conocimientos, aptitudes y actitudes que estimulen la disposición para aprender y generar capital cultural, social (participación ciudadana) y humano (ser productivo). Las competencias se adquieren a través de situaciones concretas (Delors, 1997).

Las ciencias STEM nunca trabajan solas, siempre llega un momento en el que se entrelazan y apoyan el estudio de una con otra. Del mismo modo no sólo trabajan entre sí, también apoyan otras disciplinas.

### Ilustración 2. Cómo convergen las ciencias STEM

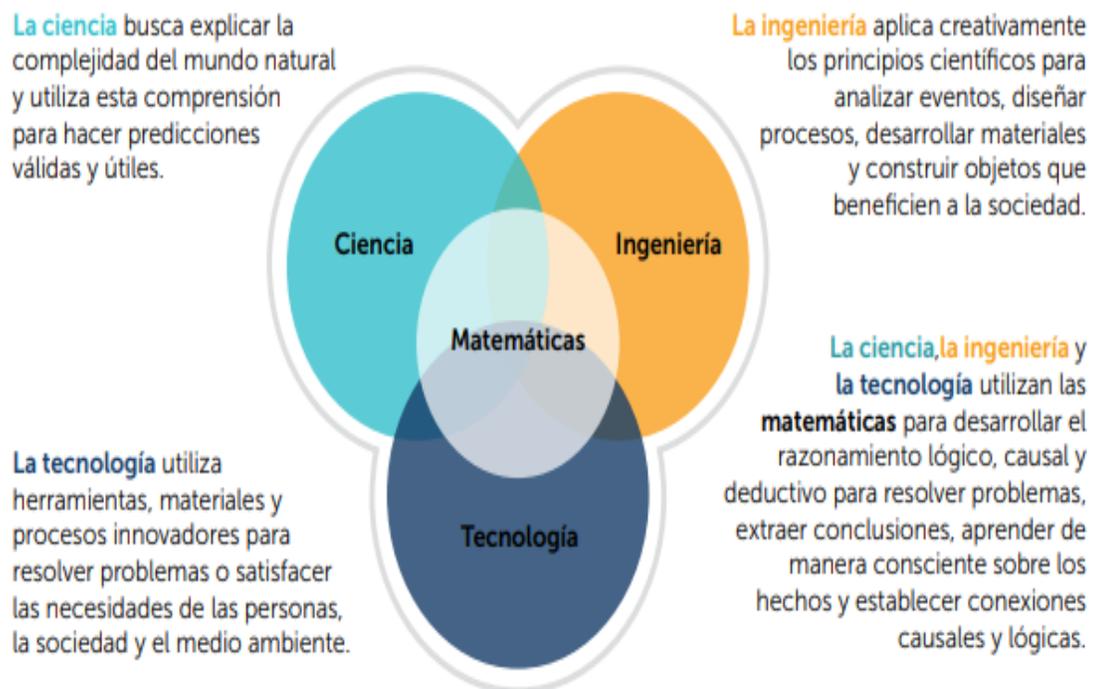


Imagen 2. Fuente: Rojas, 2019. P. 17

La siguiente ilustración también nos ayuda a dar una visión de las competencias que la metodología STEM tiene como fin desarrollar.

### Ilustración 3. Competencias STEM.

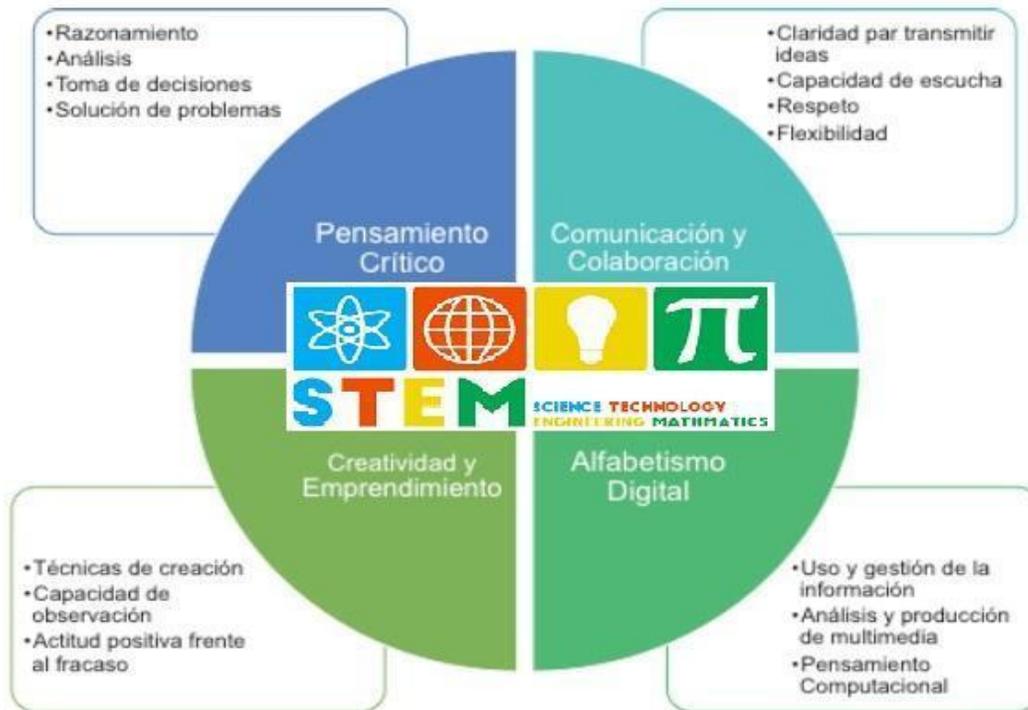


Imagen 3. Fuente: Rojas, 2019. P. 17

En el anexo 2 de la tabla 7 titulada “competencias metodología STEM” resaltó un listado de competencias de acuerdo con Rojas (2017) en “Visión STEM para México”. En este sentido, la metodología STEM retoma el constructivismo desde el punto de vista donde el sujeto es capaz de resolver problemas: reconociendo y analizando a partir de sus conocimientos previos y experiencias, entonces dará paso a resolver el problema o planteamiento. Y es aquí donde también entran las competencias, enfrentando las capacidades que tiene para qué y cómo lo va a resolver. Desde esta perspectiva el sujeto demuestra las habilidades adquiridas a lo largo de su vida y las aptitudes necesarias para la realización del trabajo efectivo,

eficiente y de calidad; es decir abarca el “saber”, el “saber hacer”, y el “saber ser”<sup>13</sup>.

Esto finaliza el proceso de aprendizaje reconociendo la funcionalidad de lo aprendido, es decir de qué le sirve o donde lo puede aplicar.

Las competencias STEM se convierten en una pauta para promover el desarrollo y la posibilidad de potenciar las habilidades y destrezas en los educandos hacia las competencias del siglo XXI.

---

<sup>13</sup> Me refiero a los conceptos como: “saber”, saber que, el “saber hacer” con el fin de enfatizar la capacidad del ser humano para poder hacer algo.

## **Capítulo 2. El mejor lugar para aprender STEM**

*Lo importante es no dejar de hacer preguntas.*

**Albert Einstein**

Aunque la metodología STEM se ha venido utilizando en educación desde finales del siglo XX, ha cobrado una especial relevancia en el ámbito educativo en la última década con numerosas instituciones e investigaciones centradas en su desarrollo, gracias a que se ha intensificado la búsqueda que permita a los individuos lograr mejores aprendizajes, es decir que éstos últimos sean más significativos, innovadores, creativos y críticos, que no estén centrados, por ejemplo, en la memorización y la repetición. La tendencia en la metodología STEM ha mostrado diferentes posibilidades en diferentes contextos, desde las escuelas iniciales hasta las universidades, abriendo campos de interés y examinando diferentes perspectivas. Teniendo en cuenta la coyuntura histórica de evaluación de las instituciones de educación, la evolución de los enfoques educativos también ha servido para establecer resultados y criterios, que de alguna forma muestran los rezagos y adelantos en términos de reformas y transformaciones educativas (Hawkins, Yamada y Jacob, 2018).

### **2.1 STEM y la escuela en la etapa inicial (Etapa de los 4 a 8 años).**

#### **¿Cómo se vinculan y qué retos se presentan?**

El siglo XXI ha estado marcado por la progresiva aparición y sofisticación de herramientas digitales y, con ello, se vuelve inevitable que los entornos educativos

tomen un camino diferente en la educación. Algunas escuelas han impulsado la metodología STEM gracias a la era de información<sup>14</sup> (López, 2018).

De acuerdo con López (2018), la metodología STEM se encuentra inmersa en la revolución digital; durante la última década se popularizó el aula de informática, un espacio físico donde los estudiantes iban algunas horas a la semana. En algunas escuelas públicas aún funcionan, la SEP y el gobierno mexicano no han logrado modernizar adecuadamente estos recursos. En las escuelas particulares, sin embargo, la mayoría de las aulas se han llenado de dispositivos digitales, ya sea mediante un único ordenador situado en la mesa del docente conectado a un proyector o pizarra digital, o bien ordenadores portátiles personales, *Smartphones*, *tablets* y *smart TVs*. Esto ha llevado a que muchas tareas en el aula, que eran analógicas, se hayan visto modificadas, tales como tomar apuntes, realizar ejercicios de lápiz y papel, escribir con gis en los pizarrones, consultar información en libros de texto y enciclopedias, etc. Estos recursos ahora han sido sustituidos por herramientas informáticas, fuentes de información electrónica, videojuegos, aplicaciones móviles educativas, entornos virtuales de aprendizaje, entre otros.

La formación con la metodología STEM debe comenzar en etapas tempranas para todos los alumnos, pero es especialmente importante para aquellos que se encuentran en circunstancias desfavorables, que comienzan la vida escolar sin pretender el éxito. Un estudio realizado en el 2016, por ejemplo, examinó las

---

<sup>14</sup> La era de la información o era digital está marcada por el progreso y la aparición de dispositivos físicos desde ordenadores, teléfonos móviles inteligentes hasta dispositivos táctiles y cada vez más los dispositivos digitales que incorporan todo tipo de objeto cotidiano, además de programas de edición, así como también plataformas, entornos virtuales y redes sociales que permiten un intercambio y almacenamiento de información cada vez más rápido, eficaz y directo.

experiencias de aprendizaje en más de 7,750 niños desde el ingreso al jardín de niños hasta el final del octavo grado (13 años aproximadamente). El resultado refiere a que la adquisición temprana de conocimientos sobre el mundo se correlaciona con las materias vinculadas a la ciencia que ellos están aprendiendo en años posteriores y con la motivación que los alumnos mantendrán ante estos aprendizajes (Levine, 2017).

La enseñanza STEM debe estar basada en el desarrollo para trabajar con niños pequeños. En otras palabras, debe basarse en una sólida comprensión de cómo los pequeños aprenden, sin separar el juego de su cognición, su desarrollo y su vida académica. Por ejemplo, los niños exploran el mundo usando todos los sentidos desde el momento en que nacen; como niños pequeños y preescolares, exhiben muchas de las características que llegan a tener los jóvenes científicos e ingenieros en su juego, incluido el deseo de demostrar cosas, averiguar cómo funciona, etc. Los maestros que realmente se encuentran preparados y capacitados pueden facilitar la comprensión de los conceptos, las prácticas y hábitos mentales STEM mientras aprovechan la curiosidad natural y fomentan los aprendizajes STEM en los juegos.

Los educadores pueden ayudar a los niños a realizar cuestionamientos, explorar y reflexionar sobre sus ideas del mundo y cómo funciona, todo mientras se ensucian las manos plantando una planta o buscando un gusano (Levine, 2017).

Cuando desglosamos las siglas STEM, podemos ver que el programa del jardín<sup>15</sup> de niños practica la metodología STEM todos los días; las actividades de ciencia incluyen explorar agua y arena, comparar y contrastar materiales naturales como rocas y tierra, hacer rodar pelotas por el patio, y mirar por una lupa cuántas patas tiene un insecto que fue capturado mientras jugaba en el patio. Las actividades de tecnología incluyen computadoras, pero también pueden incluir máquinas simples como engranajes y ruedas o poleas, con las que podemos inventar algo junto con nuestros niños. Por otro lado, la ingeniería en edad preescolar tiene lugar en el área de los bloques. Con ellos los niños pueden planificar y desarrollar estructuras todos los días con pocas instrucciones y ayuda del educador. Y las matemáticas, el juego matemático para aprender a contar con bloques, los tamaños de esos bloques y que dos bloques pequeños o más hacen uno más grande en las figuras, etc. Involucrar a los niños en actividades STEM que aprovechen la experiencia previa de los niños en ciencias, conocimientos e intereses, experiencias científicas tempranas y significativas para los pequeños. Se ha demostrado que esta metodología puede mejorar la confianza en sí mismos, en su capacidad para aprender ciencia y promover un mayor interés en ella. Los niños pequeños son científicos e ingenieros natos.

---

<sup>15</sup> Uno de los principales objetivos en la última reforma educativa es asegurar que la educación que reciben los educandos proporcione aprendizajes y conocimientos significativos, relevantes y útiles para la vida actual y futura. Además, considera que los niños son sujetos activos, pensantes, con capacidades y potencial para aprender con interacciones con su entorno y que los procesos de desarrollo y aprendizaje se relacionan con la visión que sustenta el plan (Secretaría de Educación Pública, 2017).

**Tabla 1. Desarrollo cerebral para STEM**

Competencia	Desarrollo de la competencia
La ciencia es una manera de pensar.	La ciencia consiste en observar y experimentar, hacer predicciones, compartir descubrimientos, hacer preguntas y preguntarse cómo funcionan las cosas.
La tecnología nos ayuda a realizar procesos.	La tecnología consiste en usar herramientas, inventar, identificar problemas y hacer que las cosas funcionen.
La ingeniería es una manera de hacer las cosas.	La ingeniería consiste en resolver problemas, usar la variedad de materiales, diseñar, crear, además de diseñar cosas que funcionen.
Las matemáticas son una manera de medir.	Las matemáticas consisten en hacer secuencias (1,2,3,4...), patrones (1,2,1,2,1,2...), y explorar formas (triángulo, cuadrado, círculo...), volúmenes (que contiene más o menos) y tamaños (mayor o menor que).

**Tabla 1. Elaboración propia con base en Moomaw (2013)**

Al comparar las competencias STEM con las competencias que marca el Plan y Programa de Estudio Aprendizajes Claves para la Educación Integral (2017), revisado aún por el anterior secretario de educación pública Aurelio Nuño, encuentro estas similitudes que acercan a la metodología STEM al aula con la planeación sugerida por la SEP. La comparación la realizo en el rango de edad de 4 a 9 años con las competencias STEM que deben adquirir los niños desde el preescolar hasta el tercer año de primaria. Véase tabla 2 “Competencias STEM Vs. Competencias SEP”.

Si nos detenemos a observar la tabla, podemos notar que las competencias que se plantean en el programa actual de la SEP y las competencias que pretende desarrollar y alcanzar la metodología STEM son muy similares y prácticamente van

**Tabla 2. Competencias STEM vs Competencias SEP**

<b>Competencia STEM</b>	<b>Descripción</b>	<b>Competencia SEP</b>	<b>Descripción</b>
<b>Pensamiento Crítico/ Creatividad.</b>	Desarrolla el pensamiento crítico y resuelve problemas con creatividad. Se pregunta para resolver problemas, se informa, analiza, argumenta las soluciones y reflexiona.	<b>Pensamiento crítico y resolución de problemas</b>	Tiene ideas y propone acciones para jugar, aprender, conocer su entorno, solucionar problemas sencillos y expresar cuáles fueron los pasos que siguió para hacerlo.
<b>Resolución de problemas.</b>	Fortalece su pensamiento matemático. Amplía su conocimiento de técnicas y conceptos matemáticos para plantear y resolver problemas y analizar situaciones.		Resuelve problemas aplicando estrategias diversas: observa, analiza, reflexiona y plantea con orden. Obtiene evidencia que apoye la solución de su problema.
<b>Alfabetización de datos.</b>	a) Gusta de explorar y comprender el mundo natural y social. b) Muestra responsabilidad por el ambiente. c) Cuida su cuerpo y evita conductas de riesgo.	<b>Atención al cuerpo y la salud y cuidado del medio.</b>	Identifica sus rasgos y cualidades físicas, reconoce a los otros. Realiza actividad física a partir del juego motor y sabe que ésta es buena para la salud. Conoce sobre su higiene y alimentación. Reconoce la importancia del cuidado del medio ambiente.
<b>Comunicación.</b>	Se comunica con confianza y eficacia. Comprender y expresarse de forma correcta.	<b>Lenguaje y comunicación</b>	Expresa emociones, gusto e ideas en su lengua materna tanto de forma oral como escrita. Usa el lenguaje para comunicarse con otros.
<b>Colaboración.</b>	Tiene iniciativa y favorece la colaboración. Reconoce, respeta y aprecia la diversidad de capacidades y visiones al trabajar de manera colaborativa.	<b>Colaboración y trabajo en equipo</b>	Participa con interés y entusiasmo en las actividades individuales y de grupo. Identifica sus capacidades y reconoce y aprecia las de los demás.
<b>Alfabetización digital y ciencias Computacionales</b>	Compara y elige los recursos tecnológicos a su alcance y los aprovecha con una multiplicidad de fines. Aprende diversas formas para comunicarse y obtener información, seleccionarla, analizarla, evaluarla, discriminarla y construir conocimiento.	<b>Habilidades digitales</b>	Identifica una variedad de herramientas y tecnologías y se familiariza con ellas. Utiliza las herramientas para obtener información, crear, practicar, aprender, comunicarse y jugar.

**Tabla 1. Elaboración propia con base en Díaz-Barriga (2002), Rojas (2019) y SEP (2017)**

de la mano. Salvo la variación en la formulación, el objetivo prácticamente es el mismo, y la diferencia suele estar en la manera en la que se aborda en el aula dicha competencia, qué recursos didácticos se utilizan para desarrollarla, cómo se prepara el ambiente para favorecerlo, etc.

El ambiente que se produce en una clase con metodología STEM debe permitir el libre intercambio de ideas entre los estudiantes y fomentar el aprendizaje a partir del trabajo en equipo (colaboración de todos) y, para poder lograrlo, se debe prestar atención en la organización del espacio, de forma que los estudiantes puedan desplazarse libremente entre los equipos. Si se logra adaptar el espacio al contexto, se puede facilitar el intercambio de ideas y las soluciones logradas se socializan de forma más rápida, lo cual lleva a conservar la motivación de los estudiantes al ver sus metas de trabajo realizadas (García, 2017). Los entornos al aire libre, por ejemplo, son propicios para aprender sobre el medio ambiente, conceptos biológicos, ecológicos y un espíritu de autocuidado.

El método planteado por María Montessori<sup>16</sup> tiene muchas similitudes con los planteamientos STEM, pues se basa en la observación de las actividades, el aprender haciendo, el ambiente cuidado, la exploración, el autodescubrimiento, el desarrollo de la imaginación y la guía de los educadores para que los niños reciban los estímulos adecuados, pero libremente ofrecidos. La pedagogía científica de Montessori consiste, por ejemplo, en realizar un experimento pedagógico con un

---

<sup>16</sup> María Montessori (1870-1952) fue la creadora del método del mismo nombre. A través de su práctica llegó a la conclusión de que los niños se construyen a sí mismos a partir de elementos del ambiente. Fue creadora de la Casa dei Bambini donde desarrolló lo que llamaría el método Montessori de enseñanza.

material de enseñanza y esperar los resultados espontáneos de aprendizaje del niño, en este sentido ella espera:

- ✓ Preparar al niño para enfrentarse al ambiente.
- ✓ Facilitar al niño un ambiente agradable, dentro y fuera del aula.
- ✓ Inducir a la utilización de materiales sensoriales que refuercen estímulos a través de los sentidos (Pla, Cano y Lorenzo, 2002).

El aprendizaje plateado hasta ahora genera nuevas formas de desarrollar procesos educativos, en cuyo centro no se encuentra el conocimiento mismo, sino el alumno y sus interacciones, las cuales disponen al alumno a desarrollar y potenciar su cognición a través de la experiencia, reconociendo que las emociones, las percepciones y las motivaciones también forman parte constructiva en la forma de enseñar ciencia a partir de la metodología STEM.

## **2.2 STEM en las clases extracurriculares**

Otra forma de abordar la metodología STEM es a través de las clases extracurriculares<sup>17</sup>. Algunas escuelas incluyen en su currículo extra-clases que permitan a sus estudiantes mejorar en asignaturas imprescindibles como el manejo de la tecnología, la ciencia y las matemáticas. Existen varias escuelas que han

---

<sup>17</sup> En el ámbito educativo, se le denomina como extracurricular a todas esas actividades que formalmente no pertenecen al currículo escolar, sin embargo, son actividades que se realizan dentro de la escuela (la mayoría de las veces) o tienen vínculo con las actividades escolares y se realizan fuera del horario escolar.

optado por contratar algún taller que apoye a sus estudiantes a mejorar en especial sus destrezas digitales, con la idea de facilitar el día a día de los alumnos.

El propósito de algunos centros escolares al integrar estas actividades extras, específicamente talleres relacionados con STEM, es ayudar a fomentar la vocación<sup>18</sup> científico-tecnológica, partiendo del supuesto de que el interés por estos contenidos suele estar en declive cuando los estudiantes llegan a la adolescencia. Es lamentable ver que los estudiantes pierdan el interés inicial por una clase de robótica (por ejemplo, al crear un robot que obedeciera sus instrucciones) y que en niveles un poco más desarrollados elijan diseñar y programar videojuegos, entre otros.

La mayoría de las veces los horarios extendidos, que incrementan las actividades extracurriculares, están dirigidos a los alumnos cuyos padres requieren su horario escolar extendido y no pretenden necesariamente ofrecer un servicio complementario que cubra las necesidades creativas, educativas y lúdicas de los niños. En la actualidad los estudiantes pasan más horas de las establecidas en la escuela dado que los padres de hoy y del futuro cada día tienen más actividades, en especial actividades en las que gastan más tiempo dentro de un trabajo que el dedicado a la familia. Es por ello por lo que los sistemas escolares, sobre todo en el sector privado, han ido incrementando los horarios con escuelas de horarios extendidos en el currículo formal y actividades de la educación no formales: clubes, juegos, actividades deportivas, etc. Aunque la escuela continúa siendo una fuente

---

<sup>18</sup> Según el diccionario de la Real Academia, la vocación es el deseo de emprender una carrera, una profesión o cualquier otra ocupación o actividad cuando todavía no se han adquirido todas las aptitudes o conocimientos necesarios (Diccionario de la Real Academia Española, 2019).

importante de aprendizaje científico, actualmente ha dejado de ser la fuente primordial de información para la mayoría de las personas. Las experiencias adquiridas fuera del horario formal constituyen una aportación valiosa para la enseñanza y la organización de la ciencia escolar, pues influyen sobre los resultados de aprendizaje de los alumnos. (Vázquez y Manassero, 2007).

Las actividades extracurriculares generalmente suelen motivar a los niños pequeños, pues no tienden a presentar alguna evaluación formal. Por lo tanto, muestran interés por aprender actividades de manera voluntaria encaminados por su motivación, curiosidad, exploración, convivencia, juego, etc. Lo anteriormente descrito es uno de los puntos de éxito de las clases extras que implementan la metodología STEM, pues los niños (principalmente) suelen elegir un taller relacionado con STEM y el contenido se vuelve un aprendizaje de libre elección, siendo ellos aprendices quienes controlan y seleccionan qué van a aprender con el club o taller de su elección, aumentando la motivación por la ciencia estudiada. Vázquez y Manassero (2007) consideran que el aprendizaje científico informal es automotivado, voluntario y guiado por las necesidades e intereses de los aprendientes. Asimismo, señalan seis características del aprendizaje informal en las ciencias:

*“1) La ciencia que se enseña no está limitada a un currículo, sino que surge de las preguntas e intereses de los estudiantes; 2) el conocimiento de la ciencia no se absorbe simplemente, sino que penetra a través de los intereses de los estudiantes entre sí y con la ciencia; 3) los ambientes informales constituyen un ambiente educativo centrado en los estudiantes y*

*no en la ciencia; 4) proporcionan diversidad de oportunidades de aprendizaje; 5) la ciencia es accesible a los participantes; por último 6) la ciencia informal considera contenidos más amplios que la ciencia tradicional (p. 6).*

Dentro de las características de los modelos extracurriculares podemos resaltar las siguientes:

- ✓ implementan programas independientes de las actividades escolares,
- ✓ se pueden desarrollar tanto dentro como fuera del horario de la jornada escolar formal, y
- ✓ los proyectos son promovidos y financiados por las instituciones educativas.

### **2.3 La formación de profesores o coach STEM**

El desafío que enfrentan los educadores es cómo integrar de manera significativa contenido relacionado con STEM en el proceso de enseñanza y aprendizaje para involucrar a los estudiantes en todos los niveles de escolaridad. Moomaw (2013) plantea que la enseñanza STEM implica que los maestros planeen cuidadosamente las experiencias de enseñanza y aprendizaje a partir de los contenidos de ciencias y matemáticas que quieren introducir, utilizando la tecnología como una herramienta más del proceso de aprendizaje. Por lo tanto, el diseño de secuencias didácticas integradas debe centrarse en materiales, situaciones y experiencias que sean interesantes y que promuevan el aprendizaje significativo. Siguiendo esta idea, se pretende que los profesores diseñen secuencias de tareas que se construyan a

partir de una situación real en la que se plantee un problema de aprendizaje y se realice un planteamiento conceptual.<sup>19</sup>

El uso de tecnologías digitales no implica automáticamente una mejora de los procesos de enseñanza, ya que la manera en que se usen no depende solamente de la herramienta en sí, sino de los modelos didácticos que utiliza el profesorado que lo adopta. Un claro ejemplo lo menciona López (2018) al enfatizar el uso del pizarrón digital: puede ser una oportunidad para aprender de forma dinámica en clase o puede dar un giro a un enfoque pedagógico tradicional de transmisión solamente, donde pone al profesor usando la herramienta digital y el estudiante se mantiene en su rol pasivo durante la clase. En este mismo sentido, Pinto (2009) hace énfasis en el conocimiento de las herramientas, no sólo en las características técnicas, sino también en la función y el potencial, señalando que no es lo mismo las herramientas con la concepción reproductiva y memorística, que la que ofrece dinámicas interactivas que implican una concepción constructivista del aprendizaje, como editores de mapas conceptuales o los programas de modelaje, donde los estudiantes construyen conocimiento mientras los utilizan.

Los docentes siempre deben mostrarse abiertos y en constante actualización para adoptar la metodología activa<sup>20</sup> que se requiere en el momento, con el fin de generar aprendizajes significativos constantes. La transformación día a día de

---

<sup>19</sup> El planteamiento conceptual debe tener en cuenta que tanto las matemáticas como las ciencias experimentales requieren de un tratamiento lógico, secuencial y ordenado, por ello las secuencias deben organizarse adecuadamente buscando conectores con temas de la realidad para construir significados (Díaz-Barriga, 2002).

<sup>20</sup> Utilizar metodologías activas en STEM tiene un carácter más formativo que informativo.

conocimientos, habilidades, actitudes y valores de los docentes los ha llevado a estar, a su vez, en un aprendizaje constante.<sup>21</sup>

En un entorno diseñado intencionalmente para brindar a los niños experiencias que desarrollen el cerebro, el educador está a disposición de los niños cuando necesitan orientación y asistencia con nuevas ideas. Ésta es otra idea del constructivismo que retoma la metodología STEM y está estrechamente ligada a las propuestas de María Montessori cuando nos señala que el ambiente de trabajo ha de ser preparado antes por el educador y el hecho de que no sea necesaria la intervención del docente es un indicativo de que el ambiente es estimulante y promueve la curiosidad del niño, su investigación (Pla, Cano y Lorenzo, 2002). El rol del maestro entonces es estar presente para ofrecer el apoyo en el momento necesario con el fin de ayudar a los niños a desarrollar nuevas habilidades y facilitar el juego entre los niños y el entorno. El educador nunca debe ser la única fuente de conocimiento y exploración para el niño, un entorno bien planificado aporta a los niños una gama de experiencias de aprendizaje.

Entre las ideas que desarrolla Montessori hay muchas que se centran en el papel de los educadores, marcando que el educador es quien adquiere nuevas funciones y generalmente, debe aprender a dar un paso atrás para dejar al niño aprender por sí mismo, por ejemplo:

El niño guiado por un maestro interior trabaja incesantemente con alegría para construir al hombre. Nosotros educadores solo podemos ayudar...La mayor señal del éxito de un profesor es poder decir: Ahora los niños trabajan

---

<sup>21</sup> Se requiere de estar en una capacitación constante para adquirir y actualizar los conocimientos.

como si yo no existiera...No me sigan a mí, sigan al niño... (Pla, Cano y Lorenzo, 2002. Pp. 78-79).

Las diferencias que se observan en cada niño permiten que el educador combine métodos para fomentar un clima enriquecedor a través de la colaboración, que enriquece todos sus componentes sin dejar de respetar el desarrollo de cada uno. Esto permite integrar a niños con diferentes capacidades e intereses.

Lo más importante en la metodología STEM es que su modelo pedagógico debe ser activo, constructivista siempre en su esencia y las y los educadores deben de implementar estos principios en sus etapas de enseñanza. Eso significa también un cambio en la evaluación formativa para valorar el desempeño de sus estudiantes bajo criterios que realmente fomenten la retroalimentación. Para este proceso se tienen que evaluar los logros, las competencias, la colaboración, los resultados, el diseño, la comunicación y la creatividad, y para lograrlo se necesita una buena formación disciplinaria del educador. No se puede implementar una práctica situada en la metodología STEM si no se tiene claro el conocimiento que se va a involucrar y lo que se debe esperar de la práctica (Rojas, 2019). Por lo tanto, la formación de los educadores es una condición fundamental.

A manera de vínculo con el tema anterior es importante mencionar que el docente en los clubes o talleres extracurriculares tendrían un rol activo al:

- ✓ planear, dirigir y acompañar el programa;
- ✓ guiar a los estudiantes en las indagaciones e investigaciones;
- ✓ fomentar un ambiente de aprendizaje colaborativo, potenciando la realización de actividades de desarrollo social; e

✓ incluso evaluar su propio programa (el cómo lo está llevando a cabo).

Las estrategias didácticas<sup>22</sup> utilizadas por el docente serán una pieza clave para obtener los aprendizajes esperados y alcanzar las metas de enseñanza y aprendizaje.

Una estrategia didáctica hace uso de métodos, técnicas, medios, materiales y herramientas a través de una organización analizada y planteada conscientemente para lograr los objetivos y metas de aprendizaje propuestos. Siempre existen muchos elementos al alcance que se pueden retomar, pero lo más importante es seleccionar de manera cuidadosa, evaluando que sean siempre los más efectivos y adecuados.

El trabajo en equipo representa otro reto más a sumar. Generalmente los docentes tienden a trabajar solos, más la metodología STEM demanda en su planeación una vinculación entre las asignaturas del resto del currículo. Esto implica para los docentes una creación conjunta, la colaboración, la crítica constructiva de todos y enfrentar el reto que conlleva el trabajo en equipo con sus colegas.

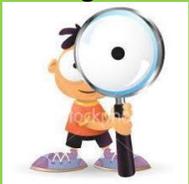
A continuación, retomo una tabla donde se indican las estrategias didácticas para la implementación de la metodología STEM.

---

<sup>22</sup> De acuerdo con Díaz-Barriga, se considera estrategia didáctica de enseñanza los procedimientos y arreglos que los agentes de enseñanza utilizan en forma flexible y estratégica para promover la mayor cantidad y calidad de aprendizajes significativos en los alumnos. Debe hacerse un uso inteligente y adaptativo, con la finalidad de brindar la ayuda pedagógica adecuada a las actividades constructivistas del alumno (Díaz-Barriga, 2002).

**Tabla 3. Estrategias didácticas para la educación STEM**

Estrategia didáctica	Características
<p><b>Aprendizaje basado en problemas</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un método de trabajo activo donde los alumnos participan constantemente en la adquisición de su conocimiento.</li> <li>• El método se orienta a la solución de problemas que son seleccionados o diseñados para lograr el aprendizaje de ciertos objetivos de conocimiento.</li> <li>• El aprendizaje se centra en el alumno y no en el profesor o sólo en el currículo.</li> <li>• Es un método que estimula el trabajo colaborativo en diferentes disciplinas, se trabaja en grupos pequeños.</li> <li>• El maestro se convierte en facilitador o tutor del aprendizaje.</li> </ul>
<p><b>Aprendizaje basado en retos</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las experiencias de aprendizaje están diseñadas o seleccionadas, implican actividades de reflexión, análisis crítico y síntesis. Están estructuradas de tal forma que promueven en el estudiante tomar la iniciativa, decidir y ser responsable de los resultados.</li> <li>• El estudiante participa activamente en el planteamiento de las preguntas, la solución del problema y es creativo a lo largo de la experiencia. Se involucra intelectual, creativa, emocional, social y físicamente.</li> <li>• El profesor y los estudiantes pueden experimentar éxito, fracaso, incertidumbre y tomar riesgos, porque los resultados de la experiencia pueden no ser totalmente predecibles.</li> <li>• El profesor reconoce y promueve las oportunidades espontáneas de aprendizaje, y tiene entre sus funciones el planteamiento del problema, el establecimiento de límites, facilitar el proceso de aprendizaje, dar apoyo a los estudiantes, así como también el aseguramiento de la integridad física y emocional de los estudiantes.</li> <li>• Las relaciones entre el estudiante consigo mismo, el estudiante con otros estudiantes y el estudiante con el mundo, son desarrolladas a lo largo de toda la experiencia.</li> </ul>
<p><b>Aprendizaje basado en proyectos</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido significativo: el proyecto debe tocar temáticas relevantes del plan de estudio y despertar el interés y curiosidad de los estudiantes.</li> <li>• Saber Cómo: el punto inicial del proyecto debe ser claro al establecer los objetivos del proyecto, los parámetros para llegar a la resolución final, así como la audiencia involucrada. El proyecto debe estar diseñado para generar el compromiso y la curiosidad para que los estudiantes adquieran nuevos conocimientos y dominen las habilidades necesarias para dirigir el proyecto.</li> <li>• Pregunta guía/de conducción: la pregunta de conducción del proyecto se debe derivar de temas que necesariamente requieran o sean susceptibles a una exploración profunda.</li> <li>• Los estudiantes deben tener la oportunidad de tomar decisiones acerca de su propio aprendizaje y elegir cómo demostrar su conocimiento.</li> <li>• Los proyectos deben ofrecer a los estudiantes la oportunidad para desarrollar habilidades como la comunicación, la colaboración, el pensamiento crítico, resolución de problemas y el uso de tecnología.</li> <li>• Los estudiantes aprenden a formular preguntas que puedan ser respondidas a través de un proceso de investigación, lo que lleva a nuevas preguntas y formas de demostrar el aprendizaje.</li> </ul>

Estrategia didáctica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Características</b></li> </ul>
<p><b>Aprendizaje basado en indagación</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Este aprendizaje se caracteriza por la participación activa de los estudiantes en la adquisición del conocimiento, mediante la investigación y la curiosidad, la búsqueda de la verdad, la información o el conocimiento.</li> <li>• Se centra en el estudiante, no en el profesor; se basa en problemas, no en soluciones.</li> <li>• Promueve la colaboración entre los estudiantes; ayuda a desarrollar el pensamiento crítico y la capacidad para resolver problemas; guía a los estudiantes a formar y expresar conceptos por medio de una serie de preguntas.</li> <li>• El aprendizaje por indagación se puede poner en práctica de varias formas: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Indagación dirigida por el docente.</li> <li>✓ Indagación dirigida por los estudiantes.</li> <li>✓ Profesores y estudiantes como coinvestigadores.</li> </ul> </li> </ul> <p>En cualquiera de ellas hay que tener en cuenta que el aprendizaje requiere tiempo para la asimilación y, por lo tanto, es fundamental crear espacios de reflexión. Se debe dar tiempo a los estudiantes para que piensen, razonen y desarrollen ideas sobre los conceptos y las técnicas de investigación que aplican.</p>
<p><b>Aprendizaje basado en el juego.</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motiva al alumno. Una de las principales ventajas es su capacidad para captar la atención de los alumnos, ya que les proporciona un entorno que les gusta, les divierte y les resulta muy motivador. El juego dinamiza la clase, despierta el interés previamente y lo mantiene durante todo el desarrollo, no solo por la victoria final sino también por la propia práctica lúdica.</li> <li>• Ayuda a razonar y ser autónomo. El juego plantea al alumno situaciones en las que debe reflexionar y tomar las decisiones adecuadas, solventar fallos y reponerse de las derrotas, estará desarrollando capacidades cognitivas a través del pensamiento crítico, el análisis de la realidad y la resolución de problemas.</li> <li>• Permite el aprendizaje activo, da la posibilidad de ejercitar los conocimientos de manera práctica. Al aprender haciendo el alumno experimenta, practica la prueba-error, establece relaciones entre conocimientos previos y nuevos y toma decisiones para mejorar.</li> <li>• Fomenta las habilidades sociales, resulta perfecto para realizarse. Da al alumno el control de su aprendizaje. Mediante el juego el niño o adolescente logra una retroalimentación instantánea respecto a sus conocimientos sobre un tema o asignatura.</li> <li>• Potencia la creatividad y la imaginación de forma colaborativa. Con esta práctica el niño interactúa y trabaja la educación emocional, la comunicación, el diálogo y la capacidad de liderazgo, la colaboración por un objetivo común, el autocontrol o la deportividad. Esto se traduce en un mejor clima en el aula, la cohesión entre sus miembros y la adquisición de valores.</li> </ul>

**Tabla 3. Elaboración propia con base en López, Córdoba y Soto (2020).**

En resumen, las prácticas pedagógicas en la metodología STEM se enmarcan, como ya se ha mencionado en las teorías constructivistas que consideran relevante la interacción social de quien aprende y la forma de ver la enseñanza y el aprendizaje de las estrategias que promueven la indagación, la creatividad, la colaboración y la motivación. En particular destacan los aprendizajes basados en preguntas, problemas y proyectos, donde se fomenta la investigación dirigida hacia la construcción y organización de conocimientos, aplicar procesos a los contenidos y llegar a resultados (nunca hay una sola forma de llegar a un resultado). Así, el fomentar la resolución de problemas, desarrollar proyectos, trabajar el análisis o aprender a trabajar en equipo requieren de procesos de aprendizaje y enseñanza que permitan a los educandos hacer uso de conocimientos y conectar conceptos de diferentes disciplinas. El uso de la tecnología siempre está vinculado con las prácticas creativas e innovadoras, sin embargo, no es una herramienta que necesariamente deba tenerse, pues se pueden generar espacios en los que se promueve el aprendizaje autónomo, el aprender a aprender y el aprender haciendo, buscando siempre que los estudiantes sean los protagonistas de su propio aprendizaje y que este último esté reflejado en la realidad que viven. El docente representa la guía que ayuda de forma directa o indirecta mediante la retroalimentación continua. En este sentido no existe el mejor lugar para aprender STEM, sea un aula, al aire libre, en un museo, en el patio, etc. Lo importante es que el espacio donde se aprende favorezca el aprendizaje activo, situado, auto regulado, dirigido a metas, colaborativo y que facilite los procesos de convivencia para la construcción de aprendizajes significativos.

### **Capítulo 3. STEM en el programa Edron Plus en el Colegio The Edron.**

Debes hacer cosas que realmente sean importantes, pero también debes divertirte, porque si no, no tendrás éxito.

**Jeff Bezos, Fundador de Amazon.**

En México existen escuelas privadas nacionales y extranjeras que ofrecen una formación educativa de gran calidad y en las que se puede obtener gran beneficio para los estudiantes, beneficios que desafortunadamente el sistema gratuito no puede otorgar. Estudiar en un colegio privado y además extranjero ofrece varias ventajas:

1. El contacto que los niños experimentan con otras culturas los sensibiliza a valorar la diversidad y enriquece su proceso formativo.
2. El estudio de una lengua extranjera y el contacto con profesores extranjeros mejoran su aprendizaje.
3. El mejor uso de las tecnologías de la información para el aprendizaje.

En cuanto a contenidos y currículo no debería haber diferencias, pues las instituciones en México, tanto las nacionales como las extranjeras, deben contar con la autorización de la instancia reguladora que, en este caso, es la Secretaría de Educación Pública (SEP) y es quien marca y dirige los programas en cada escuela.

#### **3.1 Contexto actual del Colegio The Edron**

El colegio The Edron, ubicado en Calzada Desierto de los Leones No. 5578, Colonia Olivar de los padres, Alcaldía Álvaro Obregón, es una escuela británica-mexicana

fundada en 1963 por Edward Foulkes y Ronal Stech. En sus inicios sólo ofrecía educación a hijos de extranjeros, sin embargo, dada la demanda académica admitió el ingreso de alumnos hijos de mexicanos.

En la actualidad es una escuela mixta, constructivista, bilingüe y bicultural. Su oferta va desde guardería hasta bachillerato, con la idea de iniciar en la educación inicial y culminar en la misma escuela hasta que se gradúen en el Diploma Bilingüe IB<sup>23</sup>, además de ser uno de los primeros colegios mexicanos acreditado por COBIS.<sup>24</sup>

Su programa está estructurado de la siguiente manera:

- servicio de cuidados de guardería: 2 a 3 años
- preescolar: 3 a 5 años (*Reception and Nursery*)
- primaria: 5 a 11 años (*Year 1-6*)
- secundaria: 11 a 14 años (*Year 7-9*)
- preparatoria: 14 a 17 años (*Year 10-12*)

Cada grupo tiene un tamaño máximo de clase de dieciocho alumnos en el kínder y veinticuatro a partir de primaria. Cada clase tiene un maestro de habla inglesa y uno de habla española, además de contar, en el caso de primaria, con el apoyo de asistentes y, en el caso de kínder, con una nana por cada dos salones que apoyan con la limpieza y el orden del material.

El colegio se encuentra dirigido por un equipo de liderazgo, conformando su estructura el director de educación, seguido por sus directores de secundaria,

---

<sup>23</sup> El programa Diploma Bilingüe IB es un programa educativo que se imparte con tres idiomas (inglés, francés y español), dirigido a estudiantes preuniversitarios entre los 16 y 19 años.

<sup>24</sup> El Council of British International School (COBIS) es una asociación de colegios británicos de calidad a nivel global fundada hace más de 30 años que representa y garantiza la calidad de más de 256 colegios británicos internacionales en más de 75 países del mundo.

primaria y kínder junto con el jefe de administración y el jefe de capital humano. Hay equipos de liderazgo en cada escuela (secundaria, primaria y kínder).

De acuerdo con la página The Edron, “su objetivo es lograr que sus estudiantes tengan confianza, seguridad en sí mismos, respeto, que demuestran amor por el aprendizaje y el trabajo duro mientras disfrutan del desafío de nuevos estudios... Esto se logra a través de un enfoque holístico que desarrolla al niño en su totalidad y no se centra exclusivamente en los logros académicos” (The Edron Academy, 2020).

Conocer cómo está estructurado el colegio nos permite tener un panorama general de cómo se conduce la escuela, cómo están estructurados sus grados, cómo es liderada desde sus directivos hasta la ideología que rigen y qué bases sociales tienen; el programa Edron Plus, al impulsar sus clubes, está sujeto a respetar esas mismas jerarquías e impulsa y conserva la ideología general del colegio.

### **3.2 Programa Edron Plus (Clases extracurriculares)**

El programa Edron Plus sustituye al programa *After School* en el Colegio The Edron, iniciando formalmente en 15 agosto del 2019 y dirigido por la profesora Alexis Anderson<sup>25</sup>. Tiene como objetivo apoyar a los padres trabajadores con horarios extendidos hasta las 19 horas, siguiendo los estándares y el sistema bicultural del colegio.

---

<sup>25</sup> Alexis Anderson fue profesora de kínder durante 23 años en el Colegio The Edron. Actualmente es la directora del programa Edron Plus.

La siguiente tabla nos ilustra los clubs que el programa ofrece en su horario extendido.

**Tabla 4. Clubs que ofrece el programa Edron Plus**

<b>Clubs</b>			
<b>Kínder</b>	<b>Primaria</b>	<b>Secundaria</b>	
Fútbol	Fútbol	Debate	
Junior Chef	Drama	Coding	
Ballet	STEM	Science	
Funky Fingers	Brick 4 Kids	Parkour	
Yoga	Tochito		
Music	Gimnasia		
Karate	Volleyball		
Arte	Ready Steady Go		
Ready Steady Go	Yoga		
STEM	Rugby		
Hip-Hop	Parkour		
Brick 4 Kids	Juegos De Mesa		
	Art Yr1-4		
	Karate		
<p>*La mayoría de los clubs en primaria y secundaria están divididos por grado escolar o se juntan de dos a 4 grados máximos.</p>			

**Tabla 4. Elaboración propia con base en The Edron (2020).**

El programa ofrece a los alumnos:

- ✓ Cuidado y supervisión en los talleres.
- ✓ Comidas y meriendas nutricionales y equilibradas.

- ✓ Actividades emocionantes y atractivas que fomentan las habilidades sociales de trabajo en equipo y liderazgo.
- ✓ Un entorno propicio para fomentar la independencia y confianza de los educandos (The Edron Academy-Official; 2020).

Al momento de escribir este trabajo, el programa se encuentra detenido a causa de la pandemia de COVID-19<sup>26</sup>. El departamento de Edron Plus suspendió actividades presenciales a partir de marzo del 2020 y sólo se impartieron clases en línea y actividades a distancia a través del programa Frog<sup>27</sup>. En un inicio se publicaron videos con actividades que los clubs ofrecían a los alumnos inscritos para que pudieran seguir su programa y continuar avanzando. Posteriormente se ofrecieron clases virtuales a través de la plataforma zoom, mejorando cada vez la calidad de sus clubs, pues para la mayoría de los profesores dar una clase en línea o buscar una alternativa para que su club subsistiera ha sido un gran reto. Sin embargo, el programa no logró captar el número mínimo de alumnos para continuar con un programa a distancia durante el ciclo escolar 2020-2021.

En este capítulo pretendo enfocarme en analizar y evaluar cómo la metodología STEM se integró en el entorno Edron Plus en el ciclo escolar 2019-2020, a través de los recursos del entorno, los niños y las prácticas de los educadores.

---

<sup>26</sup> El 11 de marzo de 2020 la OMS declaró el estado pandémico por el virus SARS-CoV-2 de la familia de los coronavirus que causa la enfermedad COVID-19. Desde mediados de marzo de 2020 México, al igual que muchos otros países, decretó medidas de higiene y prevención para evitar la propagación del virus. Entre ellas se encuentran la reducción de contactos personales y la suspensión de clases presenciales en todos los niveles educativos (IMSS, 2019, p. 4).

<sup>27</sup> Frog es una plataforma privada utilizada por el colegio para dar acceso a publicaciones, blogs, noticias, actividades, etc., donde pueden interactuar alumnos, profesores, administrativos y los padres de familia.

Cada club, tanto Bricks 4 kidz como STEM, tiene su propia forma de trabajo, aun cuando se basan en la misma metodología y existen similitudes. Cada uno tiene una organización diferente y presentan sus actividades de distintas formas, como lo explicaré más adelante. Por esto, presento y describo, desde mi perspectiva y experiencia en la supervisión de los clubes como prefecta y parte de personal administrativo del programa Edron Plus, cada uno de los clubs con sus programas dentro del colegio, su espacio y forma de trabajo, y trato de describir ambas perspectivas.

### **3.3 Bricks 4 Kidz. Lego para aprender la tecnología, ingeniería y Matemáticas en Edron plus**

Bricks 4 Kidz es una franquicia internacional que pone al alcance de los niños, niñas



y jóvenes del mundo, el más moderno y divertido modelo de educación (Bricks 4 Kidz, 2020).

Actualmente esta clase se lleva a cabo en varios países y en cada uno la esencia es la misma, pero sus proyectos varían de acuerdo con el contexto

que viven en el momento.

Entre sus objetivos se encuentra la construcción del aprendizaje a través del juego de manera que se empodere a los niños de una forma creativa, involucrada y para toda la vida, de tal manera que puedan enfrentar los retos de los cambios actuales, retos globales y un mundo totalmente interconectado gracias a la globalización.

El club de Bricks 4 Kidz ofrece programas basados en proyectos diseñados para enseñar los principios de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas dirigidos por la metodología STEM a través de proyectos enfocados a niños entre 4 a 12 años. Los programas están diseñados de una manera divertida y desafiante utilizando LEGO®, Technic & Robotics. Los kits están especialmente diseñados y los modelos basados en temas que proporcionan los componentes básicos para enfocarse en el juego educativo apoyando en:

- ☞ la selección de conceptos STEM apropiados para la edad,
- ☞ el fortalecimiento de la confianza y las habilidades para resolver problemas,
- ☞ el fomento al trabajo en equipo y la sociabilización,
- ☞ el estímulo de la imaginación,
- ☞ y la promoción de aprendizajes significativos aunados a la alegría, la interacción social y que involucra al niño activamente.

Este modelo se puede observar en la imagen de la derecha.

Una clase similar a Bricks 4 Kidz es *LEGO education* que tiene una dinámica de clase donde

el ensamblaje de piezas ayuda a los niños a pensar en una forma ordenada y lógica para formar diferentes figuras, edificios, ciudades y hasta máquinas con las piezas



Ilustración 1. Habilidades STEM para retomar en el juego.  
Fuente: Rojas, 2019. P. 17

de lego. Sin embargo, su diseño da a los niños la libertad de construir lo que quieran sin guiarse de un proyecto estructurado como lo hace Bricks 4 kidz.

Los kits de proyectos están organizados en cuatro niveles:

Cada nivel está enfocado de acuerdo con

la madurez de los alumnos.

Específicamente en el caso del club en el

Colegio The Edron, sólo se utilizan los

colores verde y azul hasta el momento.



El verde se enfoca en los alumnos



Circulo verde = fácil



Cuadrado azul = difícil



Estrella amarilla = Muy difícil



Estrella amarilla = Muy difícil

Ilustración 5. Indicadores de dificultad en los proyectos Bricks 4 Kidz. Creación propia.

de kínder e incluyen un proyecto impreso en papel con imágenes que los guían paso a paso, una caja con los legos, conectores y ruedas ordenados por color y tamaño.

Además, para fomentar la creatividad y solución de problemas en los proyectos también se incluye la llamada “*Bag free play lego*”, una bolsa azul con un cordón

que se convierte en tapete para sentarse sobre ella y construir con los legos que lleva dentro. Es importante mencionar que en el paquete verde sólo se trabaja con

legos duplo, esto es del tamaño más grande que ofrece la marca. Para el educador del taller se incluye en este kit una presentación en Power Point donde se explica

cada proyecto, una guía impresa para maestro con los objetivos, la preparación, el número del proyecto a ejecutar, el vocabulario a introducir y los antecedentes del

proyecto. El profesor debe preparar el material que utilizará de acuerdo con el número de alumnos que tendrán el club. Por cada uno: motor y batería, la caja del

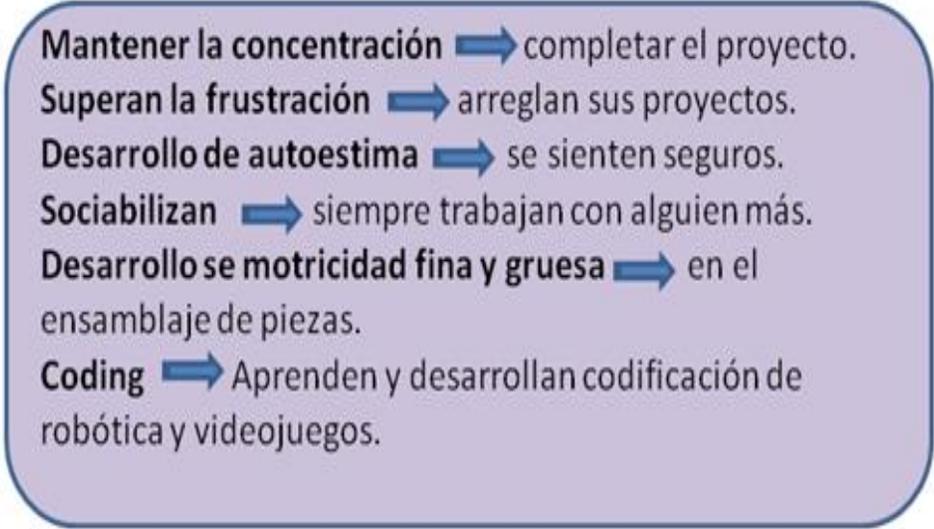
proyecto y la “*Bag free play lego*” (la bolsa con los legos duplos para construcción libre).

 Los kits azules son utilizados principalmente en nivel primaria. Debido a que la clase se compone de niños de primero y hasta de cuarto de primaria mezclados, el profesor también suele preparar kits verdes para los alumnos menos experimentados y los organiza en equipos de 4 alumnos de acuerdo a sus habilidades. Los Kits azules contienen para cada niño un proyecto impreso con las instrucciones paso a paso y la imagen de ensamblaje de las piezas (a diferencia del proyecto verde, estas hojas suelen tener más información y las imágenes un menor tamaño), una caja con legos con más compartimentos, pues los legos son tamaño estándar de diferentes dimensiones de acuerdo con su ancho, altura y el número de “stud” que tienen (borde de ensamblaje), seguidos por codos, ruedas y figuras. En este proyecto ya se maneja más diversidad de tamaños y formas en piezas. El kit del maestro es muy similar al kit verde: contiene una presentación en Power Point donde se explica el proyecto, una guía impresa del maestro con los objetivos, la preparación, el número del proyecto a ejecutar, el vocabulario a introducir, los antecedentes del proyecto con lista donde se sugieren preguntas abiertas para inducir a los niños a iniciar y a cerrar sus clases, donde expresen sus conocimientos previos del tema, se induzcan nuevos conocimientos y al final reflexionen sobre ellos. El profesor debe preparar el material que utilizará de acuerdo con el número de alumnos en el club, para cada uno: motor y batería que ya no serán opcionales como en el color verde y la caja.

En ambas clases, el profesor tiene la responsabilidad de mantener el material limpio, para lo cual fomenta acciones como el lavado de manos antes de iniciar la clase y al terminarla, en especial cuando se trabaja en espacios donde los niños se sientan

en el piso. Además, debe fomentar la participación en equipo trabajando en pequeños grupos donde los alumnos colaboran: uno encuentra piezas, otro guía y otro ensambla. Antes de finalizar la clase el profesor enseña a los pequeños a organizarse para acomodar todas las piezas nuevamente en su lugar de manera cooperativa. Cuando los alumnos trabajan en equipos cada uno con su propio proyecto es importante que los compañeros del equipo ayuden para que nadie del equipo se quede atrás fomentando la colaboración.

Cuando se arman los proyectos los alumnos logran:



- Mantener la concentración** ➡ completar el proyecto.
- Superan la frustración** ➡ arreglan sus proyectos.
- Desarrollo de autoestima** ➡ se sienten seguros.
- Sociabilizan** ➡ siempre trabajan con alguien más.
- Desarrollo de motricidad fina y gruesa** ➡ en el ensamblaje de piezas.
- Coding** ➡ Aprenden y desarrollan codificación de robótica y videojuegos.

### **3.3.1 Cómo se incorporan STEM y los estándares educativos en las clases de Bricks 4 Kidz®.**

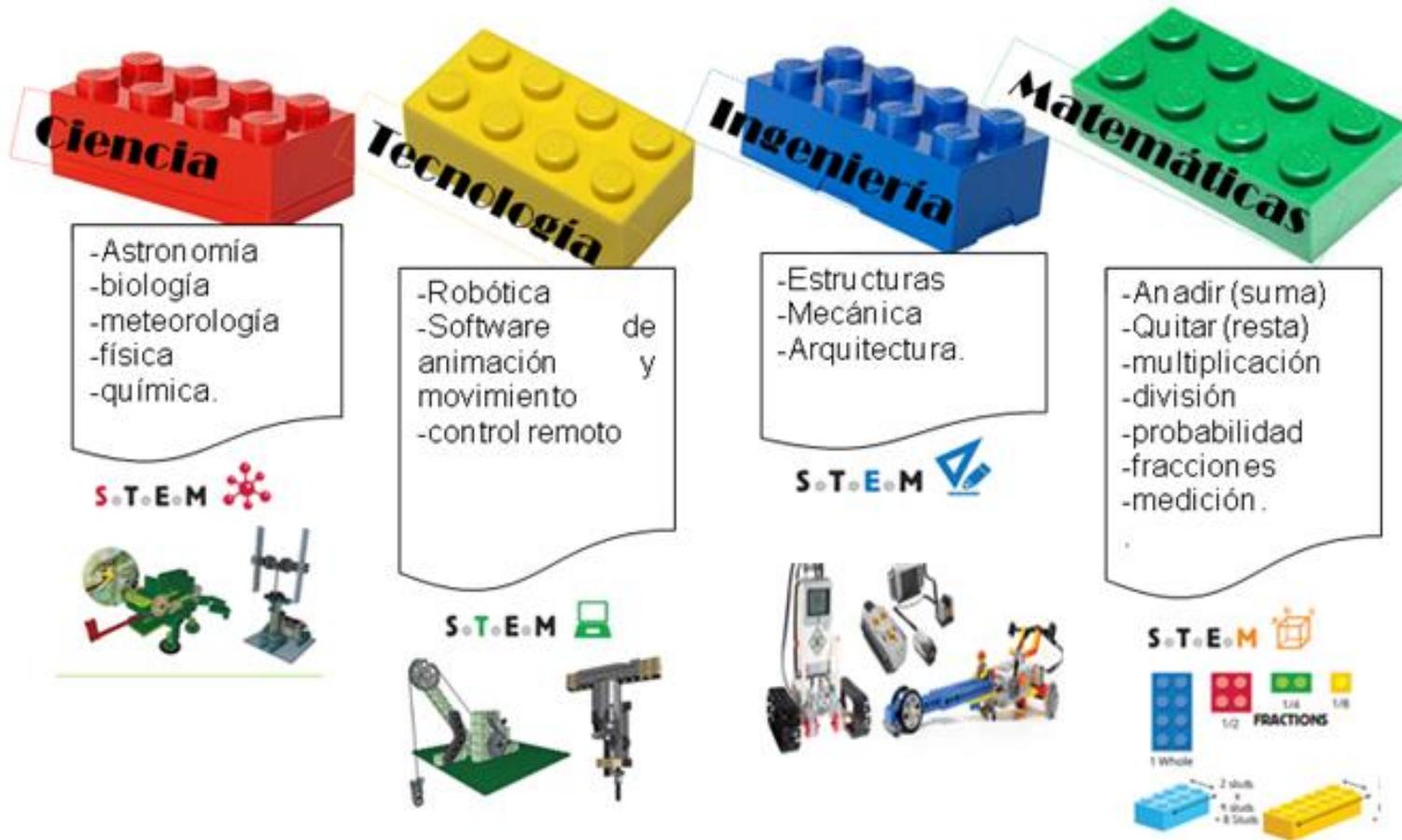
Desde que se incorpora la metodología STEM en las clases de Bricks 4 kidz en 2018, se han manejado unidades de Bricks 4 kidz de 6 semanas centradas en un aspecto de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, y junto con ello se abordan aspectos tecnológicos de STEM. Su metodología está basada en su logo “*We learn,*

*we build, we play*" (aprendemos, construimos, jugamos) y enfocada en las habilidades STEM.

Algunos ejemplos de cómo se incorporan las habilidades STEM en las clases de Edron Plus son:

-  Usar preguntas abiertas, buscando la colaboración de todos para contestar y retroalimentar.
-  Al realizar los proyectos cada estudiante tiene su propio material, más deben trabajar en equipo, compartir, comunicarse y apoyarse.
-  Utilizar el juego libre para que los alumnos creen y construyan utilizando sus ideas.
-  Trabajar con dispositivos electrónicos en algunas sesiones.
-  Plantear problemas actuales y novedosos.

Ilustración 6. Habilidades STEM en el club Bricks 4 Kidz.



Fuente: Creación propia con base en el club Bricks 4 Kidz en el Colegio The Edron.

### **3.3.2 Programa Studio 2.0**

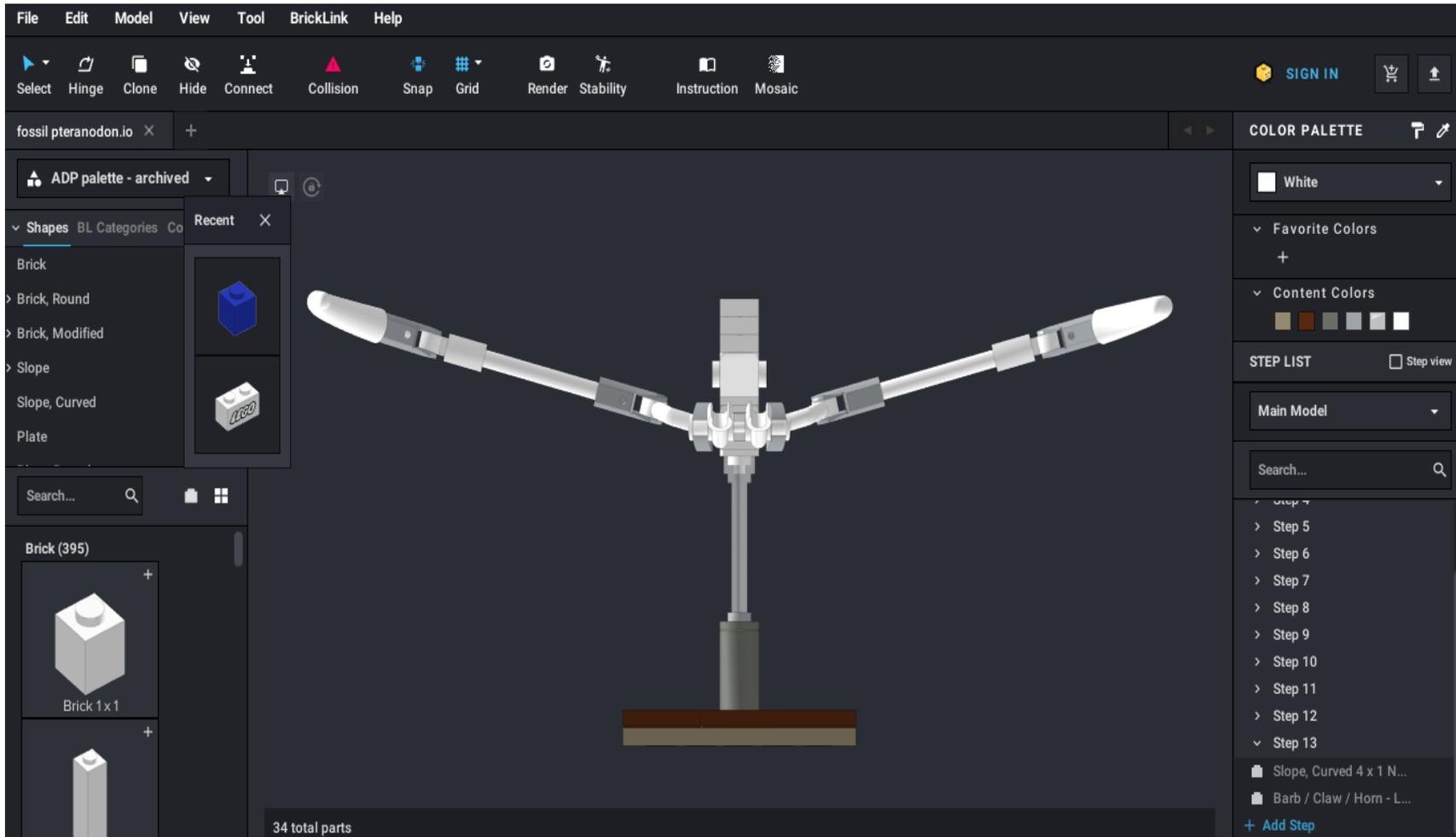
Studio 2.0 es una aplicación y software creada por la marca Bricks 4 Kidz® para crear construcciones en legos virtuales. Esta plataforma actualmente se encuentra para descarga libre y gratuita a los usuarios con de sistemas operativos Mac y Windows.

Dada la contingencia por COVID-19 que se está viviendo a nivel mundial, en México el club de Bricks 4 Kidz abrió la invitación a sus estudiantes a explorar la plataforma y construir nuevos proyectos y, dado que en el Colegio no se logró abrir ningún club por el momento, la plataforma ofrece videos tutoriales para aprender a usarla. La plataforma es sencilla, contiene todos los tipos de legos existentes en forma y tamaño, alienta a la construcción intuitiva y sencilla, y una vez terminado un proyecto puede ayudar a generar instrucciones para poder reproducirlo en alguna otra ocasión de manera más sencilla.

El anexo 4 incluye un ejemplo de un proyecto ejemplificando los manuales que la plataforma 2.0 puede crear y que son parte del apoyo en el club de Bricks 4 Kidz.

La siguiente ilustración visualiza el aspecto de la actual plataforma Studio 2.0, pese a que su apariencia la haga lucir difícil de manejar, después de pasar unas horas frente al dispositivo encontrará que es muy sencilla de usar.

## Ilustración 7. STUDIO 2.0



Fuente: NULLSPACE, 2020.

### **3.4 Club STEM**

El club de STEM es un club impartido por 2 profesionales: un experto que coachea a los alumnos y suele tener una formación científica; y un profesional educativo con formación pedagógica o psicológica. La organización del club está sustentada por la colaboración de ambos y pretende brindar las herramientas para aprender pensando y haciendo, basándose en problemas y diseñando, con el objetivo de construir algo tangible al final de cada sesión.

En el Colegio el club se imparte dos veces por semana con una hora de duración con un máximo de hasta veinte alumnos en una sesión. La recomendación es que el mismo grupo tome dos sesiones por semana para darle continuidad a sus proyectos. Sin embargo, la mayoría de los niños asisten sólo una vez por semana y la continuidad de sus proyectos se pierde, por lo que los responsables han tenido que adaptar sus proyectos de modo que se lleven a cabo de una manera alternada, por ejemplo, dos martes consecutivos para un proyecto y su sesión subsecuente, y dos jueves consecutivos para otro proyecto.

El trabajo que se realiza en el club puede ser individual o en grupos pequeños de colaboración con la finalidad de retomar e impulsar las competencias STEM, mejorando el conjunto de habilidades de cada alumno que colabora en el equipo de trabajo, aportando sus propias habilidades y siempre impulsando y retomando el vínculo con la vida real en una cadena de colaboración. El trabajo diario incluye investigación práctica y exploración abierta. Con ello me refiero a que el coach primero guía en la lección y lanza preguntas de predicción a los estudiantes para

que utilicen sus conocimientos previos mientras él va retroalimentando, y luego permite que los estudiantes verifiquen sus propias ideas y diseñen sus propias investigaciones para aplicar el conocimiento recién descubierto. Esto les permite desarrollar las habilidades del pensamiento crítico, que es otra de las competencias que se retoman en el capítulo 2 dentro las competencias STEM.

En una clase ordinaria en el colegio se utilizan juguetes STEM<sup>28</sup>. Es común verlos no sólo en el área de kínder, sino también en la primaria pues cada juguete utilizado es seleccionado de acuerdo con la edad. El club STEM estimula el juego, como lo menciono en la tabla 3 del capítulo 2 titulada “Estrategias didácticas para la educación STEM”. El aprendizaje basado en el juego es una de las estrategias utilizadas por la metodología STEM; los juguetes son educativos por naturaleza y si se incluyen adecuadamente en una lección pueden ser productivos y facilitar el aprendizaje.

Los materiales lúdicos que se utilizan son muy variables, nunca hay un material determinado e incluso se puede improvisar, como parte de la lección. Algunos ejemplos son:

- ☛ Materiales para juegos de construcción clásicos como bloques, regletas matemáticas y bloques magnéticos de todos los tamaños son utilizados para trabajar con los más pequeños aquellas lecciones donde intervienen los colores, formas y la creación de estructuras básicas. En el caso del club con

---

<sup>28</sup> Los juguetes STEM son un tipo determinado de materiales que ayudan a los niños a desarrollarse en las disciplinas STEM; con ellos se busca estimular la creatividad y la capacidad para resolver retos y problemas. Ejemplos de estos juguetes son los cubos de construcción lego y los juegos científicos.

los niños de primaria alta (edades más avanzadas), se utilizan bloques con robótica y se incorpora el movimiento.

- ☞ Materiales para juegos de simulación. El club cuenta con cuatro computadoras portátiles. En los juegos de simulación, el coach utiliza maquetas de forma física o digital en los dispositivos electrónicos. Algunos ejemplos que se trabajaron durante el año escolar y que me gustaría retomar porque tornaron lecciones de interés para el alumnado fueron aquellos que retomaron el cuerpo humano y sus órganos, la reconstrucción de esqueletos y fósiles, o la estructura de un volcán. Estos temas se acercaron de manera muy sencilla a comprender el funcionamiento vinculado con el mundo real.
- ☞ En los juegos de experimentación hay una variedad de materiales para utilizar como los comunes equipos de química y ciencia. Aquí el plus es la utilización de material reciclable.

### **3.5 Los alcances y las limitaciones de la metodología STEM en el programa Edron Plus.**

En este apartado realizo un análisis comparativo de ambos clubs, específicamente comparando cómo la metodología STEM es implementada y reflexiono desde mis experiencias educativas a lo largo de este ciclo escolar 2019-2020 si los clubes cumplen con dicha metodología.

Las comparaciones que realizo son con base en los objetivos, estructura, material, aprendizaje, enseñanza y evaluación.

**Tabla 5. Bricks 4 kidz Vs. STEM**

<b>Clubs</b>	<b>Bricks 4 Kidz</b>	<b>STEM</b>
<b>General</b>	En general se basa en la corriente constructivista. Los niños se encuentran activos, siempre armando y rediseñando.	Retoma varios métodos para apoyar la construcción del conocimiento de forma activa y significativa, definitivamente está basada en la corriente constructivista.
<b>Objetivo</b>	Construir a través del juego de forma creativa, involucrada y para toda la vida	Impulsar las competencias y vocaciones STEM, explicar y comprender los fenómenos desde las ciencias. Brindar las herramientas para aprender pensando, haciendo, basado en problemas y diseñando, con el objetivo de construir algo al final de cada sesión.
<b>Estructura</b>	Las clases tienen una estructura, se trabajan diferentes proyectos por sesión, pero la estructura de la clase siempre es la misma. Proyectos impresos enfocados en temas que se relacionan con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Proyectos previamente diseñados.	Las clases siempre son diferentes dependiendo de lo que requiera la lección para determinar el mejor enfoque para solucionar un problema. Siempre hay un intercambio de información.
<b>Material</b>	Kits: proyectos impresos, legos, baterías, ruedas y conectores.	No existe un kit específico, el material es muy variable, mencionaré algunos para ilustrar: materiales de construcción, reciclable, de ciencia, medio ambiente, etc.
<b>Aprendizaje</b>	El aprendizaje es significativo. El niño debe relacionar nuevas experiencias con algo que ya conocen. En el juego los niños suelen explorar lo que ya han visto y hecho, o notado que otros hacen, como una manera de entender lo que significa.	La corriente trata de implementar el aprendizaje significativo y terminar con el aprendizaje memorístico. Basado en la práctica y la exploración, sumando a la experiencia que se va adquiriendo a partir de la prueba y el error.

Clubs	Bricks 4 Kidz	STEM
<b>Enseñanza</b>	Aprendizaje por proyectos, juego y resolución de problemas. Enfoque interdisciplinario.	Cambiante de acuerdo con el tema. Basada en problemas, retos, proyectos, indagación y juego.
<b>Evaluación</b>	Reflexión y retroalimentación. Discusión sobre cómo se llegó al resultado final y qué dificultades se encontraron en el camino.	Evaluación sumativa y retroalimentación. Los conocimientos adquiridos y la capacidad de los alumnos para aplicarlos en situaciones variadas. El desarrollo de destreza, habilidades y cambio de actitudes.

**Tabla 5. Elaboración propia con base en el observaciones y reflexiones propias.**

Los aciertos y los errores que se han cometido al aplicar la metodología STEM desde mi punto de vista no son porque la metodología sea mala o buena por sí misma. Ambos clubes retoman particularidades de la metodología y el coach le da su toque personal al transmitir, nunca una clase es igual a otra. Sus errores, considero, se deben a la falta de experiencia y conocimiento en su aplicación. Una de las limitantes que logré observar en las clases del club STEM es que los coaches no consiguen encontrar ejemplos del mundo real para acercar el tema a los alumnos de manera tangible. Muchas veces el segundo profesional (el pedagogo o psicólogo) debe intervenir en la planeación. Como cualquier maestro, el coach STEM no puede ser cualquier persona, y no sólo debe de tener conocimientos

científicos, sino que también debe de contar con la capacidad para hacerlos aprehensibles para los alumnos de acuerdo con la edad que tienen, deben también tener habilidades, disposición y aptitudes de trabajo.

En el caso de Bricks 4 kidz, llegó un momento en que la clase se volvió un sistema repetitivo, pues su estructura prácticamente en cada clase era la misma estructura. Por ello, algunos niños no lograron mantener la concentración y el interés y decidieron cambiar de club; claro es el ejemplo en el Colegio, éste club inició con alrededor de 20 niños en su primer mes, y a lo largo del tercer y cuarto mes se fueron cambiando al club de STEM o algún otro, quedándose en su mayoría sólo los más pequeños, esta clase cerró su ciclo con 14 alumnos y teniendo su peor etapa a mitad del ciclo con solo 6 alumnos.

El éxito o fracaso de la metodología STEM en los clubs del colegio se debe en gran parte a que:

- ✓ Los padres no se dan el tiempo en acudir a una feria de clubes, exposición de talleres, o algún otro evento donde se explique y expongan los beneficios y desafíos que se enfrentarán. Los padres necesitan más información sobre la importancia de implementar las innovaciones de STEM en las escuelas, de manera que puedan participar en la toma de decisiones en sus propios centros.
- ✓ Los clubs no están incluidos en el currículo formal, por tanto, las prácticas de los profesores/ coaches no tiene una correlación con las clases en horarios escolares. Falta la coordinación entre departamentos en el mismo centro escolar.

- ✓ Los alumnos están acostumbrados a separar asignaturas y no son capaces de trabajar de manera interdisciplinaria. De esta forma los clubes no logran que los alumnos vean la relación con sus asignaturas obligatorias.
- ✓ Los padres quieren ver resultados de aprendizaje inmediatos.

A lo largo del ciclo escolar me dediqué a observar el desenvolvimiento de los niños en diversas actividades dentro de los clubes, así como su comportamiento como parte del aprendizaje colaborativo. El objetivo era evaluar y retroalimentar al departamento para crear acciones para la mejora continua. En mis comentarios siempre he tratado de ser objetiva y quiero resaltar que siempre disfruté aprendiendo algo nuevo en materia de STEM.

### **3.6 Una visión desde otra perspectiva. Entrevista con una colega pedagoga, que labora en el colegio The Edron.**

El departamento Edron plus está integrado por un equipo pequeño que pertenece directamente a la plantilla del colegio, en total somos 5 personas: Una enfermera, dos nanas, una prefecta y la directora del programa. Cada una tenemos un rol diferente en el programa y realizamos diferentes funciones, tratando siempre de estar en constante comunicación con el fin de impulsar y mejorar día a día el servicio que ofrece nuestro departamento. Los profesores de cada club son parte del equipo externo y sólo se encargan de atender a los alumnos dentro de sus horarios, ellos pocas veces interfieren en otras actividades.

A continuación, anexo una entrevista realizada a una colega involucrada en el programa con la finalidad de tratar de darle a mi lector una visión desde otro punto

de vista de los clubes donde se implementa la metodología STEM. Se trata de Estefanía Arias, nana del programa Edron Plus y responsable de supervisar y apoyar antes, durante y después de cada club en el área de kínder.

<b>Entrevista</b>	
<b>Entrevistada: Estefanía Arias</b>	<b>Fecha:</b> Ciudad de México a 07 de noviembre del 2020
<b>Puesto:</b> Nana del programa Edron Plus	<b>Entrevistador:</b> Tania Leticia Gerardo Flores

### **1. Nos podría explicar cuál es tu rol dentro del programa Edron Plus.**

Mi rol en Edron Plus es coordinar la ejecución de distintos clubes extracurriculares. Generalmente me encuentro en el área de kínder con niños de 3 a 5 años, aunque también puedo cruzar al colegio y apoyar con los niños más grandes de primaria. Esto incluye desde que los profesores del horario formal nos entregan a los niños hasta el término de cada club y entrega a los padres, apoyo en la distribución de alimentos y vigilancia mientras los niños comen.

Tenemos la responsabilidad de salvaguardar a los niños hasta que se retiran de la institución con sus padres.

### **2. ¿Qué entiendes por STEM?**

Es una metodología utilizada en algunos clubes donde los profesores enseñan a los niños a través de la Ciencia (S), la Tecnología (T), la Ingeniería (E) y las Matemáticas (M), con diversas actividades que ayudan a los pequeños a comprender diversos temas de forma divertida, además de darles la oportunidad de experimentar y crear con sus propias ideas los contenidos.

Para ser honesta es una palabra nueva para mí, lo poco que sé de esta metodología lo he aprendido en el colegio.

**3. ¿Qué clubes identificas dentro del programa Edron Plus que se relacionen con la metodología STEM? Explica por qué.**

Los que encuentro que podrían tener similitud con STEM son:

- ✓ Club de Bricks 4 kidz debido a que utilizan la metodología STEM para apoyarse en sus proyectos y crear con cubos a través de un esquema o con el uso de la propia imaginación del alumno.
- ✓ Club de STEM, es uno de los clubes más novedosos en la escuela y es un club que se enfoca en solucionar problemas de la vida real, a través de la búsqueda de respuesta o nuevas soluciones, impulsando el trabajo en equipo de los niños; a pesar de que los niños son muy pequeños, los profesores siempre tratan de buscar un problema y explicarlo de una forma sencilla, poniéndose a la altura de los pequeños. ¡Los niños disfrutan utilizando su creatividad!

**4. Describe desde tu experiencia cómo los clubs anteriores fomentan el aprendizaje de competencias STEM en los niños.**

Ambos clubes fomentan en los alumnos la competencia tecnológica, apoyando a los niños a introducirse en el mundo digital a través de sus proyectos con cubos y motores que hacen que su producto final como un dinosaurio o un niño en un columpio pueda moverse. También impulsan el trabajo en equipo y, con ello, la comunicación: los niños constantemente trabajan juntos, les inculcan una cultura de

integración; la resolución de problemas es una de sus finalidades: los niños ocupan su creatividad ante un problema gracias a la guía que los profesores les brindan.

Por ejemplo: STEM les proporciona a los estudiantes un contenido que algunos conocen y otros no, pero son temas que están en el mundo que nos rodea. Al darles el contenido teórico más la ayuda con videos, el alumno crea una idea que es reforzada con una actividad divertida, les permite crear aprendizajes significativos constantemente.

**5. ¿Qué tipo de materiales se utilizan en los clubs que implementan la metodología STEM?**

Los materiales que utilizan en STEM son reutilizados. Como por ejemplo botellas de plástico, conos de papel de baño, tierra, semillas, entre otros. Además de materiales más tecnológicos como son una tableta o computadora. Siempre utilizan materiales diferentes.

En Bricks 4 Kidz se utilizan los cubos de lego, ya sean duplos o de tamaño normal, las baterías, las hojas impresas con los proyectos, etcétera. Este club tiene más definido su material.

**6. ¿Has observado que los clubes se hayan enfrentado a algún problema o reto en el programa Edron Plus o con los niños? Si tu respuesta es afirmativa podrías explicarnos cómo lo han resuelto.**

Hasta el momento no he notado que tengan algún problema. Al contrario, a mi parecer han hecho un excelente trabajo con los niños, acaparan su atención y les dan atención personalizada a cada alumno.

## **7. ¿Podrías narrar alguna experiencia grata relacionada con el aprendizaje en STEM?**

Una experiencia grata que tuve fue un día que trabajaron el tema del universo y crearon un cohete con un rollo de cartón de papel de baño y con hojas de colores. Los niños me contaron lo que les explicaron en clase y, al mismo tiempo, me mostraron el material que habían creado. Se veían contentos además de que lo utilizaron para jugar.

Podría decir varias en realidad, pues mi trabajo implica mucho la observación y cada semana los niños construyen y aprenden algo diferente.

### **3.7 Conclusiones de la entrevista.**

Para todo el equipo fue nuevo trabajar con los clubs como STEM y Bricks 4 Kidz. A lo largo de este ciclo escolar todas hemos aprendido algo nuevo. Aunque entre el equipo nos encontramos dos pedagogas y dos compañeras enfocadas en educación inicial, algunas con mucha más experiencia que otras, ninguna de nosotras había escuchado la palabra STEM o mucho menos sabíamos de qué trataba. Hemos aprendido a través de las pláticas que los promotores dan al ofrecer los clubs y al observar cada clase, observamos cómo los niños se apropian del conocimiento desde el juego o la práctica: ellos siempre tienen algo nuevo que hacer. Desafortunadamente la pandemia de COVID-19 se cruzó antes de finalizar el ciclo escolar, de lo contrario los padres hubiesen podido apreciar todo el trabajo que sus hijos realizaron durante el ciclo a través de exposiciones. Los niños en Bricks 4 Kidz armaron mini proyectos que formaban parte de uno más grande,

algunos armaron una granja, otros una feria, etc. El proyecto trataba de ir construyendo poco a poco el proyecto integrador.

### **3.8 Una reflexión**

Tras haber analizado y contrastado dos clubes que se basan en la metodología STEM, ahora me queda entrar de lleno a lo que será nuestro lugar y papel como pedagogos dentro de esta fascinante metodología: ¿qué papel tenemos como pedagogos? y ¿qué estamos haciendo para mejorar?

Es de suma importancia ofrecer programas de actualización para los profesionales de la educación para que esta metodología se difunda más, tanto en el ámbito privado como en el público. Para lograr la correcta adecuación a las realidades escolares de cada institución es importante trabajar en equipo con la implicación del profesorado, los directivos, las instituciones gubernamentales y la sociedad en general. Todos deben empezar a trabajar en conjunto hacia la mejora educativa y ver a la educación como un motor de futuro y desarrollo que se encuentra en constante renovación. Gracias a las nuevas tecnologías en el área de la información y la comunicación podemos informarnos de una forma rápida y veraz, y reflexionar sobre estas nuevas metodologías y procesos educativos.

Nuestra labor va más allá de saber que existen cambios en la educación. Nuestra labor es estar informados, tener conocimiento de qué tratan esos cambios, por qué dan resultado, averiguar cómo podemos aportar a esos cambios, etcétera. Es importante preocuparnos por el futuro y apoyar en la formación de esas generaciones que les toca afrontar ese futuro; la mejor manera de brindar

herramientas a nuestros niños es apoyar en el fomento en las vocaciones en carreras que tiene una apuesta en el futuro, las vocaciones STEM. Una mirada a las competencias requeridas, incluso en este momento, permite comprobar que se trata de dar respuesta a lo que realmente importa para hacer que las sociedades se modernicen y avancen, y para tales condiciones debemos lograr que la educación básica deje atrás definitivamente las percepciones tradicionales para comenzar a impulsar el aprendizaje de otras competencias como son las digitales, humanísticas y sociales que permitan sentirse cómodas a las nuevas generaciones en la nueva sociedad de la información y del conocimiento de que tanto se habla. Estos son aspectos para tener en cuenta en cualquier reforma del sistema educativo y que nosotros, los pedagogos y educadores, tenemos que asumir para dar respuesta a las necesidades del tejido productivo.

### **Conclusiones**

Nuestra búsqueda interminable por mejorar como seres humanos en todos los aspectos nos ha llevado a inventar, innovar, probar y renovar cada vez más procesos. En la educación esto no es una excepción. Nos hemos dado a la tarea de enseñar a nuestros niños cada vez con más riqueza. Desde la educación inicial, el preescolar asume un papel formativo importante para ayudar a los niños a encaminar sus gustos en las ciencias duras y no perderlos; actualmente vivimos una crisis donde nos faltan estudiantes interesados en carreras STEM. Si no queremos que la automatización y el crecimiento tecnológico reemplacen las actividades de trabajo, las escuelas deben ofrecer materias con mayor enfoque en

la metodología STEM, incluyendo la robótica, programación y ciencias de datos, enseñar de una manera menos estructurada y más influyente para que la creatividad y las ciencias conjuguen en un mismo plano de aprendizaje. Incluir los principios de la metodología STEM es una alternativa para el progreso donde la visión interdisciplinaria es una base para aprender de forma holística y no cerrada.

En ese sentido, la creación de capacidades se debe llevar a cabo a través de las disciplinas STEM en un mundo con cambios constantes en el que es necesario conjugar metodologías tradicionales con otras que inspiren y equipen a los estudiantes para resolver problemas reales, desarrollando habilidades conductuales, competencias tecnológicas y técnicas que les sean útiles para la vida.

## Referencias

### Referencias bibliográficas

- Botero, J. (2018). *Educación STEAM- Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*. Barcelona: Agencia ISBN Cámara del libro.
- Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: Mc Graw Hill.
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. España: Debate.
- Pla, M. Cano, E y Lorenzo, N. (2002). María Montessori: “*El Método de la pedagogía científica.*” *En El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI*. Barcelona: Trillas.

### Referencias electrónicas

- Aburto, P. (2018). *Reflexiones sobre la Metodología de Aprender haciendo, una guía para los profesores y un acercamiento a los escenarios de aprendizaje*. Consultado el 20 de agosto 2020. Recuperado de <https://www.unan.edu.ni/wp-content/uploads/2019/04/unan-managua-articulo-aprender-haciendo.pdf>
- Bricks 4 kidz. *¿Qué es bricks 4 kidz?* Consultado el 15 de octubre del 2020. Recuperado de [https://fullanuncios.com/mailling/379/bricks\\_4kidz.pdf](https://fullanuncios.com/mailling/379/bricks_4kidz.pdf)
- Campbell, C. Speldewinde, C. Howitt, C. y MacDonald A. (2018). *STEM Practice in the Early Years*. Consultado el 12 de septiembre 2020. Recuperado de <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=81857#:~:text>

=Research%20is%20emerging%20that%20signals,knowledge%20and%20i  
nterests%20(NRC).

CONACyT. (2017). *La Educación en Ingeniería para niños y jóvenes (STEM K-12)*.

Consultado el 18 de agosto de 2020. Recuperado de  
[https://www.ai.org.mx/sites/default/files/4.\\_la\\_educacion\\_en\\_ingenieria\\_par  
a\\_ni\\_os\\_y\\_jovenes\\_stem\\_k\\_12.pdf](https://www.ai.org.mx/sites/default/files/4._la_educacion_en_ingenieria_para_ni_os_y_jovenes_stem_k_12.pdf)

Council of Europe. (2017). *La Globalización*. Consultado el 22 de agosto 2020.

Recuperado de <https://www.coe.int/es/web/compass/globalisation>

Delgado, P. (2019). *Educación STEAM: ¿qué es y cómo sacarle provecho?*

Consultado el 29 de agosto 2020. Recuperado de  
[https://observatorio.tec.mx/edu-news/educacion-stem-que-es-y-como-  
sacarle-provecho](https://observatorio.tec.mx/edu-news/educacion-stem-que-es-y-como-sacarle-provecho)

Delors, J. (1997). *La educación encierra un tesoro*. México: UNESCO. Consultado

el 30 de agosto de 2020. Recuperado de  
[http://innovacioneducativa.uaem.mx:8080/innovacioneducativa/web/Docum  
entos/educacion\\_tesoro.pdf](http://innovacioneducativa.uaem.mx:8080/innovacioneducativa/web/Documentos/educacion_tesoro.pdf)

Galería Studio (2018). *Fósil de pteranodón*. Consultado el 30 de octubre del 2020.

Recuperado de

<https://www.bricklink.com/v3/studio/design.page?idModel=27256>

Generación Anáhuac. (2020). *Programa STEM*. Consultado el 19 de agosto 2020.

Recuperado de [https://www.anahuac.mx/generacion-  
anahuac/www.prepa.anahuac.mx](https://www.anahuac.mx/generacion-anahuac/www.prepa.anahuac.mx)

Gobierno de México. (2017). *SEP. Niñas STEM*. Consultado el 20 de agosto 2020  
Recuperado de  
[http://ninastem.aprende.sep.gob.mx/en/demo/Quienes\\_somos](http://ninastem.aprende.sep.gob.mx/en/demo/Quienes_somos).

IBERDROLA México. (2020). *Un impulso a las carreras STEM*. Consultado el 09  
septiembre 2020. Recuperado de <https://www.iberdrolamexico.com/un-impulso-a-las-carreras-stem/>

IMSS. (2020). *Todo sobre la prevención del COVID-19. ¿Qué es el coronavirus COVID-19?* Consultado el 20 octubre 2020. Recuperado de  
<https://climss.imss.gob.mx/cursos/coronavirus/t1/index.php>

Laguna, M. (2017). *Guía para trabajar STEM en el aula*. Consultado el 31 de agosto  
de 2020. Recuperado de  
<https://spain.minilandeducational.com/school/metodologia-stem-en-el-aula>

Leggon, C. y Gaines M. (Eds). (2017). *STEM and social justice: teaching and learning in diverse settings. A global perspective*. USA: Springer. Consultado el 08 de septiembre del 2020. Recuperado de  
<https://www.axtonbooks.com/shop/product/9783319562964-stem-and-social-justice-teaching-and-learning-in-diverse-settings-a-global-perspective-550049#attr=1390072,670433,871886,983032>

López, M. Córdoba y C. Soto, J. (2020). *Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI*. Consultado el 26 de septiembre del 2020. Recuperado de  
[https://www.researchgate.net/publication/341909377\\_Educacion\\_STEMSTE](https://www.researchgate.net/publication/341909377_Educacion_STEMSTE)

AM\_Modelos\_de\_implementacion\_estrategias\_didacticas\_y\_ambientes\_de  
\_aprendizaje\_que\_potencian\_las\_habilidades\_para\_el\_siglo\_XXI/link/5ed8f  
1ae92851c9c5e7bc059/download

National Science Foundation. (2020). *About the National Science Foundation*.

Consultado el 18 de agosto 2020. Recuperado de <https://www.nsf.gov/about/>

NULLSPACE. (2020) *Construyendo modelos LEGO usando Studio 2.0*. Consultado

el 30 de octubre del 2020. Recuperado de  
[sg.nullspacegroup.com/education/building-lego-models-using-studio-2-0/](http://sg.nullspacegroup.com/education/building-lego-models-using-studio-2-0/)

McClure, E. Guernsey, L. Clements, D. Nall, S. Nichols, J. Kendall-Taylor, Nat y

Levine, M. (2017). *STEM starts early. Grounding science, technology,  
engineering, and math education in early childhood*. Consultado el 10 de

septiembre 2020. Recuperado de  
[https://www.researchgate.net/publication/313198613\\_STEM\\_starts\\_early\\_G  
rounding\\_science\\_technology\\_engineering\\_and\\_math\\_education\\_in\\_early\\_  
childhood](https://www.researchgate.net/publication/313198613_STEM_starts_early_Grounding_science_technology_engineering_and_math_education_in_early_childhood)

Moomaw, S. (2013) *Teaching STEM in The Early years: activities for integrating*

*science, technology, engineering, and mathematics*. Consultado el 11 de  
septiembre 2020. Recuperado de [https://www.redleafpress.org/Teaching-  
STEM-In-The-Early-Years-Activities-for-Integrating-Science-Technology-  
Engineering-and-Mathematics-P785.aspx](https://www.redleafpress.org/Teaching-STEM-In-The-Early-Years-Activities-for-Integrating-Science-Technology-Engineering-and-Mathematics-P785.aspx)

Movimiento STEM. (2020) *¿Qué es movimiento STEM?* Consultado el 17 de agosto

de 2020. Recuperado de <https://movimientostem.org/>

- OCDE. (2018). *Iniciativa NinaSTEM Pueden*. Consultado el 20 de agosto 2020. Recuperado de <https://www.oecd.org/centrodemexico/iniciativa-niastem-pueden.htm>
- Pérez, E. (2016). *Aspectos importantes para reconocer una competencia*. Consultado el 30 de agosto de 2020. Recuperado de <https://gesvin.wordpress.com/2016/07/20/4-aspectos-importantes-para-reconocer-una-competencia-infografia/>
- Real Academia Española (2019). *Diccionario de la Real Academia Española*. Consultado el 24 de septiembre 2020. Recuperado de <https://dle.rae.es/vocaci%C3%B3n>
- Rojas, G. (Coord.) (2019). *Visión STEM para México*. México. Consultado el 15 de agosto 2020. Recuperado de <https://www.cce.org.mx/wp-content/uploads/2019/01/Visio%CC%81n-STEM.pdf>
- Sanders, M. (2009). *STEM, STEM Education, STEMmania*. Consultado el 20 de agosto 2020. Recuperado de <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Secretaría de Educación Pública. (2017). *Aprendizajes claves para la educación integral. Plan y programas de estudio, orientaciones didácticas y sugerencias de evaluación*. Consultado el 14 de septiembre 2020. Recuperado de <https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/biblioteca/preescolar/1LpM-Preescolar-DIGITAL.pdf>

The Edron Academy. (2020) ¿Quiénes Somos? Consultado el 27 de agosto 2020 Recuperado de <https://www.edron.edu.mx/our-team/#>

The Edron Academy-Official. (27 de agosto del 2019). *Bienvenidos a Edron Plus, el afterschool británico del Edron.* (Publicación de facebook). Consultado el 23 de octubre 2020. Recuperado de <https://www.facebook.com/TheEdronAcademy/posts/3611225182236488/>

The LEGO Foundation. (2017). *Aprendizaje a través del juego: Nuestra definición.* Consultado el 15 de octubre 2020. Recuperado de [https://www.legofoundation.com/media/1432/learning-through-play-leaflet\\_lam-spanish-version.pdf](https://www.legofoundation.com/media/1432/learning-through-play-leaflet_lam-spanish-version.pdf)

Toma, R. y Greca, I. (2017). *Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de educación primaria. En la enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo.* Consultado el 27 de agosto 2020. Recuperado de <https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/15580/1/visibilizar-cient%C3%ADficas.pdf>

UNESCO. (2019). *Cracking the code: girls´andwomen´s education in STEM.* Consultado el 25 de agosto 2020. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253479>

World Economic Forum. (2016). *Reunión Anual del Foro Económico Mundial.* Consultado el 23 de agosto de 2020. Recuperado de <https://www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2016>

### Referencias de artículos de revistas electrónicas

- Arabit, J. y Paz, M. (2020). *Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en educación primaria: análisis de necesidades*. PIXEL BIT, Revista de medios y educación. No. 57
- Beltrán, M. (2018). *Formación STEM en el grado de maestro: una experiencia docente*. En revista electrónica d'innovacio educativa. No. 20. Consultado el 09 de septiembre 2020. Recuperada de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6477557.pdf>
- Casal, J. (2019). *Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias*. Consultado el 29 de agosto 2020. Revista de Ciencias de la Educación. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/337334666\\_STEM\\_Oportunidades\\_y\\_retos\\_desde\\_la\\_Ensenanza\\_de\\_las\\_Ciencias](https://www.researchgate.net/publication/337334666_STEM_Oportunidades_y_retos_desde_la_Ensenanza_de_las_Ciencias)
- Frade, L. (2009). *Matices: las diferencias entre el enfoque por competencias y el constructivismo*. En revista electrónica calidad educativa. Consultado el 29 de agosto 2020. Recuperado de <http://www.calidadeducativa.com/articulos/Vol-02/Art-6-Matices-las-diferencias-entre-el-enfoque-por-competencias-y-el-constructivismo.pdf>
- García, Y. Reyes, D. y Burgos, F. (2017). *Actividades STEM en la formación inicial de profesores: Nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI*. En revista electrónica Diálogos Educativos Vol. 18. (No. 33). Consultado el 06 de septiembre 2020. Recuperado de <http://revistas.umce.cl/index.php/dialogoseducativos/article/view/1168/1177>

López, V. Couso, D. y Simarro, C. (2018) *Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y Por qué Llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías*. En la revista digital de educación a distancia, XXX. No. 58. Consultado el 10 de septiembre 2020. Recuperado de [https://www.um.es/ead/red/58/lopez\\_et\\_al.pdf](https://www.um.es/ead/red/58/lopez_et_al.pdf)

Serrano, J. Y Pons, R. (2011). *El constructivismo hoy: Enfoques constructivistas en educación*. En la revista electrónica de investigación educativa Vol. 13 (No. 1). Consultado el 27 de agosto 2020. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1607-40412011000100001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1607-40412011000100001&script=sci_arttext)

Vázquez, Á. y Manassero, M. (2007). *Las actividades extracurriculares relacionadas con la ciencia y la tecnología*. Revista electrónica de investigación educativa. Consultado el 24 de septiembre 2020. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/vol9no1/contenido-vazquez3.html>

## Anexos

**Anexo 1. Tabla 6. Relación STEM y el constructivismo en los procesos de enseñanza y aprendizaje con la metodología STEM.**

Alumno	Profesor/Coach <sup>29</sup>	Procesos enseñanza y aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Es responsable de su conocimiento (apropia, relacional y reconstruye).</li> <li>● Construye esquemas.</li> <li>● Observar al fenómeno se convierte en un ejercicio cotidiano para estimular la curiosidad (inicia la resolución del problema)</li> <li>● Construye y reconstruye saberes.</li> <li>● Soluciona problemas: es capaz de desarrollar preguntas, investigar, recopilar, organizar y sacar conclusiones.</li> <li>● Es autosuficiente, es capaz de usar la iniciativa y mantener su motivación. Desarrolla confianza en sí mismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aproxima al alumno a un fenómeno, tal y como se presenta en la naturaleza.</li> <li>● Guía, media aproxima, acompaña, y construye puentes entre el alumno y el conocimiento.</li> <li>● Promueve habilidades del pensamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El proceso está centrado en el estudiante.</li> <li>● La resolución de problemas es el elemento central, se realiza de forma innovadora y creativa.</li> <li>● Se llevan a cabo aprendizajes significativos y vivenciales en la medida en que el alumno se enfrenta con situaciones del mundo real.</li> <li>● Aprendizaje por descubrimiento</li> </ul>
<p>Prácticamente el proceso de aprendizaje se da en la interacción de las tres columnas cuando el alumno:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entiende: debe basarse en un problema real.</li> <li>2. Imagina: lo que puede hacer con lo que ya conoce de forma creativa.</li> <li>3. Diseña: utiliza tecnología y arte para crear una solución.</li> <li>4. Construye: trabaja en equipo y concluye.</li> <li>5. Prueba: al aplicar las ciencias y las matemáticas.</li> <li>6. Mejora: aprende una nueva forma de pensar para actuar en el mundo e incluso replantea el proceso realizado.</li> </ol>		

**Tabla 6. Elaboración propia con base en Díaz-Barriga (2002) y Rojas (2019)**

<sup>29</sup> En STEM es común referirse al maestro como Coach, refiriéndonos al profesional que guía y acompaña en el crecimiento personal de su Coach o alumno.

## Anexos 2. Tabla 7. Competencias que desarrolla la metodología STEM

Competencias STEM	
1. Pensamiento Crítico/ Creatividad/ Resolución de Problemas	Desarrolla el pensamiento crítico y resuelve problemas con creatividad. Se pregunta para resolver problemas, se informa, analiza, argumenta las soluciones y reflexiona
2. Resolución de problemas	Fortalece su pensamiento matemático. Amplía su conocimiento de técnicas y conceptos matemáticos para plantear y resolver problemas y analizar situaciones.
3. Alfabetización de datos	a) Gusta de explorar y comprender el mundo natural y social b) Muestra responsabilidad por el ambiente c) Cuida su cuerpo y evita conductas de riesgo.
4. Comunicación	Se comunica con confianza y eficacia. Comprende y se expresa de forma correcta.
5. Colaboración	Tiene iniciativa y favorece la colaboración. Reconoce, respeta y aprecia la diversidad de capacidades y visiones al trabajar de manera colaborativa.
6. Alfabetización digital y ciencias computacionales	Compara y elige los recursos tecnológicos a su alcance y los aprovecha con una multiplicidad de fines. Aprende diversas formas para comunicarse y obtener información, seleccionarla, analizarla, evaluarla, discriminarla y construir conocimiento.

Tabla 7. Elaboración propia con base Rojas (2019, p. 32-33)

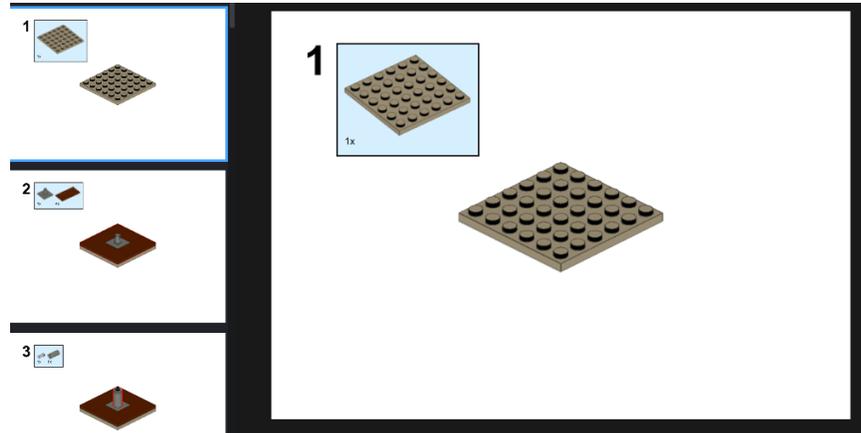
**Anexo 3. Tabla 8. Actividades STEM**

Actividades	Ciencia	Matemáticas	Tecnología	Competencias y habilidades
Los niños construirán “casitas” utilizando palos y ramas.	Encontrar ramas fuertes que sean capaces de sostener.	Medir las ramas, calcular si se adaptan al espacio disponible. Elegir el mejor tamaño.	Investigar qué tipo de materiales podemos conseguir en la naturaleza. (adecuados para el propósito y que le resulten estéticos).	Resolución de problemas, estimulación y aproximación. Analizar y utilizar el pensamiento creativo.
Observando el clima.	Observar las nubes y sus formas. Implementar la discusión sobre qué causa la lluvia y el arcoíris.	Medición de lluvia.	Los niños crean nubes, arcoíris y lluvia como una exposición en sus salones de clases.	Observación (de nubes), medición, reconocimiento (escalas=diferencia en tamaño y formas).
El médico y la medicina (centro temático).	Colección de huesos, esqueleto y modelo de cuerpo humano.	Hacer la medición de algunos huesos, ordenar por tamaños y formas. Medición de las partes del cuerpo.	Puede adaptar palos de madera como herramientas para una consulta.	Puede clasificar huesos, estableciendo y justificando los criterios de clasificación.
Jugando con el equilibrio. (Se colocan objetos en un tronco que esté recostado, contando cuántos y cuánto tiempo se mantuvieron en el tronco antes de caerse.		Los niños utilizan las cuentas de cuántos objetos, cuánto tiempo y llevan un registro.	Adaptar un par de palos de madera para crear unas pinzas y recoger los objetos con ellas.	Creatividad y reconocimiento de patrones.
Aprendiendo acerca de los animales.	Encontrar pequeños animales y sus hogares.	Medir el tamaño del contenedor donde quepa el animalito.	Construir un ambiente similar a las casas de los animales que encontramos.	Observación, descripción y construcción de hogares aptos para cada animalito.

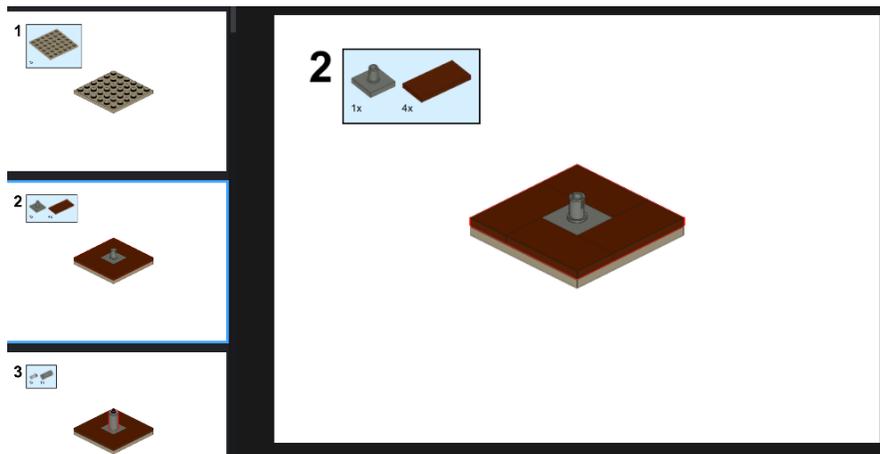
**Tabla 8. Traducción propia con base en Campbell (2018, p 20).**

## Anexo 4. Fósil de Pteranodón.<sup>30</sup>

### Paso 1

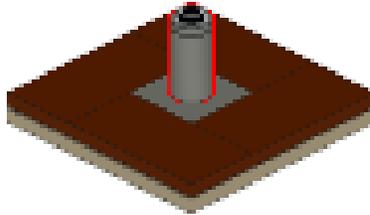


### Paso 2

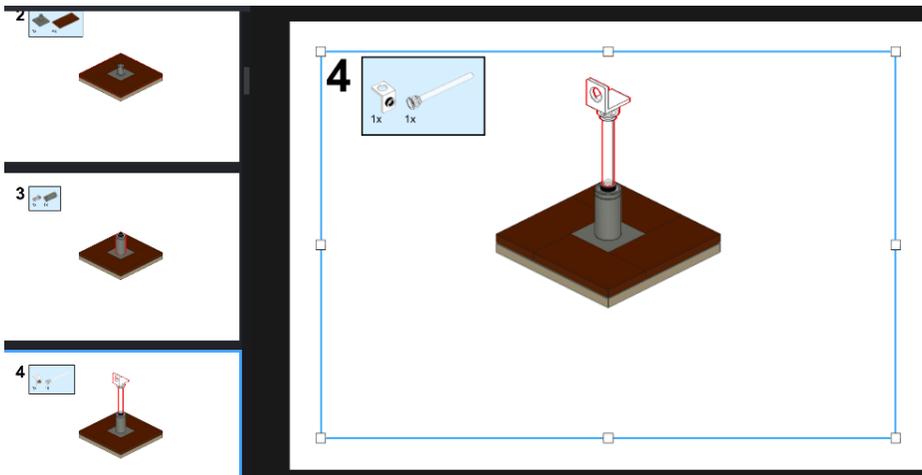


<sup>30</sup> El manual está basado en un proyecto tomado de la página Galería Studio, 2020. El proyecto fue descargado de la galería y abierto en la plataforma Studio 2.0. Gracias a sus herramientas logré descargar las imágenes para colocarlas como instrucciones.

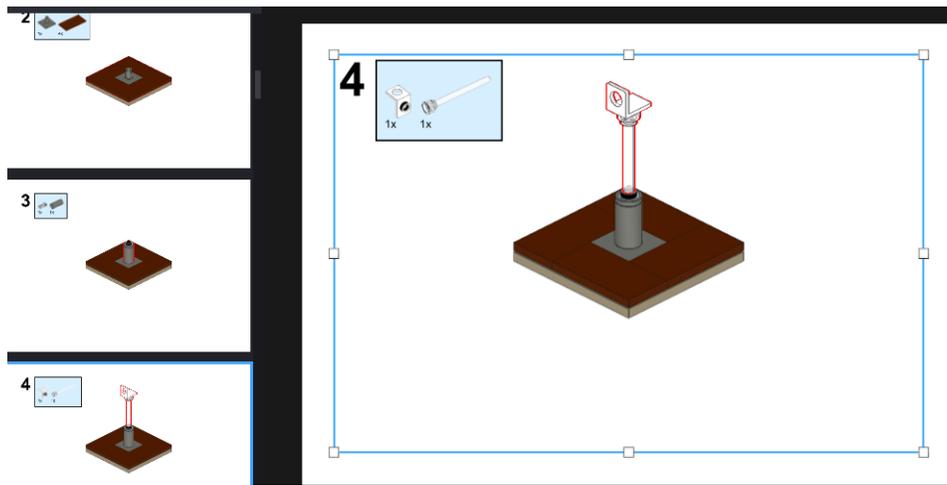
### Paso 3



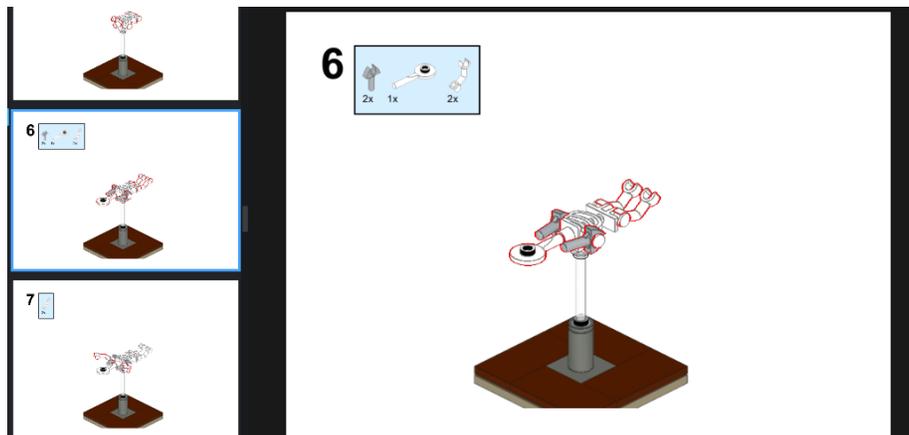
### Paso 4.



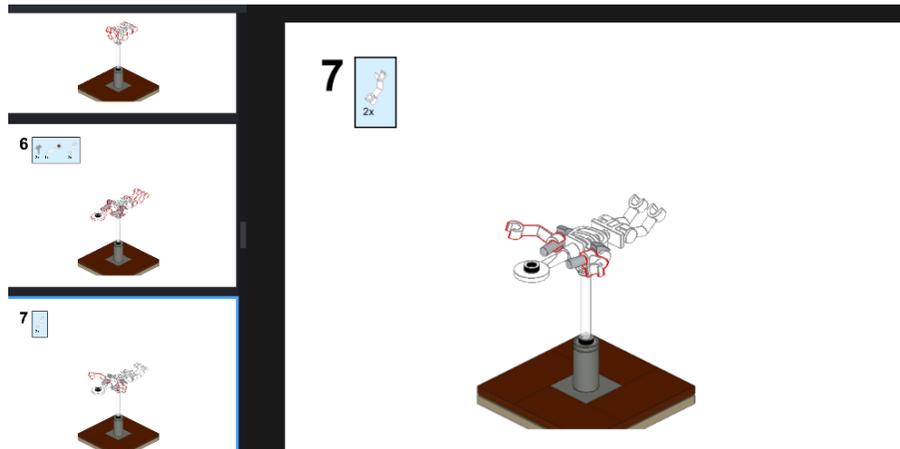
### Paso 5.



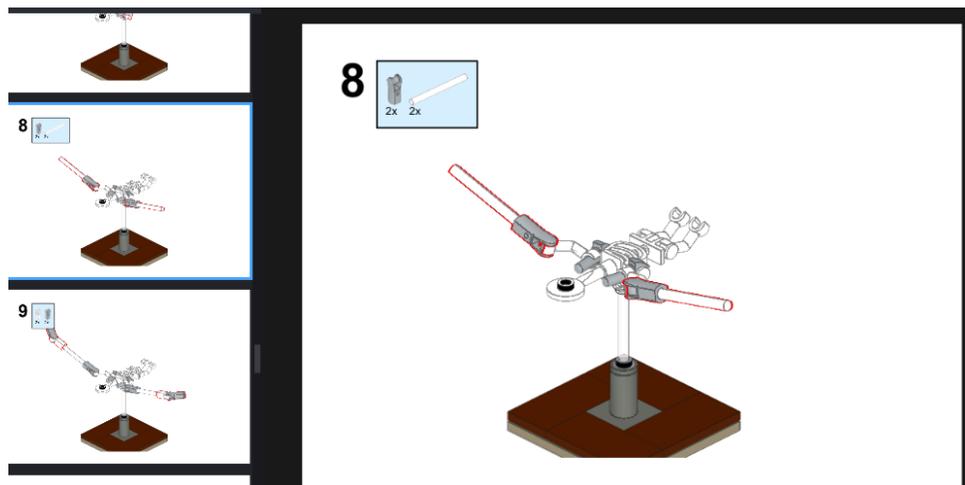
### Paso 6



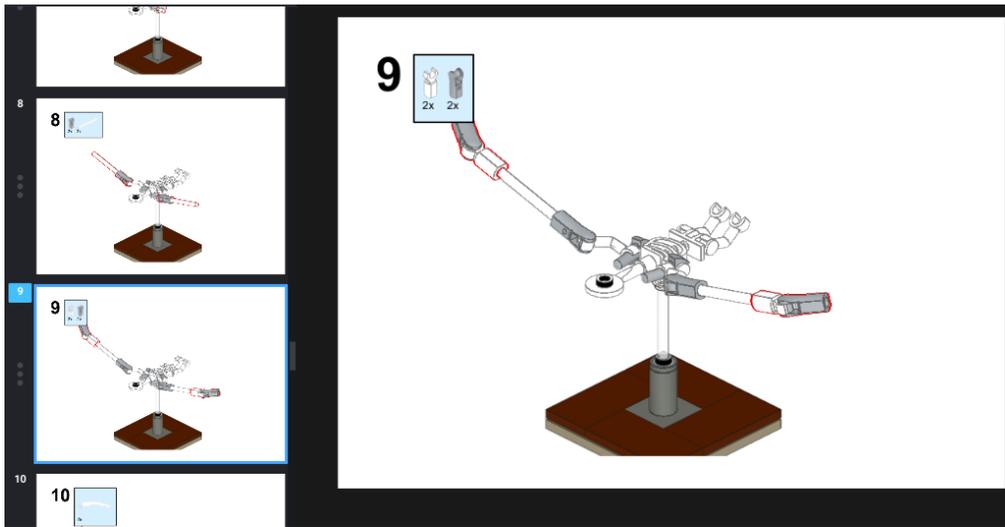
## Paso 7



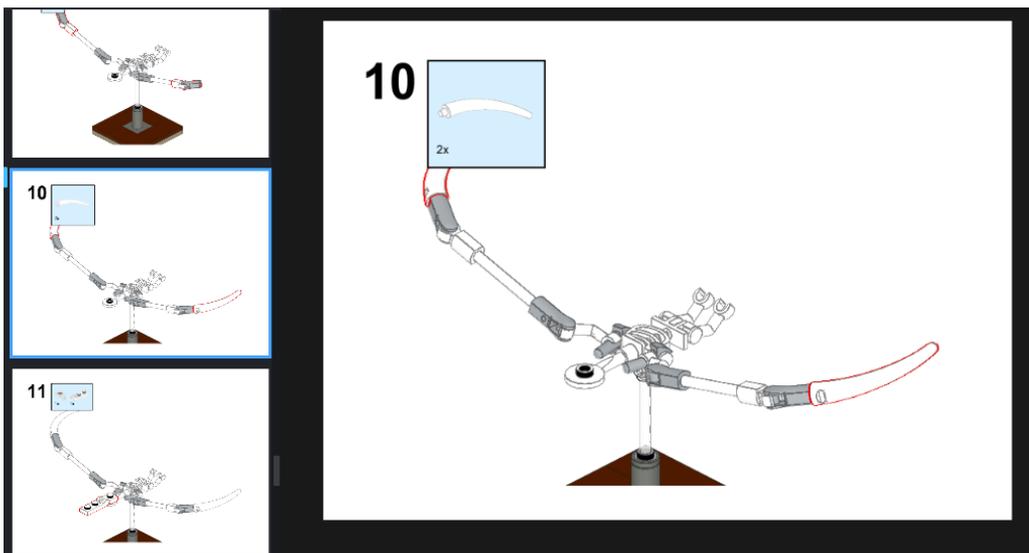
## Paso 8



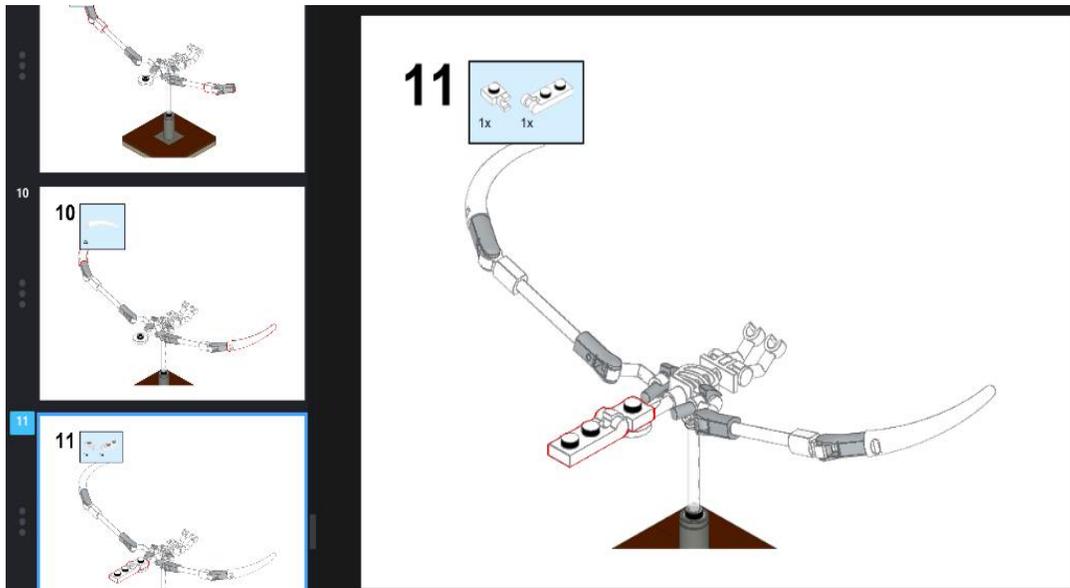
## Paso 9



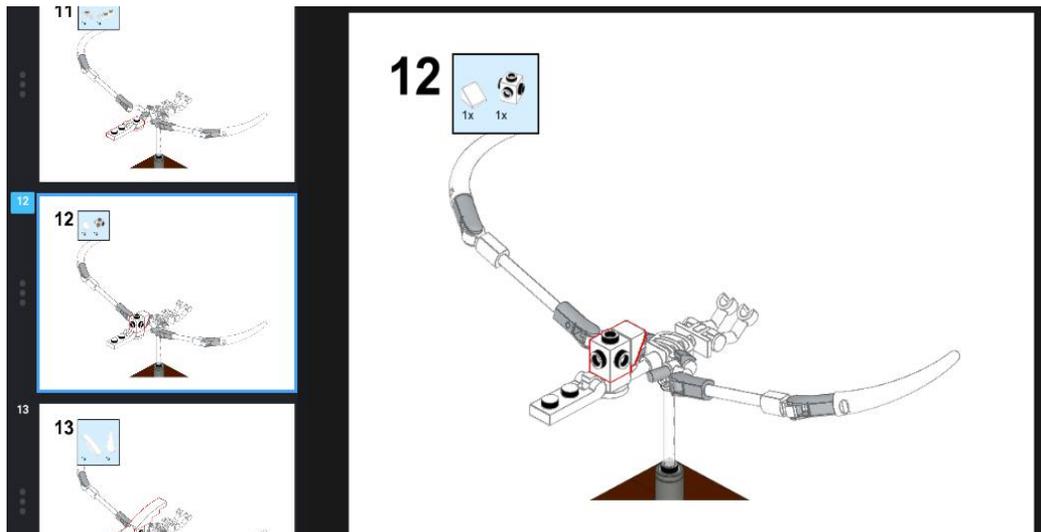
## Paso 10



## Paso 11



## Paso 12



Paso 13

