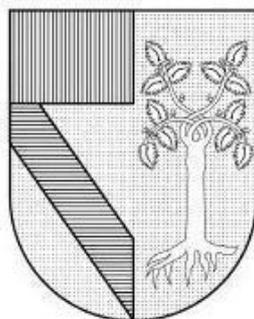


UNIVERSIDAD PANAMERICANA

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y CIENCIAS SOCIALES

ESCUELA DE PEDAGOGÍA



“Impacto del Movimiento Maker en la trayectoria educativa de estudiantes mexicanos en educación media superior”

TESIS PROFESIONAL

QUE PRESENTA

EDUARDO HOPPENSTEDT ORELLANA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN PEDAGOGÍA

DIRECTORA DE LA TESIS:

Dra. Margarita Espinosa Jiménez

MÉXICO, D.F.
2017

Para María, por la promesa en la azotea.

A Patricio, construir contigo es mi pasatiempo
favorito.

Agradecimientos

A los 5 años mi papá me llevó en moto a ver las cuevas y ríos de Los Dinamos, a los 6 vimos juntos Apollo 13, a los 7 mis papás me compraron un juego de química Mi Alegría y a los 8 una caja de herramientas. La mejor pedagogía puede formar habilidades científicas, pero es en el contacto con la naturaleza y el juego, fomentados por la familia, donde nace el amor por la ciencia, la exploración, el descubrimiento y el aprendizaje. Fueron ellos quienes sembraron la inspiración para este trabajo.

Este trabajo fue posible con el apoyo de Maggie, mi asesora. Sin sus consejos, su guía y su trabajo no estaría terminado; discutir con ella ideas de pedagogía y didáctica, los retos de la educación y las oportunidades educativas en México y el mundo son momentos dorados de mi educación universitaria.

La Dra. Ortega y el Dr. Thierry, destinaron su tiempo para leer y corregir esta investigación. Además, las enseñanzas que ambos me dieron son las bases de este trabajo y de mi formación como pedagogo, he sido muy afortunado de tenerlos como profesores.

María Beltrán discutió y enriqueció cada capítulo, su contribución es casi tan grande como su entusiasmo por ver terminado este proyecto.

Este trabajo se logró con ellos y a cada uno le debo toda mi gratitud.

Índice

Introducción	5
<u>La calidad del sistema educativo</u>	<u>5</u>
<u>Investigación y desarrollo en México</u>	<u>7</u>
1. <u>La investigación científica y el desarrollo de las naciones</u>	12
1.1. <u>La investigación científica en México</u>	<u>12</u>
1.2. <u>La importancia de la ciencia para la economía y la sociedad</u>	<u>14</u>
1.3. <u>La promoción de la investigación científica</u>	<u>17</u>
1.4. <u>Los investigadores en México</u>	<u>21</u>
1.5. <u>La población mexicana frente a la investigación científica</u>	<u>23</u>
1.6. <u>Alumnos de educación superior con interés en investigación científica</u>	<u>25</u>
2. <u>La formación científica en Educación Media Superior</u>	29
2.1. <u>Formación de actitudes científicas</u>	<u>29</u>
2.2. <u>Historia de la Educación Media Superior en México</u>	<u>30</u>
2.3. <u>Materias de ciencias en Educación Media Superior</u>	<u>35</u>
2.4. <u>Importancia de la divulgación científica en Educación Media Superior</u>	<u>41</u>
2.5. <u>Objetivos de las materias científicas</u>	<u>45</u>
3. <u>El Movimiento Maker</u>	48
3.1. <u>Historia del Movimiento Maker</u>	<u>50</u>
3.2. <u>Herramientas del Movimiento Maker</u>	<u>54</u>
3.3. <u>La Filosofía Maker</u>	<u>55</u>
3.4. <u>Educación Maker</u>	<u>59</u>
4. <u>Análisis de Resultados</u>	67
4.1. <u>Marco Metodológico</u>	<u>67</u>

4.2.	<u>Preguntas de la entrevista</u>	68
4.3.	<u>Descripción de los Participantes</u>	70
4.4.	<u>Análisis de Datos</u>	71
4.5.	<u>Interpretación de los resultados y presentación de hallazgos</u>	76
5.	<u>Conclusiones</u>	98
6.	<u>Fuentes de consulta</u>	108
7.	<u>Anexos</u>	115
	<u>Anexo 1</u>	115
	<u>Anexo 2</u>	116
	<u>Anexo 3</u>	118
	<u>Anexo 4</u>	129
	<u>Anexo 5</u>	137
	<u>Anexo 6</u>	149
	<u>Anexo 7</u>	161
	<u>Anexo 8</u>	172

Introducción

“Es el verdadero arte del maestro, despertar la alegría por el trabajo y el conocimiento”

Albert Einstein

¿Hacen falta científicos en México? Esta pregunta es el punto de partida de esta investigación. De acuerdo a cifras de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual del 2016, Estados Unidos, Japón, China, Alemania y la República de Corea registraron un promedio de 239,000 aplicaciones de patentes¹ en el 2015. Mientras que en México se registraron 13664 aplicaciones; 288,335 fueron presentadas por EEUU, 258,839 por Japón, 238,015 por la República de Corea y 174,109 por Alemania (WIPO, 2016)².

No hay ciudades latinoamericanas entre las 100 ciudades del mundo que más generan conocimiento científico o desarrollo tecnológico y esto tiene un impacto negativo directo en el desarrollo tecnológico, económico y social del país (Oppenheimer, 2014).

La educación tiene un papel central ante el problema mencionado porque en países donde se produce conocimiento científico existe una fuerte atención al sistema educativo y una alta incentivación y difusión de investigación y divulgación científica y tecnológica. Tal es el caso de Japón, Corea del Sur o Alemania (Oppenheimer, 2014); en estos países, la atención que se le otorga a la calidad educativa es evidente si se comparan los resultados de pruebas estandarizadas como la prueba PISA de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

¹ Es importante considerar que no todas las aplicaciones de patentes se convierten en patentes registradas. Sin embargo, el número total de patentes registradas en los países mencionados es de 150,969 par EEUU, 146,759 por Japón, 76319 por la República de Corea y 24,530 por Alemania; comparado con 410 patentes registradas por México.

² Las patentes anuales registradas son resultantes de una inversión de recursos humanos y financieros en investigación y desarrollo científicos.

La calidad del sistema educativo

Un reto básico de los sistemas educativos es asegurar calidad en la educación que los países ofrecen a los estudiantes. La calidad es un tema que despierta alto interés y debate porque existen diversas opiniones del tema y definiciones distintas sobre el término. Éstas cambian según la cultura, las metas y objetivos del país o grupo social, la doctrina ideológica, entre otros factores. Es difícil por lo mismo encontrar una definición que satisfaga todas las formas de pensar, sin embargo, en este trabajo de investigación se utilizan las reflexiones de Ramón Pérez Juste (2005), donde describe tres definiciones que debe contemplar una educación de calidad; él explica que la calidad educativa forma a la persona en una dimensión social, desarrollando habilidades para la convivencia y transmitiendo conocimientos útiles para aplicarlos en la sociedad, así como actitudes que permitan al individuo interrelacionarse con los demás. La educación de calidad también forma en una dimensión individual con el objetivo de que este encuentra la autorrealización personal. Finalmente, la tercera dimensión de la calidad educativa es la pertinencia, un sistema educativo pertinente es aquel cuyos objetivos atienden las necesidades sociales.

La pertinencia del sistema educativo nacional se define a partir de los problemas que la nación debe atender y al proyecto de país que el gobierno plantea y por el cual se trabaja de forma colectiva. Los sistemas educativos de países latinoamericanos como Chile, Argentina y México, buscan formar un sentido de identidad nacional para lograr cohesión social, fortalecer a las instituciones sociales de estos países y formar trabajadores para desarrollar y crecer las economías nacionales. Estas metas son necesarias para los países, pero el crecimiento económico se ve afectado por la falta de investigación y divulgación científica y el desarrollo de tecnología.

Andrés Oppenheimer (2014) señala la importancia del capital intelectual de los países y el impacto de este capital intelectual en la evolución de la riqueza de las naciones. Antes, los países industrializados eran los líderes económicos,

actualmente, los países con mayor cantidad de talento creativo marcan la pauta en el desarrollo global; esta premisa otorga un valor superior a la capacidad creativa de los ciudadanos y el sistema educativo puede ser un espacio donde se cultive.

Algo que llama la atención es que países como Japón, Corea del Sur, Israel y zonas como Silicon Valley en Estados Unidos y Toulouse en Francia están captando atención internacional, porque de ellos están surgiendo las innovaciones en industrias, impactando radicalmente el estilo de vida de las personas, coincidentemente son lugares donde la educación recibe un trato muy privilegiado.

Investigación y desarrollo en México

El mundo está cambiando, un ejemplo del cambio es que en el año 2007 se estimó una generación de información nueva equivalente a 295 exabytes y para 2011 un aumento a 600 exabytes, esto es más información creada en un año que toda la información generada por la humanidad en cinco mil años anteriores, considerando que hasta 2003 la humanidad había generado una cantidad equivalente a 5 exabytes (Beneyto, 2013).

En este acelerado proceso de generación de información, surgen innovaciones, entre ellas las tecnológicas, que vuelven obsoletas a diferentes organizaciones, empresas, productos o procesos³.

La rapidez con que surgen cambios tecnológicos, sociales y económicos, representa retos y oportunidades nunca antes visto para el sector científico, porque de éste, surgen las innovaciones que después se aprovechan por otras esferas sociales como el mundo empresarial, gubernamental o social.

³ Un ejemplo en el que una empresa menor a 20 personas fue vendida en miles de millones de dólares mientras que otras, con miles de empleados y oficinas en todo el mundo pierden capacidad de capitalización es el caso de Instagram vs Kodak. En el 2012 y con 15 colaboradores, Instagram fue comprada en poco más de mil millones de dólares por la red social Facebook (Price, 2012). Ese mismo año las acciones de Kodak, una de las empresas más emblemáticas del mundo de la fotografía, fundada en 1880 y con 180,000 empleados en todo el mundo, cotizaban en menos de un dólar cuando en 1997 cada acción cotizaba en casi 93 dólares (Bañuelos, Pérez, Vega, 2012).

Una forma de ejemplificar el impacto que la generación de conocimiento científico tiene en la sociedad es el caso de los hermanos Wilbur y Orville Wright, que en 1903 lograron el primer vuelo tripulado. Gracias a este logro, se creó una industria que anualmente mueve a 2.5 mil millones de personas, transporta 50 millones de toneladas de carga y genera una utilidad aproximada de un trillón de dólares (Oxford Economics, 2008). En este sector existe un retorno de inversión a la investigación y desarrollo del 70%; de este modo, por cada 100 millones de dólares invertidos, 70 millones regresan como utilidad al sector anualmente. Incluso podemos regresar a décadas anteriores y observar el impacto económico de la investigación y desarrollo tecnológicos, tal es el caso de la industria aeroespacial, en la hubo un retorno de 12 dólares a la economía por cada dólar invertido en el proyecto Apolo de la NASA (Sagan, 1985).

La inversión en investigación y desarrollo tiene un elevado retorno de inversión variable según la industria pero ventajoso para la sociedad en general. Sin embargo, en México, para el 2014 se invertía en investigación y desarrollo el 0.5% del producto interno bruto (PIB) en comparación con el 1.23% que invirtió China, el 1.9% de la Unión Europea o el 2.7% de Estados Unidos ese mismo año (Alponte, 2007).

Esta inversión en investigación es poco útil si no hay quien la conduzca, para tener investigación científica se necesitan científicos, así, un problema es el interés social por la investigación científica en México; aunque 62% de los ciudadanos reconocen la importancia de la investigación científica para el país, sólo el 9% desea convertirse en científico (CONACYT, 2011).

En el presente trabajo se analizará el ámbito científico en México para conocer el número de alumnos que ingresan a carreras científico-tecnológicas en educación superior y el interés en la investigación y desarrollo propiciado desde el nivel medio superior, así como la eficiencia terminal de carreras científicas en el país. Al mismo tiempo, se comparan esos datos con los de otros países como Japón, Israel, Corea del Sur, Alemania y Estados Unidos, elegidos a partir del porcentaje del PIB que invierten en investigación y desarrollo. La comparación anterior permitirá analizar el

papel de México en el mundo de la innovación, revisando el número de patentes registradas al año y, finalmente, revisaremos cómo ha avanzado la investigación científica en México.

Es importante entender que la educación superior en el país es, en gran medida, un reflejo del sistema educativo que lo precede, en el caso de México, la educación básica y media superior. En este trabajo nos centraremos justo en la Educación Media Superior, debido a que es la etapa en que los estudiantes se preparan para el ingreso a una carrera que podría enfocarse en procesos de ciencia e investigación, en donde existe un marco curricular que explícitamente busca desarrollar competencias científicas en los estudiantes.

Con el interés de comprender la formación en ciencias previa a la educación superior, en el segundo capítulo se revisará brevemente la historia de la Educación Media Superior (EMS) en el país y los diferentes planes curriculares que existen en este nivel educativo para conocer los objetivos educativos de las materias de ciencias en este nivel. Después se analizarán datos y tendencias acerca del rendimiento académico de los estudiantes en las materias científicas y, del mismo modo, el interés que existe por estas disciplinas, con el propósito de identificar si los estudiantes de EMS han desarrollado el interés, habilidades y actitudes científicas planteados en el marco curricular, el cual no sólo es privativo de los espacios curriculares de las llamadas ciencias duras.

El objetivo de este segundo capítulo por tanto se enfoca en conocer si existe una exitosa formación científica de los jóvenes estudiantes de EMS, formación que les permitiría realizar investigación científica por propia voluntad y en última instancia, contribuir a la innovación tecnológica y el capital intelectual del país. Uno de los procesos que pueden apoyar en este nivel dicha formación es el trabajo dentro de lo que se ha llamado Movimiento Maker.

Por ello, en el tercer capítulo, se analizará un movimiento social que tiene el potencial de fomentar el interés por las ciencias en México llamada “El movimiento *Maker*”. En este capítulo, se revisará la historia de dicho movimiento y se explicará

su finalidad, mientras se explora la evolución de este movimiento en el mundo; así, en este capítulo se presenta el movimiento Maker como una solución al problema planteado en el principio de este trabajo.

En el cuarto capítulo se entrevistará a participantes del movimiento Maker para comprender su experiencia dentro del movimiento, los proyectos que han realizado y cómo ha influido el movimiento en su trayectoria educativa⁴. El objetivo de este capítulo es comprender la experiencia de los Makers y la forma en que el movimiento ha influido en su interés por la investigación científica, contribuyendo al desarrollo de habilidades y actitudes científicas.

Para analizar si el movimiento Maker tiene el potencial de contribuir a la solución del problema descrito, se presenta la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo ha influenciado el movimiento Maker la trayectoria educativa de sus participantes?

Finalmente, se presentarán las conclusiones de la investigación orientadas a la forma en que el movimiento Maker puede ser una alternativa pedagógica para la formación de científicos y la manera en que esto impactaría a México en cuestiones sociales y económicas.

Es importante mencionar que el movimiento Maker será analizado bajo el lente de la pedagogía y la psicología, para esto, recorro a autores como Howard Gardner, Eleanor Duckworth, Seymour Papert y David Perkins, pero también se revisará el trabajo de Chris Anderson y David Lang. Estos autores fueron elegidos porque son investigadores de psicología educativa como Howard Gardner, Seymour Papert y David Perkins y autores como David Lang y Chris Anderson han incidido en la cultura Maker y la denominada “Nueva Revolución Industrial”, término acuñado por el mismo Anderson (2012).

En palabras de Andrés Oppenheimer (2014), es momento de crear o morir. Si se espera que México tenga una posición competitiva y contribuya mundialmente a sortear los retos que del siglo XXI, es necesario evaluar la manera en que se

⁴ En este trabajo, se concibe el mundo laboral y escolar como espacios de aprendizaje y por lo tanto, se consideran las experiencias de ambas trayectorias para la definición de trayectoria educativa.

promueve la innovación y enriquecemos el país desde el sistema educativo.

Este es un trabajo de investigación que utiliza una metodología cualitativa y cuyo objetivo es comprender la experiencia de jóvenes Makers y el impacto que su participación en el movimiento ha tenido en su trayectoria educativa. Las técnicas de investigación incluyen la revisión documental y entrevistas para comprender las experiencias de los jóvenes en el movimiento.

Para comprender la utilidad del Movimiento Maker en la solución de los problemas del sistema educativo se necesita explicar la importancia de enriquecer el capital intelectual en el país, por esta razón, se comenzará por revisar la forma en que México contribuye a la investigación científica y el desarrollo de tecnología.

1. La investigación científica y el desarrollo de las naciones.

“La ciencia moderna ha sido un viaje hacia lo desconocido, con una lección de humildad esperando en cada parada.”

Carl Sagan

1.1 La investigación científica en México

Con el fin de hacer referencia a la investigación científica, es importante definir y comprender qué son la ciencia, la investigación científica, el conocimiento científico y cómo se relacionan con el desarrollo de tecnología.

La ciencia se define como el conocimiento sistemático, exacto, racional, verificable y en consecuencia factible; este conocimiento científico es un sistema de ideas establecidas provisionalmente (Bunge, 1989). Ante la naturaleza temporal de estas ideas surge la necesidad de una actividad productora de nuevas ideas conocida como investigación científica. La investigación se aplica en el mejoramiento del medio natural y artificial, así como a la invención y creación de bienes materiales de este modo se produce tecnología (Bunge, 1989).

Esta explicación muestra la relación entre ciencia, conocimiento científico, investigación científica y tecnológica, pero es necesario profundizar en la delimitación de los conceptos utilizados en este trabajo.

La ciencia, a partir de la conceptualización presentada, puede dividirse en dos grandes áreas: ciencia formal y fáctica. No toda investigación científica trata con la realidad *per se*, éste es el caso de la matemática y la lógica. Ambas áreas son racionales, sistemáticas y verificables, pero no son objetivas porque no se ocupan de los hechos, sino que tratan con entes ideales; sólo existen en la mente humana. Un ejemplo es la siguiente analogía utilizada por Mario Bunge: el concepto “dos”

refiere a una expresión de cantidad, tal es el caso que podemos ver dos pájaros, sin embargo, no se puede ver un “dos” habitando un espacio físico del mismo modo en que se puede observar un objeto o animal (1989).

En cambio, existen ciencias que trabajan con hechos, su objeto de estudio es “lo real”, éstas son las ciencias fácticas que emplean herramientas de las ciencias formales como los silogismos lógicos o las ecuaciones matemáticas para llegar a nuevas conclusiones. Un ejemplo de estas ciencias fácticas son las ciencias naturales como la biología, la física, la química o las ciencias sociales. Éstas deben ser verificadas experimentalmente para determinar si una hipótesis relativa a ciertos grupos de hechos materiales es adecuada o no. La investigación en ciencias fácticas y formales es diferente por la metodología utilizada en cada una y otros aspectos, sin embargo, para este trabajo no es relevante distinguir entre ellas y por lo tanto, cualquier mención sobre investigación científica o conocimiento científico es una referencia a las dos.

La investigación científica, motivada por la curiosidad innata en el ser humano permite comprender y enfrentarnos al mundo que nos rodea. Es a través de la ciencia que se ha reducido la mortalidad infantil, aterrizado en la luna, se predicen eventos cosmológicos y se envían señales de radio para observar el universo. El salto evolutivo que la humanidad ha logrado gracias a la investigación científica motivaron es la razón por la cual Albert Einstein describe la ciencia como nuestra posesión más preciada (Sagan, 1995). Gracias al trabajo científico se ha expandido la comprensión humana del mundo, misma razón por la que en este trabajo se profundiza en la importancia de la ciencia para el desarrollo económico de las naciones y de la sociedad⁵.

⁵ Profundizando en el concepto, se puede pensar que la actividad productora de nuevas ideas, denominada investigación científica, de lugar al conocimiento científico que, por la naturaleza provisional de las ideas que surjan a partir de la investigación científica, evoluciona constantemente. (Bunge, 1989)

1.2 La importancia de la ciencia para la economía y la sociedad

Mayor inversión en investigación científica lleva al desarrollo de tecnología⁶, ofreciendo ventajas sociales como un retorno de inversión (ROI) variable entre el 20% y 60% anual, de este modo los países más beneficiados son aquellos que invierten un mayor porcentaje del producto interno bruto en investigación y desarrollo.⁷ Tal es el caso de Israel, Finlandia, Suecia, Japón, Corea del Sur, Dinamarca, Alemania, Estados Unidos y Singapur, cuya inversión anual varía en un rango del 2.8% al 4.5% variando entre cada uno (Press, 2013). Esta inversión es mayor al promedio de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos⁸ (OCDE). En México el producto interno bruto invertido en investigación y desarrollo (GERD) equivale a un .4%, siendo 80% menor al promedio de miembros de la OCDE (2010).

⁶ “La ciencia como actividad —como investigación— pertenece a la vida social; en cuanto se la aplica al mejoramiento de nuestro medio natural y artificial, a la invención y manufactura de bienes materiales y culturales, la ciencia se convierte en tecnología.” (Bunge, 1989, p. 6)

⁷ El producto interno bruto destinado a investigación y desarrollo (GERD por sus siglas en inglés) promedio para países miembros de la OCDE es de 2.4%

⁸ El GERD promedio entre los países miembros de la OCDE es de 2.3% del PIB (OECD, 2011).

En la gráfica anterior se observa un comparativo del GERD de países miembros de la OCDE y el índice de investigadores por cada mil empleos. Se observa como Israel, Finlandia y Dinamarca tienen un alto número de investigadores y Corea del Sur, Japón y EEUU tienen números menores de investigadores por cada mil empleos, pero un GERD mayor a la media. México aparece en la esquina inferior izquierda de la gráfica con 0.54% de GERD y un estimado menor de 1 investigador por cada 1000 empleos (OCDE, 2013), esto implica un desarrollo científico menor que el de los países antes mencionados.

Existe una interrogante sobre la correlación entre crecimiento económico e inversión en investigación y desarrollo en cuanto a la causalidad. ¿Estos países tienen un crecimiento económico porque invierten en investigación y desarrollo o son capaces de invertir en investigación y desarrollo por su crecimiento económico? (Press, 2013)

El progreso económico de un país no se puede atribuir exclusivamente a los tres factores de producción tradicionales⁹ según el trabajo de Solow que busca determinar el crecimiento de la economía derivado de cada factor de producción. Este trabajo muestra que aproximadamente la mitad del crecimiento económico histórico podía explicarse con dichos factores tradicionales y una parte quedaba sin explicación, a este espacio desconocido se le conoce como el residual de Solow (Press, 2013). Investigaciones posteriores determinaron que este residual podría explicarse al integrar el progreso tecnológico como otro factor de producción, dado que permite aumentar la producción de bienes y generación de riquezas (Arrow, 1962).

A partir de esto es posible explicar la relación entre el progreso económico de una nación con el desarrollo tecnológico y la investigación científica. Según las investigaciones de Solow, el residual en algunos casos equivalía a 85% del crecimiento económico de una nación (Arrow, 1962).

⁹ Los tres factores de producción son tierra, trabajo y capital; la tierra es el territorio aprovechable para la extracción de materia prima, agricultura, construcción...; el trabajo es la actividad humana productiva física o intelectual; el capital deriva de los dos anteriores y se refiere a los bienes que surgen del trabajo en la tierra (Ricossa, 1990)

Lo anterior puede emplearse como argumento para defender la importancia de la inversión nacional en investigación y desarrollo para el bienestar del país, sin embargo, se puede discutir que los beneficios de la investigación científica básica rara vez son apropiables por aquél que los desarrolla porque la propagación del nuevo conocimiento es natural y difícil de controlar, en consecuencia, las patentes, productos y procesos provenientes de la investigación aplicada que desencadenan el crecimiento económico, no necesariamente se dan dentro del espacio del que surgió la investigación científica.

Aquí surge un conflicto, la investigación científica concebida como un medio para alcanzar ventaja competitiva nacional se ve amenazada por la difícil apropiabilidad del conocimiento científico. Sin embargo, también se concibe la investigación científica básica como un bien de la humanidad, conviene fomentarla y democratizarla para que de ese conocimiento surjan tecnologías que sí pueden ser apropiables y aprovechables en la misma nación en que se gestó y otras (Press, 2013). Así, conviene analizar la promoción que existe en México de la investigación científica desde una perspectiva económica y social.

1.3 La promoción de la investigación científica

Ya se revisó que la investigación científica sí desencadena el crecimiento económico pero no siempre es apropiable¹⁰ ¿cómo está México en este rubro? ¿Cómo es la investigación científica en México? ¿Existe una cantidad de investigación científica en el país suficiente para desencadenar un acelerado crecimiento nacional?

Comparado con países miembros de la OCDE, la inversión que México hace en investigación y desarrollo es significativamente menor en relación al porcentaje del PIB y así ha sido desde hace varios años como lo muestra el siguiente gráfico

¹⁰ Cómo se señala anteriormente, la apropiabilidad se refiere al control del beneficio de los adelantos tecnológicos que surgen del avance científico por aquel que genera el descubrimiento. En ciencias formales o investigación básica, hay una baja apropiabilidad, mientras que en desarrollos tecnológicos tangibles la apropiabilidad es mayor porque existe control sobre la patente.

(OCDE, 2013):

Desde años anteriores a 1995 en México existe una inversión cuatro veces menor al promedio recomendado por la OCDE, esto se observa en la gráfica anterior, la línea de México es significativamente inferior a la del promedio. Corea del Sur, en cambio ha aumentado el porcentaje del PIB destinado a investigación científica de manera constante en los últimos 18 años.

A continuación presento un cuadro elaborado para observar la relación entre número de patentes registradas, diseños y marcas registrados contra el GERD de diferentes países. Las naciones del cuadro las elegí por ser los que mayor porcentaje de su PIB invierten en investigación y desarrollo según la OCDE.

Comparación entre PIB, GERD y patentes, marcas y diseños registrados en 2013 por país						
	Población	PIB (Cifras en billones de dólares)	GERD (Porcentaje del PIB)	Patentes Anuales	Marcas registradas	Diseños industriales
Israel	8.06	250.07	4.213	12,767	14,094	4,880
Corea del Sur	50.22	1642.59	4.152	223,517	189,219	95,727
Japón	127.34	4518.2	3.489	473,137	211,949	71,042
Finlandia	5.44	203.14	3.320	12,705	37,436	9,950
Suecia	9.54	404.48	3.302	22,647	82,301	22,686
Dinamarca	5.61	233.11	3.056	12,207	49,026	12,250
Alemania	80.62	3389.76	2.854	184,475	690,624	120,455
EEUU	316.13	16256.06	2.806	501,162	872,579	97,556
México	122.33	1992.89	0.426	2,139	90,114	2,196

Cuadro elaborado por el autor, datos obtenidos de:
WIPO, 2013, http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/country_profile/

Al parecer no habría correlación entre GERD y patentes porque Israel tiene menos patentes que Estados Unidos aún y cuando el GERD del primero es mayor, sin embargo, al calcular la correlación utilizando el valor absoluto de ese porcentaje encontramos que el GERD de Israel equivale a \$105 millones de dólares contra

\$4,226 millones de dólares de EEUU. El resultado a partir del valor absoluto es un coeficiente de correlación entre GERD y Patentes Anuales de “.84”¹¹.

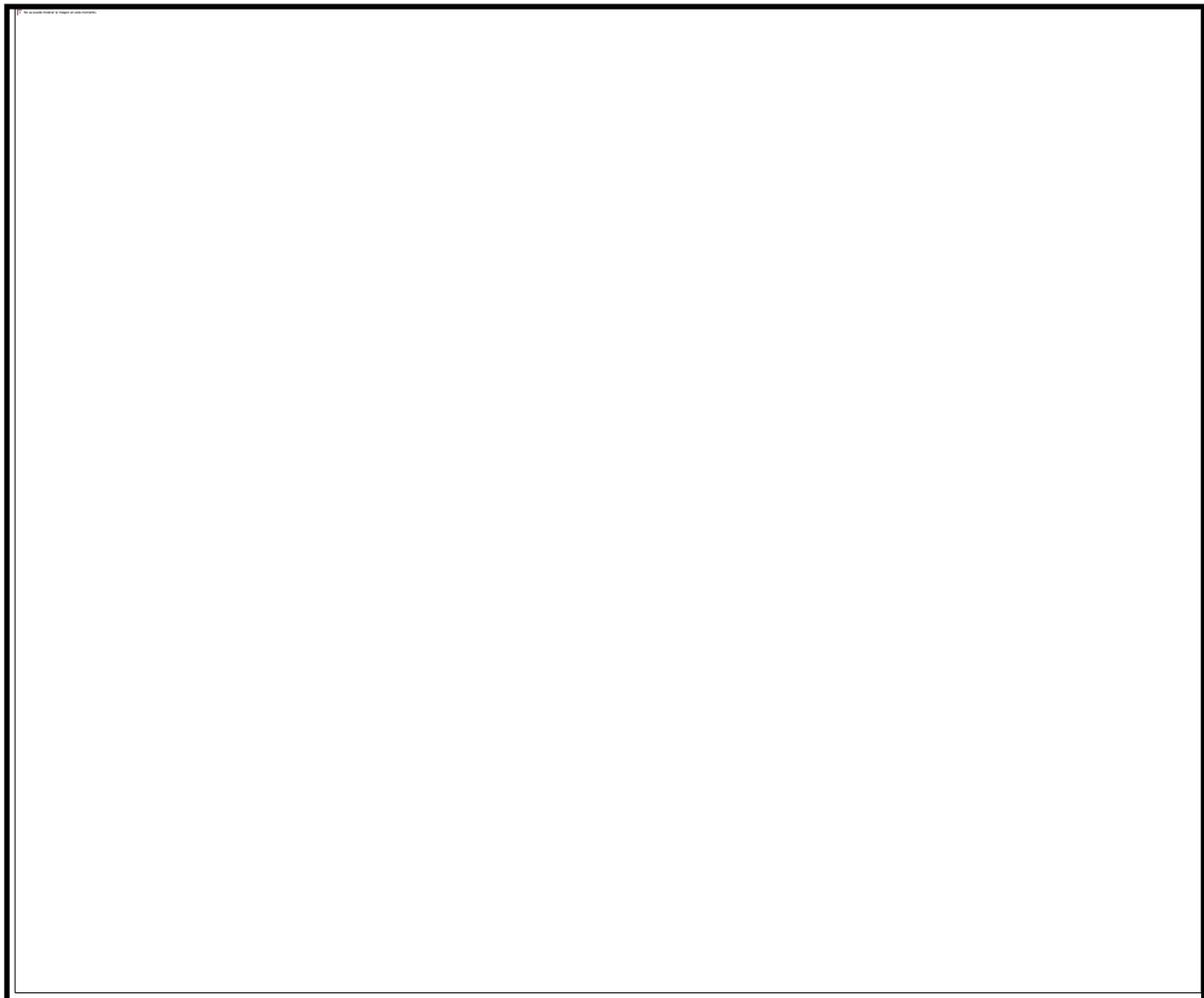
Los recursos económicos representan sólo uno de los “ingredientes” necesarios para el fomento de la ciencia. El progreso científico no es un proceso mecánico resultante de inversión de monetaria; para el fomento de investigación científica se necesitan recursos financieros que sustenten la investigación y también debe haber científicos. Por esta razón es pertinente conocer cuántos mexicanos se dedican a la ciencia.

1.4 Los investigadores en México

¿Tenemos personas dedicándose a la investigación científica? Según CONACYT, en México tenemos una tasa de 17.5 investigadores por cada 100,000 Mexicanos, con el Distrito Federal y Morelos con las tasas más elevadas (80.11 y 50.58 respectivamente) y Chiapas (4.25) y Guerrero (2.27) como los estados con menor tasa de investigadores por población (CONACYT, 2013).

Es importante indicar que el número de investigadores incorporados al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) ha aumentado 2.46% desde 2002, y la brecha de género se ha disminuido 0.5% anualmente, resultando en 2013 un 34.15% de investigadoras contra 28.73% en el 2002 (CONACYT, 2013). Además, las áreas académicas con mayor porcentaje de investigadores SNI son Biología y Química, Físico Matemáticas y Ciencias de la Tierra, Ciencias Sociales, Humanidades y Ciencias de la Conducta y las Ingenierías, dejando a la Biotecnología y Ciencias Agropecuarias y a la Medicina y Ciencias de la Salud como las dos áreas con menor porcentaje de participación como lo muestra la siguiente gráfica elaborada por CONACYT (2013):

¹¹ En estadística, un coeficiente de correlación superior al .75 indica correlación directa, mientras que un índice de 1 indica correlación absoluta, 0 quiere decir que no hay correlación y -1 quiere decir que la correlación es indirecta o inversa.



Investigadores SNI por área académica. Gráfico elaborado por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico con datos proporcionados por CONACYT.

¹²

Las áreas académicas en México no tienen alta disparidad en cuanto a porcentajes de investigadores dedicándose a cada una, sin embargo, el índice de investigadores por cada mil trabajadores es de .98 a diferencia de 17.44 de Israel, 15.68 de Finlandia, 14.86 de Dinamarca, 13.49 de Islandia, 12.83 de Corea o 8.74 de Estados Unidos (OCDE, 2013).

Esto quiere decir que Estados Unidos tiene 8 veces más investigadores que México e Israel tiene 16 veces más. Estos datos hacen evidente la carencia de recursos humanos encargada de la investigación y desarrollo en el país.

La falta de científicos incide directamente en el desarrollo económico nacional por el

¹² La gráfica muestra el número de investigadores del Sistema Nacional de investigadores (SNI) por área académica en el 2013 y en ella puede observarse que no hay una área con una supremacía considerable de investigadores en comparación con las demás.

bajo volumen de personas competentes desarrollando tecnología en el país, situación que detiene la producción de bienes y servicios; la población mexicana, principal fuente de capital intelectual nacional debe ser analizada desde este ámbito para comprender su postura ante la ciencia.

1.5 La población mexicana frente a la investigación científica

Con los datos presentados anteriormente sobre el índice de investigadores en México por cada mil habitantes se podría pensar que no existe un interés por parte de la población en la investigación y desarrollo tecnológico.

Al respecto, la encuesta nacional sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México 2011 (ENPECyT¹³) muestra un análisis sobre la percepción de carreras científicas, profesiones y disciplinas por parte de la población respecto a las funciones que realizan y el respeto que su desempeño les merece, en la cual se encontró que el investigador científico se considera como una profesión respetable con una calificación de 9 en una escala de 10 puntos (INEGI, 2011).

Del mismo modo, el 85.4% de las personas encuestadas opinan que el apoyo del gobierno a la investigación científica es insuficiente y 91.1% de las personas apoya la postura de que debería haber más personas laborando en investigación y desarrollo de tecnología, además, 57% de los encuestados están en “desacuerdo” con que “el público está suficientemente involucrado en decisiones acerca de ciencia y tecnología”.

Pareciera que el público en general está interesado en el progreso científico del país, incluso consideran a la ciencia como importante para el desarrollo y crecimiento nacional, sin embargo, la encuesta muestra que el público desconfía de los “Científicos trabajando en centros de investigación privados” y los “Científicos trabajando en universidades o centros de investigación públicos”. En esta encuesta, los

¹³ ENPECyT 2013 es una encuesta aplicada a personas mayores a 18 años, el tamaño de muestra es de 3200 viviendas que, después de someter la población entrevistada a los factores de expansión, tenemos un total de 41 607 615 personas (anexo 1) de las cuales 18 911 674 son hombres y 22 695 941 son mujeres; esto significa el 45.5% contra el 54.5% respectivamente de la población total.

científicos de estos centros fueron calificados como “Nada confiables” por 9.1% y 6.4% de los encuestados. Además, 12.9% de las mujeres y 10.7% de los hombres entrevistados en esta encuesta piensa que CONACYT es “Nada confiable”. Del mismo modo 6 de cada 10 personas están “de acuerdo” en que “los científicos ponen muy poco esfuerzo por informar al público acerca de sus trabajos científicos o desarrollos tecnológicos. (INEGI, 2011)

Por un lado la encuesta muestra que la sociedad piensa que los científicos no se esfuerzan en informar sobre el progreso de su trabajo, sin embargo, el objetivo primordial de los científicos es comunicar sus hallazgos a la comunidad para lograr que su investigación tenga un impacto social (Sagan, 1995).

Otro problema es que los medios encargados de comunicar y difundir las ciencias no reciben mucha atención de la sociedad. Existe la opinión de que los científicos no se esfuerzan en comunicar su trabajo y sus ideas, sin embargo, se han presentado diferentes instancias e iniciativas como la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica fundado en 1986 cuyo objetivo es divulgar el conocimiento científico y fomentar el acceso a todos los sectores de la población, el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) fundado en 1980, el Museo de las Ciencias *Universum* creado en 1992 y el Museo de la Luz de 1996, la publicación de revistas como *Física y Naturaleza* de la UNAM, *La Ciencia para Todos* del Fondo de Cultura Económica, *Chispa* para niños o la antigua revista *Física* que la UNAM distribuía en 1968 y se cambió por *Naturaleza* en 1970. Estos son contados ejemplos de los esfuerzos nacionales para la divulgación del conocimiento científico (Tagüeña, Rojas y Reynoso, 2006).

¿Por qué existe, de acuerdo a ENPECYT, la opinión de que no hay esfuerzo por divulgar el conocimiento científico si existe evidencia de los intentos por comunicar los avances científicos y tecnológicos en México?

Una de las razones puede ser la carencia de interés sobre el estudio de la ciencia y la tecnología por parte de un alto porcentaje de la población mexicana. La falta de

interés sobre el estudio de ciencia y tecnología no contribuye a que la sociedad se involucre activamente en los avances del mundo científico.

El panorama presentado del mundo científico mexicano no es alentador al enlistar los tres factores revisados hasta ahora:

- Una falta de inversión nacional en investigación y desarrollo de ciencia y tecnología.
- Una bajo volúmen de científicos.
- Una falta de interés de la población general en temas científicos.

¿Se puede esperar una mejora en el ámbito científico nacional si no existen recursos financieros, personas ni interés social invertidos en esta iniciativa? Una solución inicial está en aquellas personas que se formarán como científicos.

1.6 Alumnos de educación superior con interés en investigación científica

El interés general por la ciencia entre los jóvenes se refleja parcialmente en el número de estudiantes egresados de educación media superior que incursionan en el estudio de las disciplinas científicas al ingresar a educación superior. Al respecto, se comprobó en 2012 que el 80% de los estudiantes egresados del Colegio de Ciencias y Humanidades elige las humanidades (Arias, 2012). El Dr. René Drucker Colín, ex-titular de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM mencionó que el 80% de las inscripciones a educación superior en el país corresponden a carreras económico-administrativas (Arias, 2012).

Entre 2008 y 2010 la Organización de Estados Iberoamericanos aplicó una encuesta a jóvenes iberoamericanos titulada “Los Jóvenes y la Ciencia” donde sólo el 27% de los jóvenes en Latinoamérica consideró que la profesión científica es atractiva para los jóvenes de su generación. Del mismo modo, cuando se le preguntó a los estudiantes sobre carreras universitarias de su interés, sólo el 16% eligió carreras vinculadas a las ingenierías y tecnologías y sólo el 5% las vinculadas con ciencias

exactas y naturales. Contrario a la tendencia Latinoamericana, los resultados de la prueba PISA de la OCDE en 2015 mostraron que en México existe un interés 30% mayor al promedio de los países miembros de la organización (OCDE, 2015).

El interés no es suficiente para contrarrestar el problema porque el índice de deserción de estas carreras es variable entre un 41% y 45.6% por distintas razones. Entre las principales destacan los complicados horarios de las clases, la falta de vocación, falta de dedicación y disciplina, dificultad y reprobación de materias, métodos de enseñanza, actitud de los profesores, complicada situación económica, problemas de difícil solución, embarazo, entre otras (de Vries, León, Romero y Hernández; 2011).

Razones para la deserción escolar como problemas económicos y familiares o embarazos no planeados no competen a esta investigación aunque es indispensable que existan más propuestas encaminadas a la solución de estos problemas.

Sin embargo, cuando los estudiantes abandonan los estudios por razones como la dificultad de las materias, los métodos de enseñanza, la actitud de los profesores, habilidades de aprendizaje o disciplina y dedicación al estudio, parte de la solución debe surgir del medio educativo (De Vries et al, 2011).

Sumado a las razones de deserción, el 80% de los estudiantes que interrumpen sus estudios lo hacen durante el Tronco General de Asignaturas, lo que equivale al primer año cursado de la licenciatura y 49.29% están registrados como baja definitiva, contra un 19.29% registrados como baja reglamentaria, indicando que casi 50% de los estudiantes abandonan por decisión propia. Además, 63.3% de los estudiantes que abandonan ingeniería empiezan a trabajar, 28.33% estudia todavía y 8.33 no estudia ni trabaja (Universidad Autónoma Metropolitana, 2009).

Del 30% de los alumnos que siguen estudiando 65% siguió estudiando ciencias o ingeniería y el 35% restante cambió a ciencias sociales y administración o eligió una alternativa educativa como diplomado. Esto quiere decir que, no solamente

perdemos potenciales científicos cuando los estudiantes desertan, también perdemos profesionales pues 31.2% de los estudiantes que desertan y se incorporan al mercado laboral lo hacen en puestos no profesionales (UAM, 2009).

Con todo lo planteado hasta aquí, se puede concluir que el problema de la ciencia en México involucra factores diversos que deben ser atendidos por diferentes instituciones y organizaciones. El primer factor es la falta de inversión nacional en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías. Existe una directa correlación entre GERD y patentes registradas anualmente, sin embargo, en México el GERD equivale a una quinta parte del promedio de los países miembros de la OCDE (2013).

Contribuye a la falta de inversión económica la baja demanda social que tienen la investigación y desarrollo científicos. ENPECyT (2011) muestra que la sociedad en general no está conforme con la poca difusión que se hace de los trabajos y avances científicos, sin embargo, los esfuerzos nacionales por promover la cultura y el conocimiento científico son vastos y no frecuentados por la sociedad en general. El índice de científicos mexicanos es bajo, con menos de un científico por cada mil habitantes contra 17 de Israel o 9 de Estados Unidos tenemos un déficit fuerte de personas dedicadas a la investigación científica. Aunque existe un mayor interés por parte de los estudiantes en carreras científicas que otros países, pocos se inscriben a estas y el índice de deserción en las mismas es muy elevado.

Finalmente, las razones por las que abandonan son variadas y muchas corresponden a factores económico-sociales como la falta de recursos económicos para seguir estudiando, sin embargo, existen razones educativas como la falta de adaptación a la educación superior, malos hábitos de estudio y altos índices de insuficiencia académica que pueden resolverse con estrategias pedagógicas en los primeros semestres o en niveles educativos anteriores porque la mayoría de los que abandonan lo hacen en los primeros semestres de la carrera.

El objetivo de este capítulo era comprender si ha existido un avance científico en México. Hay cierta ambigüedad en ese objetivo porque se puede o no encontrar un

avance dependiendo del punto de análisis. Se podría decir que han habido avances en la difusión de la ciencia por los diferentes esfuerzos gubernamentales y privados por compartir hallazgos científicos, sin embargo, estos esfuerzos son insuficientes si se compara a México con otros países de la OCDE. Desde este ángulo, la inversión en ciencias correspondiente al PIB se ha mantenido por debajo de lo recomendado desde hace más de 20 años, hubo una reducción de .1% en el número de científicos por cada 1000 trabajadores y no hay interés social por participar activamente en ciencias.

Considerando que las razones principales de abandono en las carreras científicas a nivel universitario son pedagógicas y no económicas, es necesario analizar los niveles educativos precursores de la educación superior mexicana para encontrar soluciones a las razones de deserción de los estudiantes universitarios, de lo contrario, el rezago en competitividad nacional en materia de desarrollo científico y tecnológico será cada vez más complicado de solucionar considerando que, según Sollow, el único factor de producción que permite un desarrollo nacional exponencial es la tecnología.

Por lo revisado hasta este punto, se analizará en el siguiente capítulo la promoción de la ciencia en el sistema de educación media superior mexicano y los resultados en la formación de científicos en el nivel educativo.

2. La formación científica en Educación Media Superior

“Existe una proclividad por la ciencia arraigada profundamente en nosotros, en todos los tiempos, espacios y culturas. Ha sido el medio para nuestra supervivencia. Es nuestro derecho desde que nacemos. Cuando desalentamos el interés por la ciencia en los niños por medio de la indiferencia, distracción, incompetencia o miedo al escepticismo, los despojamos de las herramientas que necesitan para manejar su futuro.”

Carl Sagan

2.1 Formación de actitudes científicas en Educación Media Superior

En el capítulo anterior se exploró la posición de México ante la investigación científica y el desarrollo de tecnología. Se analizaron datos de la OCDE y la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (WIPO) así como el número de personas dedicadas a la investigación científica y el interés social por la ciencia en México.

Una vez analizados los esfuerzos nacionales por promover la ciencia entre la sociedad y las razones de deserción de carreras científicas en educación superior se concluyó que un análisis sobre la formación de actitudes científicas en el sistema nacional de bachillerato, dentro del nivel de Educación Media Superior (EMS), sería pertinente para los fines de esta investigación. Por esta razón, en el presente capítulo se revisará brevemente la historia de la EMS en México para conocer las transformaciones que ha tenido este nivel educativo a través de los años, se revisarán las materias científicas, cómo se fomenta la ciencia en este nivel educativo y finalmente se revisará cómo se desarrolla el pensamiento científico.

2.2 Historia de la EMS en México

La educación media superior en México ha pasado por diferentes momentos de transformación siendo la más reciente la Reforma Integral de Educación Media Superior (RIEMS) en el 2008 (Diario Oficial de la Federación, 2008a). Sin embargo, el origen de este nivel educativo es muchos años antes.

La educación media superior en México tiene sus raíces en la Real y Pontificia Universidad de México de la época colonial, sin embargo, fue en la clausura de esta universidad, en 1833, bajo el gobierno de Valentín Gómez Farías que se estableció la Dirección General de Instrucción Pública y se pautaron de forma legal los estudios preparatorianos (Loyola, 2008).

Con el objetivo de restablecer el sistema educativo después de la Guerra de Reforma el gobierno de Juárez se encargó de reorganizar la educación en México, desde la primaria hasta el bachillerato. En ese momento Gabino Barreda quedó incluido en la comisión encargada de revisar los estudios de bachillerato y cimentó este nivel educativo bajo la filosofía positivista de Augusto Comte.

En 1867 se crea la Escuela Nacional Preparatoria, concebida para proveer un lugar de transición entre la educación básica o primeras letras y los estudios profesionales para formar abogados, médicos, etc. Con esta idea, Barreda organizó el plan de estudios con un enfoque positivista¹⁴.

En 1869, se promulgó la Ley Orgánica de Instrucción Pública en el Distrito Federal y se estableció una duración de cinco años para los estudios de bachillerato, mismos que fueron divididos en tres perfiles de estudios preparatorianos diferentes:

- a. Abogacía.
- b. Ingeniería, arquitectura, ensayo y metalurgia.
- c. Medicina, farmacéutica, agricultura y veterinaria.

¹⁴El enfoque positivista del sistema educativo daba un lugar privilegiado a las materias y disciplinas que tuvieran un enfoque objetivo y demostrable. De este modo las matemáticas y ciencias recibían alta atención (Loyola, 2008)

Más adelante, fue Justo Sierra quien creó la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes, que quedó a su cargo y cuya jurisdicción comprendía la instrucción Primaria y Normal, Preparatoria y Profesional en el Distrito y en los Territorios Federales. En 1910, Sierra restituyó la Universidad Nacional de México conformada también por la Escuela Nacional Preparatoria. Este paso significó el vínculo entre Preparatoria y Universidad (Loyola, 2008).

Durante el período de la Revolución Mexicana, por mandato de Victoriano Huerta, la Escuela Nacional Preparatoria pasó por importantes transformaciones, entre éstas, la militarización de las instituciones de educación, la reducción del plan de estudios a dos años y el término de la doctrina positivista de Gabino Barreda (Jurado, 2011). En 1920, tomó posesión de la rectoría el Lic. José Vasconcelos, reincorporando la Preparatoria a la Universidad, restableciendo la doctrina de Barreda y regresando a un plan de estudios de cinco años. Más adelante, con la salida de José Vasconcelos de la Secretaría de Instrucción Pública, se crea la Secretaría de Educación Pública, reformando el sistema educativo mexicano, instaurando los actuales ciclos educativos y retomando un plan de estudios de dos años.

Las transformaciones en la duración del plan de estudios continuaron hasta finales de los años 60. Y al término de la década siguiente, el Director General Enrique Espinosa Suñer presentó un nuevo plan de estudios conformado por cinco ciclos semestrales. En esa época, se creó la figura del profesor especial de carrera de educación media superior, esto afectó el desarrollo académico de los profesores de preparatoria de la época porque "relegaba a los profesores del bachillerato a un nivel inferior con respecto a los de licenciatura." (Jurado, 2011). Esta figura del profesor fue polémica, tanto que en 1984, consejeros universitarios de la Escuela Nacional Preparatoria propusieron la cancelación de las plazas de este nivel educativo y en 1985, el rector Jorge Carpizo eliminó la figura de profesor de educación media superior, estableciendo un programa denominado "Superación Académica del Bachillerato"¹⁵.

¹⁵ Este programa proponía: 1. Apertura de concursos de oposición para acceder a las plazas de profesores de carrera, 2. Creación de un programa de titulación, 3. Realización de cursos de actualización y formación de profesores.

En 1966 se creó el plan de estudios vigente en la Escuela Nacional Preparatoria¹⁶ que se mantiene hasta hoy, sin embargo, no es la única modalidad educativa incorporada a la UNAM.¹⁷ La ENP y el CCH representan dos modalidades de bachillerato de la UNAM pero son sólo ejemplos de las muchas existentes, de acuerdo a la Secretaría de Educación Pública, los tipos de educación media superior en México son (Arnaut, A. y Giorguli, S., 2010):

Los que corresponden a EMS Universitaria:	Los que corresponden a EMS Técnica:
Bachilleratos de Universidades	Centros de Bachillerato tecnológico, industrial y servicios
Colegios de Bachilleres	Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos
Bachilleratos estatales	Centros de Bachillerato Tecnológico Agropecuario
Preparatorias Federales	Escuelas de Bachillerato Técnico
Bachilleratos federalizados	Centro de Estudios Tecnológicos del Mar
Bachilleratos privados con normatividad propia.	Bachilleratos de Institutos Tecnológicos
Centros de Estudios de Bachillerato	Centros de Enseñanza Técnica Industrial
Bachilleratos de Arte	Centros de Bachillerato Tecnológico Forestal

¹⁶ La Historia de la Escuela Nacional Preparatoria puede consultarse en el sitio de la UNAM, en la sección "Acerca de la ENP" (Jurado, 2011)

¹⁷ La historia del CCH puede consultarse en la sección "Historia" del sitio web www.cch.unam.mx en la página "Acerca del CCH".

Bachilleratos Militares	Bachilleratos Técnicos de Arte
	Escuelas de Estudios Técnicos
	Colegio Nacional de Educación profesional Técnica
	Centros de Estudio de Arte

La amplia oferta de modalidades en EMS motivó el 21 de octubre de 2008 la publicación del acuerdo 444 en el diario oficial de la Federación. En este acuerdo, Josefina Vázquez Mota, entonces Secretaria de Educación Pública, motivada por el Plan Nacional de Desarrollo y con motivo de la Reforma Integral de la Educación Media Superior consideró necesario un marco curricular común (MCC) así como un perfil general del egresado del Sistema Nacional de Bachillerato.

En este perfil general se establecieron las competencias genéricas, disciplinares básicas y aspectos a considerar para la elaboración y determinación de las competencias disciplinares extendidas y las competencias profesionales¹⁸ (Diario Oficial de la Federación, 2008b; Padilla, R., 2013¹⁹) (Anexo 2.1).

Las competencias genéricas comprendidas en el perfil del egresado del SNB son las siguientes:

- Se autodetermina y cuida de sí
- Se expresa y comunica
- Piensa Crítica y reflexivamente
- Aprende de forma autónoma
- Trabaja en forma colaborativa
- Participa con responsabilidad en la sociedad

¹⁸ Para más información, en el anexo se puede encontrar un fragmento del diario oficial de la federación con fecha del 21 de octubre de 2008 en el cual se define el concepto de las competencias que el SNB busca fomentar después de la RIEMS 2008.

¹⁹ En México en Profordems (Programa de Formación del Docente en Educación Media Superior) apoya la formación de los docentes con un diplomado en competencias con 200 hrs.

Estas competencias son muy similares a las identificadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) como las habilidades necesarias en el Siglo XXI, dentro de la categoría de habilidades para el aprendizaje y la innovación, la UNESCO propone (2010):

- Creatividad e innovación
- Pensamiento Crítico y Resolución de Problemas
- Comunicación y Colaboración.

Como tema crítico para la educación del siglo XXI propone “Conciencia global” y como habilidades para la vida y carrera encontramos:

- Adaptabilidad y Flexibilidad
- Iniciativa y autonomía
- Habilidades Sociales e interculturales
- Productividad y responsabilidad
- Liderazgo

La similitud entre las competencias planteadas por la SEP y las habilidades del siglo XXI de la UNESCO muestran una tendencia a atender temas importantes para las naciones del mundo tanto para México, lo importante también es revisar cómo en México se intenta desarrollar esas competencias en los estudiantes y qué resultados hemos tenido.

Podemos inferir que las competencias planteadas por la SEP en la RIEMS 2008 son objetivos de la Educación Media Superior, del mismo modo, el artículo 7° de la Ley General de Educación establece como una de las finalidades del sistema educativo nacional “Fomentar actitudes que estimulen la investigación y la innovación científicas y tecnológicas, así como su comprensión, aplicación y uso responsables” (Ley General de Educación, 1993)

Entonces el interés por formar científicos no es algo exclusivo de la Educación Media Superior, sino que es un interés del Sistema Educativo Nacional en conjunto, sin embargo, que los objetivos sean estos no quiere decir que en la práctica se esté

logrando, por eso vale la pena analizar cómo se lleva a cabo la formación de habilidades científicas en Educación Media Superior.

2.3 Materias de ciencias en EMS

Cuando en la reforma integral a la educación media superior del 2008 se presentó el perfil general del egresado, también se estableció un Marco Curricular Común (MCC) a todas las modalidades de bachillerato del país, esto se hizo para tener una mayor claridad en cuanto a lo que se podía esperar de los alumnos al egresar del sistema nacional de bachillerato (RIEMS, 2008).

En la publicación del Diario Oficial de la Federación se definieron las competencias que toda modalidad educativa de EMS debe incorporar. Dentro de este conglomerado de competencias encontramos las denominadas “Competencias Disciplinarias” definidas en la RIEMS como “las nociones que expresan conocimientos, habilidades y actitudes que consideran los mínimos necesarios de cada campo disciplinar para que los estudiantes se desarrollen de manera eficaz en diferentes contextos y situaciones a lo largo de la vida (RIEMS; Art. 6°, 2008a).” Estas pueden ser básicas o extendidas, las primeras son aquellas que buscan “expresar las capacidades que todos los estudiantes deben adquirir, independientemente del plan y programas de estudio que cursen y la trayectoria académica o laboral que elijan al terminar sus estudios de bachillerato” (RIEMS; Art. 6°, 2008a).

Las competencias disciplinarias básicas se organizan dentro de cuatro campos disciplinarios: Matemáticas, Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales y Comunicación. Dentro de cada campo encontramos las diferentes disciplinas del MCC:

Campo disciplinar	Disciplinas
Matemáticas	Matemáticas
Ciencias experimentales	Física, química, biología y ecología.
Ciencias sociales	Historia, sociología, política, economía y administración.

Comunicación	Lectura y expresión oral y escrita, literatura, lengua extranjera e informática.
--------------	--

En cada disciplina existen competencias disciplinares básicas que se busca desarrollar en el estudiante de bachillerato para alcanzar el perfil general de egreso. Estas competencias disciplinares básicas serán alcanzadas por medio de las competencias disciplinares extendidas. Éstas no se definen como tal porque corresponde a cada modalidad y subsistema de EMS definir las propias, esto quiere decir que todas las modalidades de EMS del sistema educativo nacional buscarán, de acuerdo a su finalidad, filosofía, metodología y demás, la forma de desarrollar estas competencias disciplinares básicas (RIEMS, 2008b).

Al revisar las competencias generales básicas se identifican planteamientos que buscan llevar al egresado a resolver problemas complejos, determinar por medio de la experimentación si sus ideas se sostienen o comprobar con datos postulados científicos.

En matemáticas se encuentra la finalidad de permitir a los estudiantes el razonamiento matemático más allá de la habilidad de resolver problemas matemáticos básicos mediante la repetición de procedimientos establecidos. Enlisto a continuación las competencias que se estipulan en la RIEMS 2008:

1. *Construye e interpreta modelos matemáticos mediante la aplicación de procedimientos aritméticos, algebraicos, geométricos y variacionales, para la comprensión y análisis de situaciones reales, hipotéticas o formales.*
2. *Formula y resuelve problemas matemáticos, aplicando diferentes enfoques.*
3. *Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales.*
4. *Argumenta la solución obtenida de un problema, con métodos numéricos, gráficos, analíticos o variacionales, mediante el lenguaje verbal, matemático y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.*
5. *Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento.*
6. *Cuantifica, representa y contrasta experimental o matemáticamente las magnitudes del espacio y las propiedades físicas de los objetos que lo rodean.*
7. *Elige un enfoque determinista o uno aleatorio para el estudio de un proceso o fenómeno, y argumenta su pertinencia.*
8. *Interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos.” (RIEMS, p. 5, 2008b)*

Las competencias disciplinares básicas citadas se enfocan en dar al estudiante la capacidad de utilizar conocimiento matemático para la resolución de problemas y construcción de nuevos conocimientos. Sin embargo, según los resultados del recién creado Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA²⁰), realizado por el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) y la SEP, un porcentaje mayoritario de estudiantes del tercer grado en educación media superior tienen resultados deficientes en lenguaje y matemáticas.

En este año, al presentar los resultados de PLANEA, 51.3% de los alumnos evaluados sólo saben multiplicar o sumar con número enteros, mientras que 43.3% es incapaz de obtener información implícita de un texto (León, 2015).

NIVEL DE DOMINIO	NÚMERO DE ALUMNOS EVALUADOS *	PORCENTAJE DE ALUMNOS DEL ÚLTIMO GRADO EN CADA NIVEL DE DOMINIO
I	526,919	51.3
II	307,013	29.9
III	126,850	12.4
IV	66,234	6.4
TOTAL	1,027,016	100 ²¹

En esta tabla se puede apreciar cómo el 51.3% de los estudiantes de último año de EMS en México tienen un nivel básico de dominio en matemáticas. Es importante

²⁰ “La prueba Planea Media Superior (se aplicó) a 1’037,775 alumnos que cursan el último grado de educación media superior en 14,548 instituciones educativas de carácter público, federal y estatal, en planteles particulares con reconocimiento de validez oficial otorgado por la SEP o por las entidades federativas; así como en instituciones de carácter autónomo y en sus escuelas particulares incorporadas.” (SEP, 2015a)

²¹ Estos datos se obtuvieron directamente de la SEP. Corresponden a las estadísticas de los resultados 2015. Nivel de dominio 1 equivale a la capacidad de resolver operaciones simples con números enteros y gráficos.

recalcar que, de acuerdo al sitio web de la Secretaría de Educación Pública:

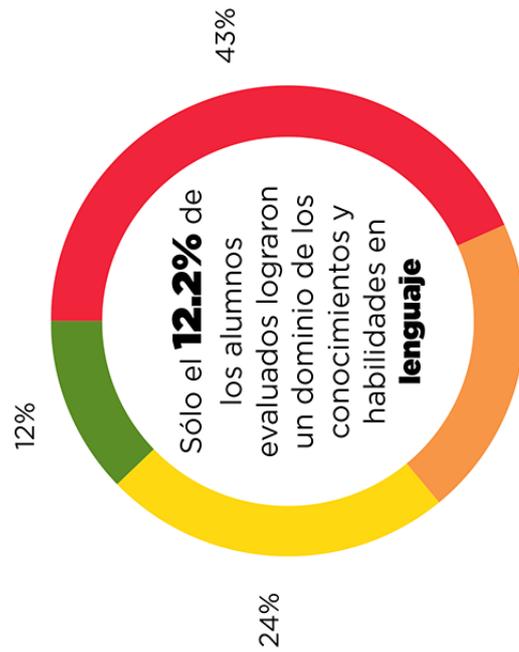
(...) el perfil de la prueba Planea Media Superior está alineado a la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), que establece las competencias disciplinares básicas características del perfil del egresado del bachillerato.²²

Estos estudiantes egresados de EMS no tienen el grado de competencia suficiente para continuar estudiando en Educación Superior, es probable es que un alto porcentaje de estos alumnos abandone su trayectoria escolar.

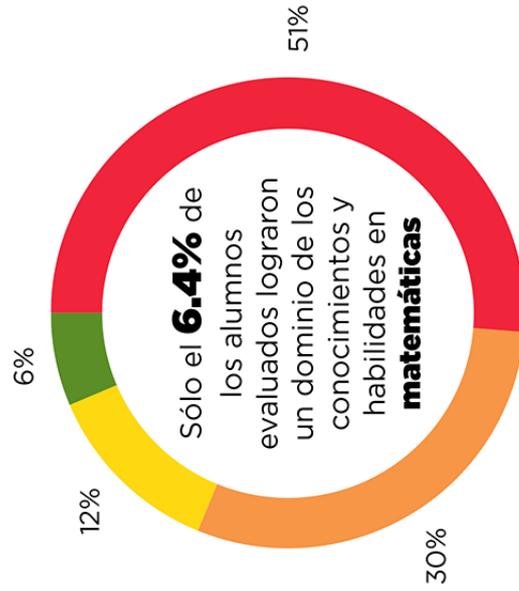
El impacto se observa en la gráfica siguiente donde aparecen los resultados de la prueba PLANEA 2015 en los rubros de lenguaje, comunicación y ciencias, en ella resalta cómo sólo el 12.2% de los estudiantes lograron un dominio de los conocimientos y habilidades en lenguaje y sólo 6.4% en matemáticas.

²² Recuperado el 30 de noviembre del sitio: <http://planea.sep.gob.mx/ms/>

LENGUAJE Y COMUNICACIÓN



MATEMÁTICAS



% de alumnos evaluados
tercer grado de bachillerato

- I
- II
- III
- IV

Deficiencias en desarrollo de conocimientos y habilidades
 Dominio deficiente de conocimientos
 Dominio de conocimientos, con algunas deficiencias
 Dominio de conocimientos y habilidades

Además del bajo nivel de competencia en lenguaje y matemáticas, las competencias en ciencias experimentales no se evalúan en PLANEA. Entonces el sistema nacional de bachillerato no está alcanzando parte de los objetivos planteados en la RIEMS y además no evalúa las competencias disciplinares básicas correspondientes a las ciencias experimentales, ni sociales.

Es importante mencionar que, aunque no existen pruebas estandarizadas para medir el desempeño en ciencias de los egresados de educación media superior, el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) de la Organización Para la Cooperación y el Desarrollo Económicos mostró en 2015 que los estudiantes de 15 años del país no han desarrollado competencias científicas al nivel esperado para su edad.

México está por debajo del promedio de los países de la OCDE en ciencias, matemáticas y lectura²³. Además “en ciencias, el rendimiento promedio de los jóvenes mexicanos de 15 años no varió significativamente desde el 2006” (OCDE, 2015, p. 1). Mientras que en México no existe una diferencia significativa entre el nivel de logro de hombres vs. mujeres en los estudiantes de menor logro en la prueba PISA, menos del 1% de los estudiantes mexicanos alcanzan un nivel sobresaliente y en ese nivel, existe una desigualdad de género del 20%, indicando además una brecha de género en ciencias (OCDE, 2015).

La prueba PISA evalúa el desempeño de estudiantes de 15 años, esta edad corresponde a estudiantes que se integrarán al sistema de Educación Media Superior Nacional y por lo tanto, podría cuestionarse si los estudiantes de EMS han desarrollado las competencias científicas, de matemáticas y lectura deseadas según los estándares de la OCDE una vez que terminen sus estudios de bachillerato, sin

²³ El promedio en ciencias de los países participantes en la prueba PISA es de 496 puntos, 493 en Lectura y 490 en Matemáticas. México tiene un puntaje en ciencias de 416. Menor a países como Colombia, Costa Rica, Qatar y Tailandia. El puntaje de México en Matemáticas es de 408 y 416 en Lectura.

embargo, PLANEA muestra que no hay un nivel de logro adecuado en Lenguaje y Matemáticas y no mide el desempeño en Ciencias. Por esta razón no se tiene, en este trabajo, información que permita determinar de forma objetiva cómo evoluciona el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes de entre 15 y 18 años de edad, sin embargo, la comparación de resultados entre PISA y PLANEA en lenguaje y matemáticas permite especular que no hay un avance significativo en el desarrollo de habilidad científicas.

No corresponde a este trabajo cuestionar por qué la Secretaría de Educación Pública no evalúa los rubros que ha propuesto formar en todos los alumnos del sistema nacional de bachillerato, sin embargo, se necesitan evaluaciones integrales que brinden luz sobre la calidad del sistema educativo en educación media superior para que, con datos objetivos, se atiendan las áreas de oportunidad del sistema nacional de educación.

Lo que sí corresponde a este trabajo es explorar la importancia de la divulgación científica para los estudiantes mexicanos, particularmente en aquellos que pertenecen a educación media superior.

2.4 Importancia de la divulgación científica en EMS

El bajo nivel de desarrollo de competencias detectado en PLANEA muestra un bajo nivel de dominio matemático y lingüístico por los estudiantes, del mismo modo, no presenta datos que permitan conocer la calidad de la formación científica.

Sumando a la carencia en el sistema educativo nacional, en este trabajo es relevante analizar los esfuerzos de divulgación de la ciencia en el país porque a través de la promoción de una cultura científica se puede fomentar el gusto e interés por disciplinas científicas. Para Millar y Osborne (1993) la divulgación científica es crucial por los siguientes cuatro pilares:

1. Económicos. Cómo se revisó en el capítulo anterior, las sociedades contemporáneas requieren de la promoción científica porque esto incide directamente en el crecimiento económico de las naciones.

2. Utilitarios. Los individuos necesitan de conocimiento científico para ser conscientes de su entorno y, en consecuencia, ser consumidores conscientes.
3. Culturales. La ciencia contribuye al desarrollo cultural y enriquecimiento cultural.
4. Democráticos. La ciencia permite a los ciudadanos participar de forma objetiva en las discusiones y decisiones de una sociedad democrática.

Mencionados los cuatro pilares, es necesario entender la efectividad de los esfuerzos por difundir una cultura científica y esto es posible si se revisa el concepto de divulgación científica, mismo que puede comprenderse como la transmisión del conocimiento científico entre pares con una cultura científica básica compartida. Esta comunicación implica al destinatario y los científicos (Tagüeña, Rojas, Reynoso, 2006).

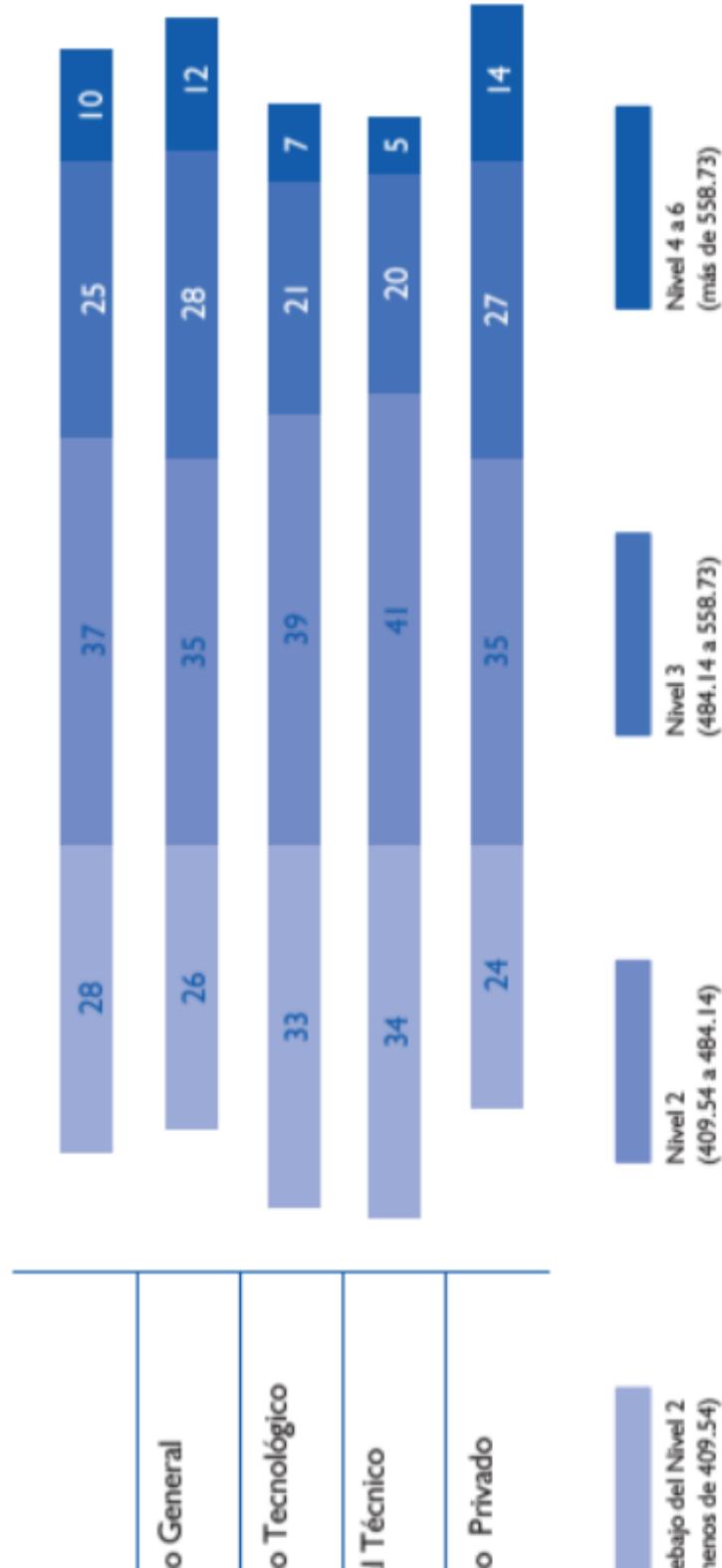
En el capítulo uno se mencionaron esfuerzos gubernamentales por divulgar el conocimiento científico, del mismo modo, políticas públicas como la RIEMS 2008 demuestran el interés gubernamental por la educación científica, aunque existen carencias y oportunidades en el ámbito de la divulgación científica, el desconocimiento de metodologías de investigación científica por parte de los docentes tiene un mayor efecto en la alienación de los jóvenes por su interés en la ciencia que los esfuerzos sociales de divulgación científica (Garriz, 2011).

El distanciamiento entre profesores con experiencia en investigación química y la enseñanza de la misma disciplina en educación media superior, en su estudio, Garriz explica que la falta de egresados de carreras químicas dificultaba que hubiera docentes químicos enseñándola (Garriz, 2011). Esto muestra un círculo vicioso en el cual no hay interés en carreras científicas, por lo tanto, no hay personas capaces de enseñar estas materias agravando la carencia interesados en el ámbito.

Se puede considerar que hay una falla en la forma en que se están enseñando las ciencias porque un alto porcentaje de docentes no cuentan con experiencia en

investigación científica dentro de la disciplina que enseñan, como resultado tenemos profesores más preocupados por la enseñanza y memorización de los conceptos científicos que de los procesos a partir de los cuales se han generado los conceptos (López, Flores, Gallegos, 2001).

Porcentaje de estudiantes por nivel de desempeño en ciencias, según modelo educativo



Fuente: INEE. Elaboración con la base de datos PISA 2009 Grado 12.

Esta gráfica muestra el nivel de desempeño que estudiantes del último grado en EMS obtienen en ciencias. En todas las distintas modalidades de bachillerato, aproximadamente el 50% de los alumnos se encuentra en un nivel de dominio entre uno y dos. Apenas un 30% (en el caso del sistema profesional técnico un 25%) se encuentran en los niveles tres y cuatro²⁴ (INEE, 2010-2011).

Más de un 50% de los estudiantes alcanzaron un nivel bajo de desempeño en la prueba PISA del 2015. Al revisar la descripción de cada nivel de desempeño en la prueba se encuentra que un grupo grande de estudiantes no es capaz de tomar decisiones basadas en el conocimiento científico.

Este nivel de desempeño es clave en la elección vocacional porque los estudiantes eligen carreras que no involucran investigación científica cuando egresan de EMS. Por esta razón, es importante analizar los objetivos educativos planteados en la RIEMS 2008 y revisar qué se espera de los estudiantes para encontrar metodologías educativas que les permitan alcanzar ese nivel de desempeño.

2.5 Objetivos de las materias científicas.

En el marco curricular común (MCC) de la RIEMS 2008 se busca que las competencias disciplinares básicas de ciencias experimentales lleven a los estudiantes a “que conozcan y apliquen los métodos y procedimientos de dichas ciencias para la resolución de problemas cotidianos y para la comprensión racional de su entorno. (RIEMS, p. 6, 2008)” Se espera que los alumnos utilicen las enseñanzas de ciencias del salón de clase y las utilicen como herramientas para

²⁴ Los niveles de desempeño se catalogan de la siguiente forma:

- Nivel 1: Conocimiento científico tan limitado que sólo se puede aplicar en situaciones conocidas y a partir de evidencias dadas, no obtenidas de forma autónoma.
- Nivel 2: El estudiante aporta posibles explicaciones en contextos familiares o para llegar a conclusiones basadas en investigaciones simples. Pueden razonar de manera directa y realizar interpretaciones literales de los resultados de una investigación científica o de la solución de problemas tecnológicos.
- Nivel 3: El alumno identifica temas científicos descritos claramente en diversos contextos y es capaz de elaborar exposiciones breves utilizando información objetiva, toma decisiones basadas en el conocimiento científico.
- Nivel 4 al 6: El estudiante trabaja eficazmente con situaciones que requieran deducciones sobre el papel de la ciencia y la tecnología. Asimismo, son capaces de reflexionar sobre sus acciones y comunicar sus decisiones utilizando conocimientos y evidencias científicas. (INEE, informe 2010-2011)

solucionar los problemas que enfrentan cotidianamente y creen explicaciones racionales de su entorno. Esto quiere decir que las competencias tienen un enfoque práctico donde los alumnos relacionan lo aprendido en la clase con lo experimentado en la vida diaria.

Algunas de las competencias disciplinares básicas de las ciencias experimentales son las siguientes (RIEMS, 2008):

1. Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos. Se busca generar conexiones entre ámbitos diversos, la ciencia y la tecnología, esto requiere de pensamiento interdisciplinario.
2. Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas. El estudiante proactivamente encuentra áreas de mejora plantea cuestionamientos científicos así como las hipótesis para comprobar la validez de sus conjeturas.
3. Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes. En esta competencia se busca que el estudiante conozca la forma correcta de explorar fuentes de información que le permitan responder cuestionamientos científicos.
4. Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones. Una vez que el estudiante ha generado hipótesis, diseña los experimentos y compara sus resultados con hipótesis anteriores, así obtiene conclusiones que comparte con los demás.
5. Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas. Esto quiere decir que el estudiante pone a prueba sus propias ideas al compararlas con evidencias científicas.
6. Explica el funcionamiento de máquinas de uso común a partir de nociones científicas. El estudiante utiliza conceptos científicos para descifrar el funcionamiento de máquinas cotidianas y es capaz de explicarlo.
7. Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.

Estas expectativas de logro de los estudiantes son atractivas, desde luego se espera que estudiantes de educación media superior utilicen lo que aprenden en el salón de clases y el laboratorio escolar para detectar problemas de su entorno, generen hipótesis que comprueban con experimentos que ellos mismos diseñan, analizando la validez de dichas hipótesis al comparar resultados, obteniendo conclusiones que después comunican con los demás. Sin embargo, los resultados de PISA 2015 indican que estamos lejos de esto, más del 20% de los estudiantes de mexicanos evaluados por el instrumento de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) sólo pueden explicar conceptos básicos de ciencias a partir de evidencias que alguien más les proporciona.

¿Hay alguna forma de cambiar esta situación? En el capítulo uno se menciona que ante las deficiencias del sistema educativo deben haber propuestas de mejora provenientes del mismo sistema, en otras palabras, encontrar alternativas pedagógicas que contribuyan a elevar el índice de alumnos con niveles satisfactorios en Educación Media Superior corresponde al ámbito pedagógico. Por esta razón propongo una alternativa educativa inspirada en un movimiento social que ha tomado mayor fuerza en los últimos años, esto se debe a la democratización de tecnología y el acceso a información facilitado por el internet. ¿Es posible implementar una metodología educativa que permita generar entusiasmo por la ciencia y el aprendizaje, desarrollando competencias pertinentes para las necesidades sociales del país?

¿Es posible generar ambientes de aprendizaje que fomenten el gusto por aprender e investigar? Para responder estas preguntas se analizará en el siguiente capítulo el movimiento Maker.

3. El movimiento Maker

“Aquí, en el límite de lo que sabemos, en contacto con el océano de cuanto no sabemos, brillan el misterio del mundo, la belleza del mundo, y nos dejan sin aliento.”

Carlo Rovelli

En el presente capítulo se describe el movimiento maker partiendo de su historia, filosofía, las herramientas comunes que utiliza y después se analizan las teorías educativas que sustentan la adopción del movimiento dentro de un ambiente educativo de nivel medio superior.

Con el objetivo de ofrecer una descripción del movimiento es útil relatar historias de personas que participan en él, por esta razón se presentan a continuación tres historias del movimiento.

En 2011, un joven llamado David Lang sin preparación en ingeniería o ciencias que había sido despedido de su trabajo, asistió a una Feria de Silicon Valley y conoció un movimiento que le mostró la posibilidad de involucrarse y participar activamente en el mundo de la tecnología. En la feria encontró vehículos autónomos, niños jugando con lanzallamas que ellos habían construido, jóvenes programando robots artistas, torneos de guerras robóticas y mucho más. Inmediatamente después de la feria se acercó a TechShop, un local en donde encontró mesas de trabajo similares a los talleres universitarios, máquinas para cortar todo tipo de material, herramientas de precisión, taladros, sierras, componentes electrónicos, libros y conoció personas que pagan una cuota mensual y entran a este lugar para construir proyectos de todo tipo.

En TechShop se inscribió a las clases que llamaron su atención y así aprendió de carpintería, modelado digital y electrónica. Además de lo que aprendió, conoció a personas con intereses e historias diversos, una de estas fue Eric Stackpole, que estaba intentando construir un robot submarino para explorar unas fosas en

California donde una leyenda local contaba que había un tesoro escondido (Lang, 2013). Juntos decidieron trabajar en el proyecto y crearon OpenRov, un robot sumergible de código abierto, financiado de forma colectiva en la plataforma KickStarter y así fundaron una empresa dedicada al diseño de robots para exploración submarina. (Hagel, Seely y Kulasooriya, 2014)

Un profesor de secundaria de Estados Unidos llamado Bre Pettis, recién llegado a Nueva York buscaba un taller en el que pudiera “Crear cualquier cosa”, junto con sus amigos rentó un local y comenzaron un club llamado *NYC Resistor*, ahí compartían herramientas y desarrollaban proyectos de tecnología. “Estábamos creando tanta energía potencial, que algo tenía que pasar...” (Oppenheimer, 2014, p. 122). Se les ocurrió crear una máquina que les permitiera imprimir directo desde su computadora objetos físicos en tres dimensiones, estos artefactos se llaman impresoras 3D y, en ese momento, eran máquinas industriales con un precio mayor a cien mil dólares, “Obviamente no nos alcanzaba el dinero. Pero la queríamos... tratamos y tratamos haciendo y deshaciendo” (p. 123) finalmente, con la ayuda de comunidades en línea lograron fabricar las primeras impresoras 3D disponibles para el público en general (Oppenheimer, 2014).

Chris Anderson es un activo contribuyente de la comunidad tecnológica en Silicon Valley y era editor de la revista *Wired*. Junto con sus hijos armó un paquete de Lego que tenía la posibilidad de ser programado para realizar ciertas tareas, con las piezas del juguete intentó crear una aeronave autónoma no tripulada de bajo costo, después de varios intentos se había enfrentado a un problema en la programación que no sabía como resolver. Por esta razón creó un blog de internet dónde aficionados a la electrónica compartían proyectos y discutían sobre formas de resolver complicaciones. Anderson publicó el obstáculo con el que se enfrentaba y un joven de 20 años llamado Jordi Muñoz respondió que había encontrado una manera de solucionar el problema utilizando un microcontrolador llamado Arduino. Anderson envió un cheque de 500 dólares a Jordi para mantenerlo interesado y así comenzaron a hablar con mayor frecuencia por correo electrónico. Meses después Anderson renunció como editor de la revista *Wired* y, junto con Muñoz, fundó *3D Robotics*, una empresa de Drones que actualmente tiene ventas en todo el mundo y

que comparte en internet el diseño y el código de programación de todos sus productos para que más personas contribuyan a la mejora de los drones que fabrican (Anderson, 2012).

Lang, Pettis, Anderson y Muñoz son *Makers*. Entusiastas de la tecnología que, impulsados por comprender los objetos de la vida cotidiana, deciden experimentar de manera lúdica y crear nuevos productos.

3.1 Historia del Movimiento Maker

“Todos somos hacedores, todos creamos, está en nuestra naturaleza como seres humanos” explica el fundador de la revista *Make* y *Maker Faire*²⁵, Dale Dougherty (TED, 2011). La curiosidad, ingenio y experimentación es la fuente de la creación de industrias, mismas que dieron forma al mundo actual (Hatch, 2014).

Desde el principio de la humanidad, el hombre ha creado objetos con los que ha dado forma al mundo que lo rodea. Durante muchos años han existido inventores y artistas que en su garage, en su habitación o en el taller construyen brazos robóticos, bobinas de inducción magnética o arrancadores electrónicos de motores de combustión²⁶. Actualmente se encuentran en Internet herramientas de fabricación digital, comunidades que conectan a expertos de cualquier disciplina científica con aficionados, información actualizada y comunicación instantánea en tiempo real, del mismo modo se están democratizando tecnologías como las computadoras personales y las impresoras 3D. Estas son algunas de las razones que han coadyuvado a la formación del movimiento *Maker*.

La palabra *Maker* es un sustantivo derivado del verbo inglés “Hacer” para describir a una persona que *hace* las cosas, en cierto modo podemos pensar en un “Creador” o un “Hacedor”, se utiliza para referirse a personas que mantienen la fascinación por construir objetos tangibles; todo ámbito donde se crea es dominio *Maker* (Anderson,

²⁵ *Maker Faire* es un evento donde los *Makers* de una ciudad presentan sus proyectos. En español se conocen como ferias *maker*.

²⁶ Tal es el caso de Robert Bosch, que en 1886 fundó la empresa Bosch dedicada a la generación de tecnología para industrias diversas.

2012). La única regla para ser Maker parece ser la tangibilidad, la creación virtual que caracteriza a los entusiastas de la programación entra en lo Maker porque están creando algo, sin embargo, el movimiento maker está orientado a la creación de objetos físicos y tangibles, en palabras de Anderson:

(...) pese a nuestra fascinación por las pantallas, continuamos viviendo en el mundo real. Es la comida que ingerimos, nuestras casas, la ropa que vestimos y los coches que conducimos. Nuestras ciudades y jardines; nuestras oficinas y patios. Todo ello son átomos, no bits.”(Anderson, 2012: 28)

Existe una definición de los Makers presentada por Anderson. Según él, son personas que utilizan herramientas de diseño digitales y producen objetos a través de máquinas de fabricación personal, compartiendo en línea sus proyectos. Para Anderson, el movimiento Maker tiene tres características (2012):

1. Gente que, en espacios personales, diseña productos y hace de ellos prototipos. Tienden a utilizar herramientas digitales para el diseño.
2. Existe una cultura por compartir los diseños y colaborar con otros en comunidades.
3. Permiten a los demás acceder y manipular sus diseños, de modo que cualquiera pueda fabricarlos. Esto lo hacen posible por medio de archivos digitales guardados en formatos comunes o universales para que todos tengan acceso.
- 4.

Sin embargo, encuentro la definición de Anderson limitante porque una persona que diseña y construye sin utilizar medios digitales puede ser considerada Maker, por esta razón es importante considerar otros aspectos del movimiento como los presentados por Hatch en el Manifiesto del Movimiento Maker, donde explica nueve rasgos característicos del movimiento:

1. Hacer, un maker es alguien que constantemente está creando. Lo creado es parte de nosotros y representa quiénes somos.
2. Compartir, mostrar a los demás las propias creaciones permite sentirse pleno, además, al compartir a los demás se valida lo creado. En otras palabras, si no se comparte, no existe.

3. Dar. Similar a compartir, Hatch explica que dar lo creado a alguien más hace mucho máspreciado el objeto.
4. Aprender. Para poder aprender se debe hacer y haciendo se aprende más. Para nuevos proyectos hay que aprender nuevas cosas, técnicas, uso de herramientas y conocer tecnologías.
5. Equiparse. Para poder crear se necesita el equipo adecuado, es necesario el acceso a herramientas para desarrollar cada proyecto.
6. Jugar. Al realizar el proyecto es importante divertirse y “jugar” para encontrar nuevas posibilidades creativas y disfrutar el proceso de creación.
7. Participar. Para ser Makers se necesita hacer comunidad, puede ser compartiendo las creaciones con otros Makers pero también organizando espacios dónde Makers se reúnan a crear.
8. Apoyar. Promover el movimiento con apoyo emocional a los miembros, intelectual, político e institucional. En este punto, Hatch hace hincapié en la importancia de apoyar el movimiento por medio de iniciativas que permitan democratizar la ciencia, laboratorios y las herramientas para todos.
9. Cambiar. Participar en el movimiento cambia a una persona, lo lleva a aprender y explorar su potencial creativo, aceptar y disfrutar el continuo cambio es clave para aprovechar la experiencia (Hatch, 2014).

El movimiento no tiene límites de edades, cualquiera puede participar y no hay estándares de complejidad, calidad o de ningún tipo, las personas son libres de crear cualquier cosa que a ellos les parezca interesante, además, cuentan con el apoyo de toda una comunidad al crear su proyecto. De esta forma, tenemos jóvenes de 19 años creando motores de propulsión montados en un Go-Kart junto con ingenieros calificados creando automóviles impresos en 3D (Anderson, 2012).

Del mismo modo, no existen estándares en cuanto a la finalidad. Los tres casos presentados al principio de este capítulo no son la norma en el movimiento Maker porque no es necesario crear una empresa a partir de los proyectos como lo hicieron Lang, Pettis o Anderson. Aunque muchos miembros de esta comunidad crean empresas para comercializar sus proyectos, muchos otros lo hacen con fines artísticos o lúdicos. La pasión por aprender sobre el funcionamiento de una máquina

especial o la creatividad con fines artísticos son bienvenidos en el movimiento, esto vuelve común encontrar personas jugando con una cortadora de control numérico para realizar una escultura o incluso combinándola con otros sistemas o materiales para hacer música (Hatch, 2014).

Lo descrito hasta ahora pareciera ser algo nuevo para el mundo, pero es necesario comprender que las personas con afición por la creación y manipulación de objetos cotidianos ha existido siempre, como se menciona en la introducción de este trabajo, los hermanos Wright desarrollaron un avión por interés personal, Da Vinci diseñaba y algunas veces creaba sus propias máquinas y Steve Jobs creó el primer ordenador Macintosh junto con Steve Wozniack en el garage de su casa. El ser humano es creador y explorador por naturaleza y por necesidad, a través de la creatividad y habilidad para construir es que hemos alcanzado grandes avances como especie, hoy tenemos herramientas de fabricación digital que nos permiten explorar nuevas posibilidades para esta dimensión creativa (Anderson, 2014).

Estas herramientas permiten diseñar, prototipar, corregir y modificar objetos desde una computadora personal, al mismo tiempo, se puede conseguir información en un blog en línea, varias personas pueden trabajar en el mismo proyecto sin estar en el mismo espacio geográfico por medio de videollamadas y en redes sociales compartir sus creaciones. El acceso a herramientas, abaratamiento de materiales y el acceso a internet han sido los cambios que fortalecen al movimiento Maker, por esta razón conviene conocer las herramientas más comunes del movimiento si deseamos conocer su impacto en la educación media superior.

3.2 Herramientas del Movimiento Maker

Para trabajar se necesita un espacio. En el movimiento Maker estos espacios existen para reunir a las personas en un ambiente cómodo para trabajar y desarrollar los proyectos, esto también brinda acceso a herramientas; estos son los “*Maker Spaces*”. En los últimos 10 años han surgido más espacios de este tipo en todo el mundo, China es un caso notable porque el gobierno decidió crear 100 espacios Maker para la población. En Estados Unidos se han generado cadenas

como TechShop, fundada por Mark Hatch, y en uno de estos espacios el presidente Barack Obama dio un discurso en el que describió los adelantos tecnológicos como las impresoras 3D y los espacios makers como ejemplos de la Nueva Revolución Industrial (Oppenheimer, 2014).

Dentro de los espacios Makers encontramos mesas de trabajo con conexiones eléctricas para taladros, cautín y lámparas.

Sin embargo, las favoritas para los makers son:

- Las cortadoras láser
- Las máquinas de Corte de Control Numérico (CNC)
- Impresoras 3D

Éstas permiten crear piezas específicas para cada proyecto y con los avances tecnológicos actuales, el aumento en la demanda y el creciente número de fabricantes y vendedores, las herramientas cada vez se vuelven más baratas. Un ejemplo de esto es el actual precio de las impresoras 3D, antes sólo disponibles para la industria por cientos de miles de dólares, hoy en venta por mil dólares o menos.

También, los espacios Maker cuentan con acceso a internet, esto permite a los usuarios conectarse con la comunidad al mismo tiempo en que desarrollan sus proyectos.

Otro instrumento que ha permitido el crecimiento del movimiento son los microcontroladores de bajo costo y de código abierto, un ejemplo de estos es Arduino. Estos microcontroladores procesan miles de datos en microsegundos que permiten automatizar procesos o hacer sistemas inteligentes, además, utilizan sistemas de programación “populares”²⁷ y se pueden encontrar códigos de programación en internet.

²⁷ Utilizo la palabra populares porque lenguajes como C y C++ utilizados para programar en microcontroladores son lenguajes básicos y de fácil acceso en el mundo de la programación.

Los proyectos Maker han adquirido mayor grado de complejidad tecnológica por todos estos recursos, aunque proyectos sin componentes electrónicos no están excluidos del movimiento. Las herramientas anteriores son útiles para realizar proyectos de muchos tipos, sin embargo, no es necesario tener una impresora 3D o una cortadora CNC para ser un Maker. Los hermanos Wright no tenían Arduino y construyeron un avión, sin embargo, contaban con las herramientas necesarias para dar vida a sus proyectos, a esto se refiere Hatch con el quinto punto de su manifiesto. Por esta razón un proyecto maker puede componerse por lápices y hojas de papel y sigue siendo Maker, sin embargo, las hojas y los lápices deben estar disponibles.

Comprender las herramientas permite visualizar el entorno del Movimiento Maker, sin embargo, se considera que hay una pregunta necesaria para la profunda comprensión de este fenómeno: ¿Por qué ser Maker? La respuesta permite conocer la filosofía detrás del movimiento.

3.3 La filosofía Maker

Hacer es fundamental en el significado de ser humano. Debemos hacer, crear y expresarnos para sentirnos plenos. Hay algo único al crear cosas físicas. Esas cosas son como pequeñas piezas de nosotros para materializar porciones del alma (Hatch, p. 1, 2012).

- ¿Por qué crear una impresora 3D? ¿Por qué hacer un avión autónomo o un robot para explorar el mundo submarino? ¿Por qué Da Vinci quería volar? ¿Por qué llegar a la luna? ¿Para qué hacer una turbina si ya están inventadas? ¿Por qué hacer una patineta que se conecte a internet?
- ¿Por qué no?

“Queríamos una impresora 3D pero obviamente no teníamos el dinero para comprarla, entonces, cuando eres Maker y deseas algo pero no te alcanza lo haces tú mismo” (Bre Pettis entrevistado por Oppenheimer, p. 123, 2014)

La curiosidad intelectual es un motor primario en el movimiento Maker, el “*ethos*” de

la comunidad Maker es “aprender haciendo” y los miembros buscan conocer el mundo que los rodea y mejorarlo. No hay una razón específica ni una necesidad en particular, simplemente son personas apasionadas ante algún tema y el mundo actual les permite explorar esa pasión para crear algo con ella.

“<Si no puedes armarlo de nuevo, no te pertenece> es una frase en el ambiente Maker, hay una intención de conocer el funcionamiento de las cosas y después viene la imitación. Los makers crean por diversión e interés personal, por eso hay tanta libertad en el movimiento, nadie les dice qué hacer ni cómo hacerlo sino todo lo contrario, un Maker tiene una idea, consigue las piezas necesarias y experimenta, manipula y acomoda los elementos hasta que lo termina. Después, comparte lo creado y los pasos para realizarlo con la comunidad. La única regla es Hazlo Tu Mismo”. (Oppenheimer, p. 124, 2014)

El modelo “Hazlo Tú Mismo”, frecuentemente abreviado como DIY, no es reciente; tiendas como Home Depot o AutoZone buscaban atender el mercado de personas que querían remodelar su casa o reparar su automóvil ellos mismos en lugar de llamar a un técnico. El acceso a la información y la tendencia a compartir dio pie a proyectos DIY más complejos. Disciplinas y oficios como la electrónica, mecánica, carpintería, técnicas artísticas para escultura o cerámica, entre otras cosas se expandieron porque las personas interesadas en aprenderlas no necesitaban conocer a un especialista, en internet es posible acceder a contenido de la materia que interese a la persona y así, hacer las cosas uno mismo.

Aunque existe la regla de hacer las cosas por uno mismo, no hay una corriente que indique la “forma correcta” de hacerlo, no existe una religión o doctrina de pensamiento particular detrás del movimiento, pero sí hay ciertos valores compartidos entre los miembros. Esto se ha hecho evidente con el desarrollo del “Código abierto” (Anderson, 2012).

Las tecnologías Código-Abierto son aquellas donde los creadores liberan el diseño y derechos de uso a todas las personas. Cualquiera es libre de utilizarlas, modificarlas y generar dinero con ellas. Arduino, 3D Robotics, Android y OpenRov²⁸ son

²⁸ Arduino es el nombre del microcontrolador utilizado comúnmente en proyectos Makers, 3D Robotics es la empresa de drones creada por Chris Anderson, Android es la compañía de sistemas operativos para celulares que actualmente pertenece a Alphabet Inc. OpenRov es la empresa fundada por Lang de robots para exploración submarina.

ejemplos de empresas que desarrollan productos código abierto; esto permite que las comunidades en internet desarrollen nuevas propuestas de uso y funcionamiento del producto, abaratando los costos de investigación y desarrollo, aumentando la rapidez con que se generan innovaciones tecnológicas, en muchos casos, lo único que estas empresas registra es el nombre de la marca, reservando el derecho de uso de la misma pero permitiendo a las personas experimentar con la tecnología y ganar dinero con sus propios proyectos.

Anderson (2012) relata cómo en China comenzaron a copiar los diseños de los drones que la empresa *3D Robotics* vendía, del mismo modo habían traducido las hojas técnicas al idioma. En lugar de una demanda, la empresa contactó a un miembro de la comunidad identificado como Hazy que aceptó haber sido una de las personas involucradas en la clonación de los productos de 3DR. Anderson le compartió más diseños y lo impulsó para que siguiera creando. Resultó ser un estudiante de informática de la Universidad de Pekín llamado Xiaojiang Huang que además estaba enseñando a sus compañeros cómo hacer drones, con el tiempo siguió ayudando a 3D Robotics con diseños y propuestas hasta convertirse en parte del equipo de programadores de la empresa.

El código-abierto y las comunidades formadas a través de redes sociales han permitido un aumento en la velocidad para generar propuestas y mejoras en productos, además de que reducen los costos que la corrección de problemas en el diseño representan para una empresa.

Esta mezcla entre Hazlo-Tu-Mismo, código-abierto y comunidad digital está impactando dominios científicos, un ejemplo es la agrupación *BioCurious* fundada por Eri Gentry, en dónde los participantes realizan experimentos e investigación en biología, en laboratorios construidos de manera colaborativa y dónde no es necesario tener un título en ciencias, un ejemplo de esto es misma fundadora del grupo; Gentry estudió economía y aprendió sobre biología ella misma al realizar el proyecto (Lang, 2013). Otro ejemplo es la *Agencia Espacial Abierta* (OSA) y su proyecto *Ultrascope*, dedicado a la exploración espacial colaborativa; OSA comparte los diseños de un observatorio espacial que se puede imprimir en 3D e invita a las

personas a subir sus hallazgos para generar “micro-observatorios” que permitan a los interesados formar parte de una agencia espacial.

Lo revolucionario en estas organizaciones es que están democratizando la investigación científica porque permite a las personas con interés en alguna disciplina formar parte de la comunidad de investigadores en vez de limitar el privilegio de investigar a sólo unos cuantos trabajadores de la NASA o laboratorios especializados, en resumen, el movimiento Maker permite a cualquiera tener un laboratorio especializado a un precio accesible.

Las características presentadas en este trabajo sobre el movimiento Maker atienden directamente el problema planteado en los capítulos anteriores. Se explicó la falta de inversión pública en investigación y desarrollo, la baja concentración de científicos en México, el reducido número de patentes, pocas marcas registradas cada año y la falta de interés científico por la sociedad en general. Del mismo modo, existe un bajo nivel de competencia científica en estudiantes de Educación Media Superior, pocos jóvenes interesados en inscribirse a carreras científicas y altos niveles de deserción en las mismas carreras.

El movimiento Maker promueve la creación colaborativa, el *maker* es responsable de aprender y encontrar lo necesario para hacer realidad su proyecto, pero cuenta con el apoyo de toda una comunidad y, del mismo modo, es un directo contribuyente a la misma. El aprendizaje es autodirigido y surge de forma natural porque se aprende lo necesario en el momento preciso, además, los proyectos se eligen a partir de intereses personales, esto promueve una profunda vinculación y participación; además, el movimiento está permitiendo que muchos individuos de entornos distintos participen en investigaciones de temas tan sofisticados como la exploración espacial. Por estas razones, es conveniente analizar la manera de integrarlo al sistema educativo y qué teorías educativas lo respaldan.

3.4 Educación Maker

Dentro del movimiento Maker, la palabra “*Tinkering*” se escucha frecuentemente y

es la actividad en la cual una persona interactúa con un material, componentes u otros objetos, los manipula y experimenta con ellos para conocerlos y crear cosas nuevas. Es una actividad lúdica cuyo fin es entender aquello con lo que se interactúa; no siempre tiene un objetivo final definido y tampoco he encontrado una palabra en español que lo traduzca de manera satisfactoria. Para mayor facilidad, en este trabajo utilizaré la palabra manipulación como término sinónimo.

En este sentido, la manipulación de objetos permite descubrir las conexiones entre diferentes elementos que rodean al objeto. Al descubrir las conexiones se genera conciencia de los elementos que componen el objeto y el potencial de cada uno, esto abre la puerta a la creatividad porque la comprensión de los elementos que componen el objeto es la base para experimentar con nuevas formas en que estos elementos podrían interactuar para crear objetos distintos. La manipulación genera independencia (Duckworth, 2003).

La manipulación, según Duckworth, permite a los niños generar conciencia del mundo que los rodea y así construyen estructuras cognitivas. Esta noción está relacionada con teoría constructivista de Jean Piaget en la cual construimos el conocimiento interactuando con el entorno. A partir de estas ideas surge el construccionismo, creado por Seymour Papert, que propone la construcción del conocimiento por medio de la creación de objetos tangibles, esto facilita la formación de estructuras cognitivas que Piaget concibe como aprendizaje (Stager, 2005; Ruiz Celasco, 2007).

Para Papert (1980), existen 8 grandes ideas para el aprendizaje construccionista:

1. Aprender haciendo, aprendemos mejor cuando el aprendizaje es parte de algo que encontramos muy interesante. Aprendemos mejor cuando utilizamos lo aprendido para hacer algo que realmente queremos.
2. Utilizar la tecnología como material de aprendizaje. Si se utiliza la tecnología para crear cosas, se vuelven mucho más interesantes. Al mismo tiempo, aprendemos mucho más al hacerlas.
3. Diversión dura. Aprender y trabajar es mejor al disfrutar la actividad, sin embargo, que algo sea “divertido” o “disfrutar” el trabajo no quiere decir

“fácil”. La mejor diversión es la diversión difícil o dura. Los mejores deportistas trabajan duro para ser mejores, el mejor carpintero disfruta la carpintería y el empresario más exitoso disfruta trabajar duro para cerrar tratos.

4. Aprender a aprender. Muchos alumnos tienen la idea de que “la única forma de aprender es siendo enseñado” Esto los hace fracasar en la escuela y en la vida. Nadie te puede enseñar todo lo que necesitas saber. Necesitas estar a cargo de tu aprendizaje.
5. Tomarse el tiempo apropiado para el trabajo. Muchos estudiantes en la escuela están acostumbrados a que les digan cada 5 minutos o cada hora: has esto, después aquello, ahora has lo siguiente. Si alguien no les dice lo que tienen que hacer se aburren. La vida no es así. Para hacer algo importante necesitas aprender a manejar tu propio tiempo. Esto es una lección difícil para muchos de nuestros estudiantes.
6. La sexta gran idea es la más grande de todas, no puede salir bien sin que antes de salga mal. Nada importante funciona la primera vez. La única forma de que salga bien es reflexionando cuidadosamente qué sucedió para que saliera mal. Para triunfar necesitas la libertad de experimentar en el camino.
7. Hagamos aquello que hacemos a nuestros estudiantes. Aprendemos todo el tiempo. Tenemos mucha experiencia de otros proyectos similares pero cada uno es diferente. No tenemos una idea preconcebida de cómo funcionará exactamente esto o aquello. Disfrutamos lo que hacemos pero esperamos que sea difícil, esperamos tomarnos el tiempo para que esto nos salga bien. Cada dificultad es una oportunidad para que aprendamos. La mejor lección que podemos dar a nuestros estudiantes es dejar que nos vean esforzarnos por aprender.
8. Estamos entrando a un mundo digital donde conocer sobre tecnología digital es tan importante como leer y escribir. Por lo tanto, aprender sobre computadoras es esencial para el futuro de nuestros estudiantes PERO el propósito más importante es usarlas AHORA para aprender sobre todo lo demás. (Stager, 2005: 4-5)

Estas ideas del construccionismo de Seymour Papert fueron implementadas con estudiantes en riesgo del Centro de Jóvenes de Mayne, la prisión estatal para

adolescentes, dentro de la prisión instalaron el Laboratorio de Aprendizaje Construccinista (CLL) con el objetivo de que los estudiantes se involucren con proyectos a largo plazo basados en intereses, niveles de dominio y experiencias personales.

Papert evaluaba la enseñanza dentro del CLL bajo la premisa: “¿Qué pueden hacer con ‘eso’ los estudiantes?”, los conceptos enseñados o explorados deben tener una posibilidad razonable de guiar a la construcción de una teoría o pregunta de mayor magnitud (Stager, 2005).

Es importante resaltar que las ocho grandes ideas de la enseñanza constructivista de Papert no se establecieron en un ambiente Maker, pero existen similitudes entre la metodología constructivista y la filosofía del movimiento. Del mismo modo en que la pedagogía de Papert promueve “Hacerlo tu mismo”, el concepto del aprendizaje duro, la pasión por el proyecto o incluso la idea que los errores deben ser estudiados y analizados para aprender de ellos, el movimiento Maker invita a los miembros a involucrarse en proyectos que los apasionen personalmente, colaborar para aprender y equivocarse para avanzar en el entendimiento de su proyecto (Lang, 2013). Incluso existe relación entre algunas ideas de la educación Constructivista y las competencias educativas que el Sistema Nacional de Bachillerato busca formar en los estudiantes mexicanos como Aprender a Aprender, misma competencia que UNESCO nombra habilidad del siglo XXI.

Sin embargo, Papert es uno más de los psicólogos educativos que han aportado sustento a la posibilidad de introducir el movimiento Maker a un ambiente educativo. Howard Gardner también contribuye a las bases teóricas con su modelo de la escuela taller, dónde, inspirado en la metodología de enseñanza medieval de los talleres para enseñar artes como alfarería, carpintería, albañilería, etcétera, propone que los estudiantes enfrenten un ambiente escolar similar a un taller dónde construyan objetos del día a día para romper las preconcepciones que limitan su entendimiento del mundo²⁹ (Gardner, 1995).

²⁹ Estas preconcepciones llamadas “Preconcepciones Cristoforianas” se originan en los primeros 5 años de vida de las personas. Son ideas equivocadas que explican de manera funcional fenómenos

Bajo el modelo de Gardner, el movimiento Maker permitiría a las personas enfrentar sus conocimientos con experimentación y así validar sus preconcepciones para confirmarlas o romper con ellas y liberarlas de ideas equivocadas.

A partir de las ideas de Papert, Gardner y los autores Makers como Dougherty, Lang y Anderson, es necesario recalcar que el éxito de un modelo educativo Maker recae en la libertad de crear proyectos que sean interesantes para las personas involucradas, esto lo defiende Papert en su primer gran idea de la educación constructivista, sin embargo, es algo que teóricos de la educación ya habían explorado, tal es el caso de Decroly (Hernández, 2011; Decroly y Monchamp, 2002) que habló sobre los nodos de interés como un factor de motivación que lleva al niño a liderar su propio aprendizaje. Gardner retoma este principio y propone que las pasiones e intereses en edades tempranas sirven como detonador de precocidad cognitiva. En este trabajo se propone la libertad de elección de proyectos como una clave para la educación Maker porque esto permite que el alumno se involucre en su proyecto y esté inmersión en una experiencia de aprendizaje que permita generar interés en los temas que rodean al proyecto.

Este concepto de libertad en el aprendizaje es diferente a los modelos de enseñanza actuales donde el docente dirige al grupo entre diferentes temas, estrategias y uso de recursos didácticos. En un ambiente Maker las personas crean y aprenden con libertad y autonomía, el conocimiento está a su alcance gracias a las redes de internet y los dispositivos móviles, las computadoras portátiles, etc.

¿Son capaces los alumnos de aprender de forma independiente, sin la dirección de un profesor?

La pregunta anterior busca entender si es posible tener ambientes de aprendizaje

cotidianos. Se llaman así por Cristóbal Colón que rompió con la preconcepción equivocada pero funcional de un mundo plano. Gardner propone la ruptura de estas preconcepciones por medio de la experimentación y el constante cuestionamiento del niño pero explica cómo estas preconcepciones, si no se cuestionan, permanecen en la persona toda su vida, limitando su conocimiento y afectando las futuras estructuras cognitivas que estén basadas en dichas preconcepciones (Gardner, 1995)

donde los alumnos lleven la dirección de la educación y que al mismo tiempo alcancen niveles de competencia suficientes. Los experimentos del “agujero en la pared” realizados en la India por Mitra del 2001 al 2004, donde estudiantes que no tenían acceso a computadoras aprendieron a utilizarlas de manera autónoma sin adultos guiando el proceso de aprendizaje parecen ofrecer una respuesta a esta cuestión.

Mitra desarrolló el concepto de Ambientes de Aprendizaje Auto-organizados (SOLEs), refiriéndose a ambientes educativos donde se generan experiencias de aprendizaje guiadas por una pregunta de investigación, la experiencia está basada en internet y se trabaja con equipos de 3 o 4 niños. A los estudiantes se les permite cambiarse de equipo, observar qué hacen los demás, copiarse entre ellos, etc; esto sirvió para demostrar que los alumnos de educación básica son capaces de aprender sobre un tema con supervisión mínima de un adulto. Para probar la idea, Sugata Mitra experimentó con grupos de niños de la India que no hablaban inglés y les dejó la computadora dos meses con material en inglés sobre replicación de material genético. El objetivo era demostrar que los alumnos no podrían entender el tema sin la guía de un profesor experto en el campo, sin embargo, a los dos meses el grupo mostró haber dominado los conceptos deseados (Dolan, Leat, Mazzoli, Mitra, Todd, Wall, 2013).

La repetición de este experimento en diferentes ambientes como parques públicos de la India hasta escuelas privadas en Inglaterra y temas variados como aprendizaje de idiomas o replicación de moléculas genéticas utilizando la metodología educativa de Mitra parecen demostrar que los estudiantes son capaces de auto-dirigir un ambiente escolar (Dolan, Leat, Mazzoli, Mitra, Todd, Wall, 2013).

Es pertinente mencionar que la diversidad es imprescindible, los experimentos de Mitra sobre la autoeducación de los niños se da en ambientes escolares tradicionales por una falta de diversidad en los grupos. Como los sistemas educativos separan a los niños por edades y algunas veces por sexo, combinado con las estrategias didácticas de trabajo individual en lugar del trabajo colaborativo, las escuelas no promueven la diversidad y frenan el proceso de aprendizaje

autónomo (Dolan, Leat, Mazzoli, Mitra, Todd, Wall 2013).

Al respecto, el clima de aprendizaje observable en un espacio Maker parece confirmar esta idea porque se encuentran personas con diferentes niveles de competencia en distintas disciplinas y edades variadas. Esto permite que los participantes interactúen y compartan puntos de vista, metodologías y experiencias alternativas que contribuyen al conocimiento colectivo (Oppenheimer, 2014).

Como un seguimiento a sus experimentos, Mitra propone un plan de estudios estructurado a partir de grandes preguntas. Estas preguntas generan la reflexión de fenómenos cotidianos difíciles de explicar y a partir de ellas los estudiantes indagan, generando más preguntas (Mitra, 2005).

Para resumir lo revisado hasta el momento, podemos encontrar que el movimiento Maker ofrece las condiciones que diferentes psicólogos como Duckworth, Papert y Gardner, así como teóricos educativos como Sugata Mitra han propuesto en su trabajo como condiciones para el aprendizaje. Ofrecer a los estudiantes estudiar los temas que ellos consideren interesantes y construir objetos tangibles a partir del estudio es una poderosa herramienta educativa.

Los estudios de Mitra han encontrado que los estudiantes que participan en SOLEs retienen lo aprendido por mayor tiempo que estudiantes de ambientes tradicionales y muestran un mayor entusiasmo ante los temas estudiados (Mitra, 2013). Sobre esto, el construccionismo de Papert propone evitar métodos tradicionales de evaluación porque inhiben el comportamiento creativo de los estudiantes necesario para que la metodología funcione. En el CLL eliminaron las rúbricas de evaluación porque los alumnos trabajaban lo suficiente para cubrir los requisitos de los instrumentos, del mismo modo, las pruebas escritas no permitían conocer con detalle qué y cómo habían aprendido los estudiantes; los portafolios y métodos de evaluación basados en la documentación del trabajo no funcionaron en un principio, fue hasta que un alumno comprendió que armar un portafolio podría ayudarle a entrar a una universidad que los alumnos comenzaron, de forma autónoma, a documentar sus proyectos (Stager, 2005)

Así como la evaluación cambia en un modelo constructorista, el currículum también debe adaptarse. En un modelo tradicional los proyectos y temas se utilizan para desarrollar competencias específicas, en el caso del constructorismo, el proyecto es el fin último así como el medio y son las habilidades del estudiante las que le ayudan al logro del proyecto. Los proyectos tienen una naturaleza que requiere análisis, experimentación, investigación, colaboración, creatividad e ingenio, del mismo modo exhiben los hábitos y actitudes como orden mental, responsabilidad, disciplina y constancia. Cuando un estudiante completa un proyecto, explica su creación y como funciona, demuestra un profundo entendimiento y dominio de los temas involucrados (Stager, 2005).

El trabajo de Papert es clave para la integración del movimiento Maker, podemos incluso decir que la educación Maker ya existe bajo el modelo constructorista, el trabajo de integración en el Laboratorio de Aprendizaje Constructorista permitió a jóvenes vulnerables involucrarse en trabajo intelectual serio y avanzado que parecía exceder sus capacidades, sin embargo, empoderó a los estudiantes y les permitió tomar las riendas de su trayectoria educativa, dándoles una nueva visión sobre el trabajo científico (Stager, 2005), esta idea es similar a la planteada por Lang cuando menciona que en la escuela se aprende “por si se necesita” mientras que en el movimiento maker se aprende “porque se necesita”. (Lang, 2013)

Al revisar la problemática planteada en los capítulos anteriores, parece que el movimiento Maker en la escuela es una manera viable de promover el interés por la ciencia y la tecnología en estudiantes mexicanos, motivando innovación que mejore la calidad de vida de todos. La principal razón es el empoderamiento del estudiante, el modelo Maker parece ofrecer la oportunidad a los estudiantes de involucrarse en la investigación científica partiendo de temas que a ellos les apasionen y les da la libertad de hacerlo siguiendo su intuición, ingenio y creatividad, colaborando con los demás y formando comunidades de respeto mutuo motivadas por aprender de cada uno y juntos.

Para comprender la forma en que podemos integrar el modelo Maker al salón de

clases es necesario conocer la experiencia de participantes en el movimiento. El objetivo de este trabajo es encontrar una propuesta educativa a la falta de científicos en México, por esta razón, se busca en las entrevistas cómo ha influido el movimiento Maker en la trayectoria educativa de los participantes.

4 Análisis de Resultados

“El escepticismo y cuestionamiento son habilidades que necesitan atención y práctica. Su armónica unión en la mente de todo estudiante debería ser la principal meta de la educación pública.”

Carl Sagan

En este capítulo se presenta el marco metodológico, así como el análisis de la información y los resultados más relevantes que respondan al objetivo planteado de esta investigación, conocer las experiencias de participantes en el movimiento maker con el fin de comprender el impacto de la participación en este movimiento ha tenido en su trayectoria educativa³⁰.

4.1 Marco Metodológico

Establecido el objetivo de investigación se determinó un enfoque cualitativo utilizando el estudio de caso como metodología de investigación y entrevistas como método de recopilación de la información, de este modo se busca comprender a partir de la interpretación, la trayectoria educativa de los participantes y su percepción sobre el movimiento maker, y su influencia en el acercamiento a la ciencia y al desarrollo tecnológico.

Como primer paso se estructuró la entrevista que se iba a aplicar a personas Makers, con el fin de al finalizar, se pudiera analizar la información recopilada y presentar los resultados.

La entrevista se compone por 21 preguntas abiertas que buscan comprender los proyectos makers, trayectoria educativa, percepción de la ciencia, tecnología y el mismo movimiento maker.

³⁰ En este trabajo no debe confundirse trayectoria educativa con trayectoria escolar. La trayectoria educativa son las experiencias, actividades y ambientes de aprendizaje en la vida del participante, dentro de la trayectoria educativa se encuentra la dimensión escolar que se refiere a la escuela y la participación del entrevistado en un sistema escolar formal regulado por el estado.

4.2 Preguntas de la entrevista

Pregunta	Justificación
1. ¿A qué te dedicas?	Esta pregunta nos permite conocer la ocupación actual del participante
2. ¿Para ti, qué es el movimiento Maker?	Este cuestionamiento permite comprender la percepción personal del movimiento y lo que ese movimiento representa para el participante
3. ¿Te consideras un Maker? ¿Por qué?	Esta interrogante nos indica el concepto del movimiento maker y permite comprender las características que el participante identifica en una persona que es maker, del mismo modo, permite conocer cómo se conciben a sí mismos dentro del movimiento
4. En tu opinión, ¿qué se necesita para ser un Maker?	Es una pregunta relacionada con la anterior pero aquí se busca conocer cuáles son las herramientas, competencias o actividades necesarias para ser Maker.
5. ¿Cómo empezaste a ser Maker?	Esta pregunta permite conocer cómo ha sido la experiencia Maker y si existe algo en común entre los participantes que los hayan iniciado en este camino.
6. ¿Qué proyectos has realizado?	Las preguntas 6, 7 y 8 permiten comprender la actividad maker, las fases de trabajo en un proyecto maker, cómo se inicia y termina el proyecto y qué viven dentro de cada proyecto.
7. ¿Cómo se te ocurrió ese proyecto?	
8. ¿Cómo lo hiciste?	
9. ¿Qué aprendizaje en cada proyecto?	Permite comprender si el participante identifica aprendizajes específicos adquiridos por los proyectos y durante los proyectos, esto permite medir si la participación en el movimiento contribuye al aprendizaje y de qué manera ese

	aprendizaje es útil para el participante
--	--

Pregunta	Justificación
10. ¿Hubo algo que se dificultara al hacer este proyecto?	Con las preguntas 10 y 11 se busca identificar las actitudes y estrategias de los participantes al encontrar dificultades y su intento de superarlas
11. ¿Cómo solucionaste estas dificultades?	
12. ¿Te ha servido de algo ese proyecto? ¿Has aplicado lo aprendido en ese proyecto en otros lados de tu vida?	Las preguntas 12, 13 y 14 pregunta se busca identificar el impacto de los proyectos en otros ámbitos y viceversa para conocer si hay utilidad en los proyectos para la vida de los usuarios y los beneficios que la actividad maker pudiera traer al participante
13. ¿Has utilizado lo que aprendes en la escuela al crear tus proyectos?	
14. ¿Has utilizado lo que has aprendido en tus proyectos makers para tus materias de la escuela?	
15. ¿Estudiaste una carrera universitaria?	
16. ¿Qué estudiaste?	Las preguntas 15 y 16 preguntas permiten conocer la trayectoria escolar del participante.
17. ¿El movimiento maker ha influido en tu elección de carrera? ¿Cómo?	Esta pregunta muestra la influencia del movimiento maker en la trayectoria escolar del participante.
18. ¿El movimiento maker ha influido en tu camino educativo? ¿Cómo?	Esta pregunta muestra la influencia del movimiento maker en la trayectoria educativa del participante
19. ¿Qué has aprendido del movimiento Maker?	Con esta pregunta se busca identificar la percepción del participante sobre los aprendizajes adquiridos por el movimiento Maker.
20. ¿Crees que lo que has aprendido en tus proyectos se relaciona con los temas que ves o veías en la escuela?	En esta pregunta se intenta identificar la relación entre los aprendizajes del movimiento maker y los temas revisados en la escuela.
21. ¿Crees que hay que no te haya preguntado, pero que consideres importante	Esta pregunta permite conocer otras opiniones e ideas de los participantes que

mencionar?	podrían ser relevantes para este trabajo.
------------	---

Cabe señalar que las entrevistas transcritas se encuentran en el anexo 1 de la presente tesis.

4.3 Descripción de los participantes

Se entrevistaron 6 personas que son profesionistas o estudiantes de universidad y que participan en actividades de creación tecnológica como pasatiempo; justo, éste fue el único criterio de selección de los participantes. Cada uno tiene un perfil profesional, educativo y demográfico distinto pero todos participan en actividades makers. En el momento de las entrevistas, todos los participantes vivían en la República Mexicana. Es importante aclarar que todos los participantes son hombres porque no hubo mujeres interesadas en ser entrevistadas.

Los participantes fueron³¹:

1. Mateo Ferley Yael: Tiene 28 años, nació en Buenos Aires, Argentina, y comenzó la carrera de ingeniero en audio pero no terminó porque comenzó su empresa de creación de instrumentos musicales.
2. Ricardo Xavier San Juan: Tiene 24 años y actualmente estudia Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Nació en Oaxaca, México y tiene una empresa de desarrollo tecnológico.
3. Jorge Camacho: Estudió Comunicación en la ciudad de México, una maestría y doctorado en Cultura Cibernética en Londres. Es profesor de innovación en el Centro de Diseño y es *Creative Technologist* en Google México.
4. Brian García: Tiene 24 años y estudia Ingeniería en Telecomunicaciones Sistemas y Energía en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM. Es estudiante investigador en la misma facultad y tiene una empresa de Desarrollo tecnológico

³¹ Los participantes estuvieron de acuerdo en que se utilice su nombre para la investigación. La transcripción de las entrevistas se encuentra en los anexos.

5. Gilberto Esparza: Estudió arte en Guanajuato, actualmente se dedica a la creación y difusión de sus producciones artísticas en todo el país.
6. Alejandro Cortés: Tiene 24 años, es graduado de Ingeniería Química de la UNAM y es investigador en su facultad.

El perfil de los participantes es diverso en temas de ocupación, edad e incluso origen, sin embargo, la ausencia de mujeres requiere que, en futuros trabajos, se busque comprender la experiencia de mujeres en el Movimiento Maker para comparar el impacto que el movimiento pudiera tener según el género.

Terminada la breve descripción de los participantes, se procede al análisis de datos obtenidos en las entrevistas realizadas a los participantes.

4.4 Análisis de Datos

Cabe señalar que todas las entrevistas fueron grabadas en audio para después ser transcritas y analizadas; así, una vez transcrito el audio de cada una, se procedió con el análisis de la información donde se identificaron 80 unidades de análisis.

Las unidades de análisis se organizaron en 13 categorías³², las que se enlistan a continuación:

Clave	Categoría de Análisis
ASM	Aspecto Social Maker: En esta categoría se engloban los aspectos sociales de la participación de los entrevistados en el movimiento maker, se consideran las participaciones en foros y comunidades makers, contribuciones a la comunidad y la relación de los entrevistados con otros miembros de la comunidad.
CCN	Competencias necesarias: En ella, se engloban las competencias que los entrevistados identifican como necesarias para participar en el

³²Las **unidades de significado** obtenidas en las entrevistas pueden ser definidas como datos semánticos obtenidos en el proceso de investigación. El conjunto de unidades de significado se conoce como **Categorías de Análisis** que permiten categorizar los datos para construir significado al proceso de investigación. Este proceso de construcción de significado sucede mediante la agrupación de Categorías de análisis en **núcleos temáticos** que nos permiten encontrar los ejes temáticos o líneas principales que rigen la respuesta a la pregunta de investigación.

	movimiento maker.
DP	Desarrollo Profesional: Esta categoría contiene las unidades referentes a la vida y trayectoria profesional de los entrevistados.

Clave	Categoría de Análisis
ECH	Espacios de creación y herramientas: La presente categoría incluye los espacios de trabajo para los proyectos makers de los participantes y las herramientas que utilizan para sus proyectos.
FI	Filosofía, Ideología y Actitudes: En ésta, se considera la ideología y valores que los entrevistados reflejan en la entrevista, así como su filosofía personal y actitudes ante el aprendizaje y su vida.
IFM	Idea y percepción maker: En la presente categoría se incluyen las percepciones, ideas y opiniones de los entrevistados sobre el movimiento maker y su autopercepción como makers
IM	Infancia Maker: Considera las experiencias makers en la niñez del participante así como las actividades, juegos y momentos que influyeron en su interés por el movimiento maker, la ciencia o la tecnología.

IPM	Influencias Makers: Se refiere a las personas cuya influencia en la vida de los participantes contribuyó a que se interesen por la creación tecnológica como pasatiempo o por el estudio de la ciencia y la tecnología.
PCI	Percepción de la Ciencia y la investigación: Esta categoría considera las percepciones que han formado los entrevistados sobre el conocimiento y pensamiento científico así como su percepción e interés por la investigación científica.
PT	Percepción de la Tecnología: Aquí se incluyen las opiniones, ideas y percepción personal de los entrevistados sobre la tecnología que los rodea así como las tecnologías que ellos utilizan y/o desarrollan.
PPS	Proyectos y Actividades Makers: Se refiere a los proyectos realizados por el participante y considera los retos que enfrenta, las tecnologías utilizadas y los objetivos, metas y resultados de los proyectos.
TE	Trayectoria Escolar: Involucra a las etapas escolares de los

	entrevistados, específicamente en educación media superior y superior. También se incluyen sus percepciones y planes del ámbito escolar y educativo.
--	--

En la siguiente tabla se muestra la frecuencia de las categorías de análisis y el porcentaje³³ que dicha frecuencia representa:

Clave	Categoría de Análisis	Frecuencia	Porcentaje
PPS	Proyectos y Actividades Makers	108	26.41%
IPM	Influencias Makers	91	22.25%
TE	Trayectoria Escolar	47	11.49%
ASM	Aspecto Social Maker	34	8.31%
PCI	Percepción de la Ciencia y la investigación	33	8.07%
DP	Desarrollo Profesional	20	4.89%
IFM	Idea y percepción maker	20	4.89%
ECH	Espacios de creación y herramientas	19	4.65%
FI	Filosofía, Ideología y Actitudes	15	3.67%
CCN	Competencia necesarias	13	3.18%
PT	Percepción de la Tecnología	5	1.22%
IM	Infancia Maker	4	0.98%

Esta tabla permite identificar las ideas que son mencionadas con mayor frecuencia por los entrevistados y por lo mismo, se puede inferir cuales son las que tienen

³³El porcentaje se obtiene a partir del número total de unidades de significado obtenidas. Considerando que en cada categoría de análisis puede haber una frecuencia x, donde frecuencia es el total de unidades contenidas en la categoría. Ejemplo: Si el total de unidades de significado obtenidas es 1000, y una categoría de análisis agrupa 10 unidades de significado, la frecuencia es 10 y el porcentaje es 10%

mayor relevancia en su experiencia dentro del movimiento.

Una vez identificadas las frecuencias, se agruparon las categorías de análisis en 5 núcleos temáticos:

1. **Desarrollo escolar y profesional:** Éste, agrupa aquellas categorías que describen la trayectoria de los entrevistados en el ámbito escolar y profesional para comprender la relación de su participación en el movimiento maker con esta trayectoria y su opinión sobre el ámbito escolar.
2. **Dimensión Social:** Se refiere a las relaciones sociales que influyen en su experiencia dentro del ámbito maker. Este núcleo engloba las categorías “Aspecto Social maker” e “influencias makers”.
3. **Experiencia en el ámbito maker:** Este núcleo temático engloba las categorías de análisis “Proyectos y Actividades Makers”, “Infancia Maker” y “Espacios de creación y herramientas” que describen la experiencia personal del participante dentro del movimiento maker, sus actividades y proyectos makers y su historia dentro del ámbito.
4. **Percepción y concepción del ámbito maker:** Aquí se agrupan las categorías “Competencias necesarias”, “Filosofía, ideología y actitudes” e “Idea y percepción maker”. Esta categoría explora las ideas y paradigmas que los entrevistados formaron sobre el movimiento maker y sobre sí mismos a partir de estar involucrados en el movimiento.
5. **Postura ante la ciencia, investigación y la tecnología:** En esta categoría se identifica la percepción que los entrevistados han desarrollado sobre la ciencia, investigación y la tecnología así como su actitud e interés frente a ellas. Las categorías agrupadas son “Percepción de la Ciencia y la Investigación” y “Percepción de la Tecnología”.

En la siguiente tabla se muestra cada núcleo temático y las categorías que engloba:

Núcleos temáticos	Categoría de Análisis
Desarrollo escolar y profesional	Desarrollo Profesional
	Trayectoria Escolar
Dimensión Social	Aspecto Social Maker
	Influencias Makers

Núcleos temáticos	Categoría de Análisis
Experiencia en el ámbito maker	Espacios de creación y herramientas
	Infancia Maker
	Proyectos y Actividades Makers
Percepción y concepción del ámbito maker	Competencias necesarias
	Filosofía, Ideología y Actitudes
	Idea y percepción makers
Percepciones ante el aprendizaje	Percepción de la Ciencia y la investigación
	Percepción de la Tecnología

Finalmente, la información de los núcleos temáticos puede ser organizada en tres ejes principales:

1. **Ámbito Maker:** En este eje se divide la información a partir de aquellas experiencias, roles y elementos del movimiento maker que envuelve al participante. No es una descripción del movimiento maker sino del universo maker en el que está inmerso el participante.
2. **Trayectoria Educativa:** Este eje engloba la información que muestra la historia formativa del participante. Es importante aclarar que en esta investigación hay una diferencia entre el concepto de trayectoria escolar y trayectoria educativa.
3. **Percepciones del entrevistado:** Son los conceptos, ideas y opiniones de los

entrevistados ante el aprendizaje, la ciencia, la tecnología, el movimiento maker y el ámbito escolar.

Una vez identificados los ejes temáticos de esta investigación se presenta el análisis de cada núcleo temático y las evidencias que sustentan la interpretación de cada núcleo, terminada la interpretación se presentarán las conclusiones.

4.5 Interpretación de los resultados y presentación de hallazgos

La interpretación de los resultados se hizo a partir de los núcleos temáticos:

1. Desarrollo escolar y profesional

Los makers entrevistados tienen ocupaciones y trayectorias escolares diferentes pero todos muestran interés por la indagación y la investigación; indican que la escuela es un espacio dónde han adquirido habilidades de investigación, han encontrado personas con intereses similares, profesores inspiradores y la perciben como un lugar que beneficia su desempeño escolar:

Más allá de lo que te enseñan y eso es lo que me ha sorprendido y me ha gustado tanto de llegar al salón de clases es el decir, “sabes qué, mi nivel de conocimiento es amplio y bueno, me ayuda además de mi carrera a resolver problemas en general” una de las cosas que te deja la investigación es esa, saber mucho y de buena fuente (Brian García Sarmina).

Del mismo modo los participantes indicaron haber adquirido valores y percepciones positivas hacia el trabajo y el estudio:

Lo más útil que me dio la escuela es la disciplina y tuve profesores inspiradores que me hicieron ver que los proyectos de la escuela no necesariamente tenían que ser obligaciones aburridas (Mateo Ferley Yael).

Otra de las ventajas mencionadas por los entrevistados en el ámbito escolar es que

los participantes encontraron pares con intereses similares.

Cuando empecé a estudiar arte es cuando comencé a clavarme más y dónde encontré más feedback y gente con intereses similares (Gilberto Esparza).

Es importante mencionar que los participantes identifican profesores que tuvieron un rol importante en su trayectoria profesional. Algunos revelan la influencia de su profesor para involucrarse investigación.

Tuve clases con el profesor Jesús que nos invitó a platicar sobre las áreas que él trabajaba y a partir de ahí (hace dos años) fui con la disposición de aprender y colaborar (Brian García).

La mención del profesor es relevante porque el participante explica que el profesor le permite trabajar en proyectos que le parecen interesantes.

Los proyectos que he tenido con el profesor Jesús, que no te dice “trabaja en esto” sino que te pregunta “en qué quieres trabajar?” y acabas adentrándote en lo que te interesa (Brian García).

Del mismo modo, los alumnos que encuentran inspiración en los profesores describen la relevancia de los mismos ante su forma de comprender el entorno y la ciencia.

Los profesores eran científicos y me dio muchas bases para entender que la mayoría de las cosas que se pueden hacer tienen una línea lógica (Mateo Ferley).

Los mismos alumnos que describen a sus profesores como fuente de inspiración o como guías que permitieron su incursión en el mundo de la ciencia y el pensamiento científico, tienen una percepción educativa más positiva que los participantes que perciben a los profesores como figuras que no los ayudaron o entorpecieron su camino, sin embargo, los participantes siguen aprendiendo del tema que les interesa a pesar de estos profesores.

En el caso de Alejandro se identifica este fenómeno cuando explica:

Los profesores de programación no son buenos, no te fomentan esa parte de saber por tu cuenta o aprender de esta u otra cosa, entonces he tenido que aprender por iniciativa propia de lo que es programación a raíz de estos proyectos (Alejandro Cortés).

Ricardo también describe situaciones similares y se puede observar una actitud similar ante el conflicto con los profesores cuando expresó:

Cuando le preguntaba a los profesores de mi materia, siempre me decían “no, eso no se puede, o no, eso no lo debes aprender tú porque no es de tu área” eso me enojaba, yo pensaba que si ellos no me lo iban a enseñar tenía que buscar una forma más de aprender, si lo hacía por mi cuenta probablemente lo iba a lograr pero me iba a tardar mucho, entonces busqué asesoramiento de alguien que ya tuviera capacitación y me ayudase a resolver el problema (Ricardo Xavier San Juan).

Los entrevistados no perciben la universidad como indispensable para la realización de proyectos makers, aunque reconocen las ventajas y competencias que han formado dentro del ambiente escolar:

La universidad tiene un conglomerado de personas muy capacitadas pero incapaces de brindar conocimiento, no toman cursos de pedagogía para que les podamos entender, ellos explican a su nivel y si le entendiste muy bien y si no también, entonces no transmiten el conocimiento como debe de ser, al contrario, lo hace más difícil de comprender, entonces si tienes la idea de documentarte vas a poder crear cualquier cosa y no necesariamente tienes que ir a una universidad (Ricardo X. San Juan).

Los participantes entrevistados han sido autodidactas y esto les ha servido para la escuela, además, mencionan que la escuela les ha traído beneficios por las personas y profesores que han conocido o por los recursos disponibles en el ambiente escolar y no por el plan de estudios formal de la carrera que estudian:

Lo que he aprendido de forma autodidacta lo he aplicado en la escuela, casi todo lo que aprendo por mi lado lo uso en la escuela y ahí creen que fue gracias a la escuela, pero no fue así. Hablo de la escuela de mis materias, eso es mi escuela, la universidad me ha brindado ayuda, la carrera no (Ricardo X. San Juan).

Similar a lo anterior, otro entrevistado expresó:

La escuela lo único que me dio fue, la ingeniería y cualquier carrera que quieras te da las bases para aprender cosas nuevas y en ti está ampliar lo que sabes, lo único que me enseñó la escuela es reacciones químicas y que involucran electricidad (Alejandro Cortés)

Estos casos son ejemplos de inconformidad con el contenido impartido en la escuela y es independiente al campo de estudio, la experiencia de Gilberto a continuación es una muestra de esto:

Desde que inicié a explorar el tema del arte no me quedaba conforme con lo que aprendía en la escuela (Gilberto Esparza)

Misma inconformidad del contenido impartido con el deseo de profundizar en los temas que se revisan en las diferentes clases, llevan a los alumnos a buscar alternativas autodidactas y esto les da acceso a conocimientos más avanzados de los temas que les interesa, encuentran en la escuela un espacio donde muestran conceptos sin mostrar cómo utilizarlos:

En la escuela te dicen “un amplificador es esto, existen estos y sirven así” pero para implementarlos hay que saber mucho más. Es profundizar en ciertas áreas del conocimiento, lo que me han dejado estas investigaciones y con la práctica de la capacitación, o sea, decir que ahora puedo realizar código para paralelizar y optimizar software es uno de los talleres que he tomado, el manejo de microcontroladores que se ve hasta octavo, yo soy de sexto y ya puedo decir que lo conozco y no se me dificulta (Brian García).

En las declaraciones de los alumnos encontramos aspectos positivos y negativos de su perspectiva ante el ambiente escolar, por un lado han encontrado profesores

valiosos y han desarrollado habilidades académicas como la exploración de fuentes de información o metodologías de investigación, sin embargo, encuentran limitada la escuela para sus intereses personales, de igual forma, el movimiento maker les permite aprender cosas útiles que pueden aplicar en la escuela.

Cuatro de los entrevistados eligieron una carrera universitaria en ingeniería motivados por sus experiencias previas con los proyectos desarrollados, los otros dos entrevistados han tenido un desarrollo profesional vinculado estrechamente con el movimiento maker, tal es el caso de Gilberto, que es artista plástico que utiliza disciplinas como la electrónica, mecánica y biología para creación artística. En el caso de Jorge, el movimiento maker definió su carrera profesional: “No podría haber sido creative technologist si no hubiera conocido el movimiento maker, fue eso que me hizo ser lo que hago hoy”.

A partir de las entrevistas se encuentra una estrecha relación entre la percepción del ambiente escolar y profesional de los estudiantes y el movimiento maker, sin embargo, la principal diferencia entre las instituciones educativas y el movimiento maker para los alumnos es que las “instituciones académicas terminan quedándose atrás, convierten aprender en algo muy burocrático” como explica Mateo.

2. Dimensión Social:

En el análisis de las entrevistas se identificaron ideas que muestran una relación social bidireccional en el mundo maker, los participantes están inmersos en esta dimensión que les permite profundizar en temas, conocer más sobre una herramienta, producto o idea que estén desarrollando y además es una forma de encontrar a otros makers con intereses distintos pero que son parte de la comunidad, así mismo, las creaciones makers se convierten en contribuciones sociales que impactan en comunidades virtuales o en los círculos sociales más cercanos a los entrevistados.

La información consultada explicita en general que es necesario contribuir

activamente a los foros virtuales con los diseños y códigos creados para vivir la cultura maker en su totalidad (Anderson, 2012). Los entrevistados afirman consultar estos foros para resolver necesidades de sus proyectos, sin embargo, no todos contribuyen con más información sobre sus proyectos en estas plataformas. Esto indica que no necesariamente un maker debe compartir aunque la literatura explica que es una de las prácticas recomendadas y más representativas del movimiento. La principal ventaja de consultar dichos foros es que existe una enorme colección de códigos, algoritmos, diseños e instrucciones que les permiten acelerar el proceso de desarrollo de los proyectos:

Son útiles y muy buenas, realmente hay cosas que tú necesitas como la librería respecto al giroscopio de un dron. Digamos que para hacer esa librería necesitas bastante tiempo para trasladar todas las variables en código y hay gente que ya la trabajó, encuentras en esos repositorios como github, instructables, u otras que te dicen cómo descargarlo, la usas y te ayuda a acelerar el proceso de lo que quieres diseñar (Brian García).

Todo este compendio de información técnica se encuentra de forma gratuita, una de las razones por las que se le pide a los makers seguir contribuyendo con sus diseños para la comunidad, además, estos foros y comunidades están especializados dependiendo de la necesidad que tengan las personas. Los entrevistados mencionan en la entrevista utilizar sitios como “Stackoverflow.com”, “Arduino.co”, “github.com”, entre otros. Cabe indicar que estas comunidades son importantes para los makers porque reflejan un espíritu de inclusión y cooperación que permite creación y desarrollo de proyectos pero también la integración de nuevos miembros al movimiento:

“Un maker tiene como principal característica en cuanto a lo social la inclusión, la idea es incluir a las personas que no son científicos, que no son ingenieros y empoderarlas a que se animen a hacer cosas como la robótica, la electrónica, la animación digital, carpintería”. (Mateo Ferley)

La idea comunitaria de cooperación no está limitada a los foros virtuales, de hecho,

la participación de los entrevistados en este tipo de actividad creadora comienza con sus pares y con la influencia de un profesor o familiar, las comunidades en línea son utilizadas por los miembros a medida en que sus proyectos avanzan en complejidad, sin embargo, son interacciones entre pares las que envuelven al estudiante en esta actividad maker.

Tengo amigos que son mecatrónicos, ellos me hablaban de las piezas y los componentes, les hacía preguntas. Con ellos fue que pensé “no se ve tan difícil, siento que podría yo también (Alejandro Cortés).

Nos motivábamos a hacer cosas y eso viene desde que éramos chicos, menos de 10 años.

En la universidad comencé a vivir con mi hermano y ahí hicimos nuestro primer instrumento y no he parado desde entonces.

Mi abuelo era un maker y, no es que me fui uniendo al movimiento, el movimiento apareció con un nombre y se alinea bastante con mis prácticas... Mi abuelo desarmaba todo, todo lo que se rompía lo arreglaba él. Yo de chico lo veía trabajar y comencé a sacar las cosas de su caja negra, para mi nada de lo que me rodea es un misterio invisible todo es un conjunto de partes.

Con mi vecino, con el que leí la ética del hacker arreglábamos de todo, teníamos un programa de radio hicimos nuestro propio mixer para ese programa de radio, desarmábamos cosas, juntos éramos muy curiosos y entre nosotros nos motivábamos a hacer cosas (Mateo Ferley).

Éstas son declaraciones que demuestran la importancia de los amigos y un familiar que permita a las personas involucrarse en actividades de creación. Una vez que los proyectos crecen en complejidad las personas acuden a los blogs por ayuda, es importante mencionar que los entrevistados desarrollan proyectos personales y sólo para ellos, no necesariamente siguen construyendo con un amigo, hermano o familiar, pero su camino de entrada al movimiento si fue acompañado de un par.

Del mismo modo, el espíritu de colaboración dentro del movimiento permite sensibilizar a los jóvenes de necesidades sociales y buscar soluciones a los problemas que los rodean, esto tiene un impacto social y contribuye a la fortaleza de la cohesión social dentro del movimiento:

Hacer soluciones para los demás que no necesariamente sigan con la lógica común de los mercados, no algo que sea súper masivo o mediático sino más bien a solucionar problemas reales, de personas reales que salen ese tipo de soluciones que se pueden consumir o comprar (Mateo Ferley).

Esos códigos normalmente están disponibles en foros en internet, normalmente las personas escriben en blogs y publican sus trabajos, de una manera muy altruista con todos (Alejandro Cortés).

Esta idea de inclusión forma un sentimiento de pertenencia, donde existen actividades en común pero además valores compartidos, las entrevistas muestran que este espíritu colaborativo e inclusivo es indispensable para el movimiento y además tiene un efecto muy positivo porque:

Permite a los que estamos en el movimiento sentirnos parte de algo (Mateo Ferley).

3. Experiencia en el ámbito maker:

Un aspecto común entre todos los entrevistados es que desarmaban sus juguetes cuando eran niños para comprender su funcionamiento. De manera similar, en el núcleo anterior se identificó el papel que un familiar tiene para involucrar a los entrevistados en el movimiento maker. Estas condiciones permiten que los participantes entren de manera natural en actividades donde interactúan de forma activa con la tecnología porque desarmar los juguetes les permitía modificarlos para ampliar el potencial de acción de dichos objetos:

Desde muy pequeño, creo que desde primaria desarmaba mis carritos y quería crear cosas diferentes que me imaginaba, entonces desarmaba mis juguetes y creaba otro tipo de juguetes de acuerdo a mis gustos (Ricardo X. San Juan).

Desde niño me gustaba abrir desde la tele, abría mis juguetes, no sabía que ahora hay una cosa que se llama circuit bending, yo lo hacía de niño sin saber qué era eso (Jorge Camacho)

Antes de desarmarlos con la intención de modificarlos, la motivación principal es comprender su funcionamiento:

Desde niño, apenas tengo una vaga noción de que tiraba las grabadoras de la escalera porque no tenía herramientas para desarmarlas y quería saber por qué sonaba. Ahora ya sé porque suena pero en esa época no sabía y así rompí muchas grabadoras, tenía como 5 años (Alejandro Cortés).

Desde pequeño me dejaron destruir mis juguetes para que yo viera qué tenían por dentro, entonces empecé a involucrarme con la tecnología (Ricardo X. San Juan).

De la misma manera en que desarmar juguetes permite comprender su funcionamiento, reparar objetos es otra actividad que para los participantes permite abrir nuevos caminos de exploración tecnológica:

Cuando tenía 8 se me rompieron unos auriculares, vi un video de cómo repararlos y me di cuenta de que era muy fácil, me acordé de la cantidad de auriculares que se tiran simplemente porque un cablecito de la ficha se botó, entonces me puse a reparar auriculares a mis amigos, así aprendí a soldar, arreglé como 100 auriculares, aprendí cómo funcionan y me di cuenta de que es bien simple.

Tengo una guitarra que se me rompió y la tengo que llevar al makerspace de la escuela para arreglarla, cualquier cosa rota es un proyecto maker (Mateo Ferley)

A partir de esta actividad comienza la participación activa en la creación de tecnología en la vida de los entrevistados. Las historias de los participantes muestran que existen condiciones que permiten a los niños involucrarse en actividades lúdicas de creación tecnológica, del mismo modo en que los amigos, familiares y algunos profesores influyen en el interés y participación de los entrevistados en el movimiento, desarmar juguetes parece ser uno de los primeros pasos para interactuar de forma activa con la tecnología.

Desarmar juguetes es un acercamiento inicial a la tecnología, más adelante, los proyectos diseñados y concebidos por los participantes tienen enfoques distintos de acuerdo a los intereses de cada uno, por esta misma razón, las herramientas de

trabajo utilizadas varían entre cada maker.

Lo que tengo en mi caja de herramientas ahorita lo sé utilizar todo, pero es porque me llegaba un componente y tardaba meses para que me llegara otro. Me daba mucho tiempo de utilizarlo perfectamente y acoplarlo con otras cosas.

En el momento que pude conectar mi primer sensor que fue el ml35 pensé “ahora sí, necesito más” y empecé a buscar más sensores y empecé a pedirlos en modo hormiga, dije, tengo un dinerito, poco y me pido el sensor, tardaban meses pero los iba armando, y así fui construyendo todo. Pedí mi primer arduino, empecé a pedir piezas, componentes, sensores, motores nunca he usado (Alejandro Cortés).

Similar a lo sugerido en la literatura maker (Anderson, 2012), los participantes utilizan microcontroladores como Arduino³⁴ en sus proyectos, además, esta herramienta tiene un costo menor a otros microcontroladores profesionales, el bajo precio de los componentes y la posibilidad de comprarlos en línea le permite a los participantes utilizarlos en sus proyectos.

Antes, uno como ingeniero tenía que comprar un microcontrolador carísimo y si estabas deseando aprender no ibas a pagar esa cantidad de dinero sólo por querer aprender, igual toda la programación tienes que tener conocimiento base para poder hacerlo, nadie te ayuda gratis (Alejandro Cortés).

Lo que no es indispensable para ser maker es asistir a un Makerspace, estos talleres creados especialmente para la comunidad maker dan acceso a herramientas especiales como cortadoras láser, impresoras 3D entre otras, sin embargo, el espacio de trabajo depende de cada participante.

Trabajo en el escritorio dónde te estoy hablando, en mi casa. Herramientas utilizo un cautín, yo no sabía soldar para nada, quise aprender a soldar, un multímetro de los básicos que mida voltaje, resistencia, no necesitas algo muy complejo, unas pinzas son muy útiles pero hasta con los dientes he cortado cable (Alejandro Cortés).

Tenemos que entender que, simplemente llenar un espacio de máquinas no es tener

³⁴Un Arduino es un microcontrolador de código abierto que permite hacer prototipos electrónicos. Es una herramienta para integrar electrónica con programación

un makerspace, un Makerspace se nutre más de las personas y cómo se relacionan que su tecnología (Mateo Ferley).

Es importante mencionar que cada participante tiene un enfoque y objetivo diferente, sin embargo, el fin no es acercar a la persona a la tecnología, sino que comprender la tecnología permite resolver problemas o desarrollar proyectos que al participante le interesan.

No es que solamente nos interese trabajar con tecnología, más bien, todas estas cosas que hemos aprendido en el transcurso de la carrera y lo que hemos investigado más bien se va sumando (Gilberto Esparza).

Al analizar los proyectos de los participantes, se observa que cada proyecto sigue un proceso de desarrollo lineal, aunque el proyecto no necesariamente termina cuando se desarrolla el proyecto, sin embargo, cada uno tiene un enfoque particular donde se requieren conocimientos de una disciplina específica, esto permite a los participantes desarrollar nuevas competencias que no necesariamente se relacionan con su propia carrera o trabajo.

Nos dio una aproximación a diseño industrial o diseño de productos, cada proyecto es como una materia de universidad (Mateo Ferley).

Sigo haciendo dibujos pero a la vez hago robots, no sustituyo técnicas, sino que las complemento y cada proyecto te va pidiendo técnicas y formas en las que puedes materializar las ideas (Gilberto Esparza).

En el desarrollo de los proyectos, los participantes siguen procesos de investigación, diseño, experimentación y desarrollo establecidos de forma personal, pero que tienen una lógica marcada según las necesidades del proyecto.

Todo el tiempo estamos pensando o discutiendo y creando, tengo una libreta donde dibujo las ideas y ciertas cosas (Gilberto Esparza).

Tuvimos que pensar en el diseño de la caja, tuve que hacer bocetos a mano pero a

escala, tuve que planear el diseño para asegurarnos de que todo entraba, tuvimos que desarrollar nuestras piezas para corte laser que nunca habíamos hecho, después tuvimos que aprender a usarlas (Mateo Ferley).

Me pongo a investigar por iniciativa personal, encuentro información, la interpreto y creo cosas posiblemente no como preparación universitaria, sino más autodidáctica pero al fin y al cabo creo cosas con programación, mecánica, electrónica y más cosas (Ricardo X. San Juan).

Los mismos proyectos van adquiriendo complejidad conforme se avanza, en principio porque, de acuerdo a lo revisado hasta ahora, los proyectos requieren nuevos conocimientos según su desarrollo, sin embargo, existe un andamiaje autogenerado que permite a los participantes realizar más cosas.

En prepa me metí más en electricidad industrial y electricidad comercial para hacer mover esas cosas que en un inicio hacía muy pequeño, ahora hacía mover motores de la misma estatura que yo (Ricardo X. San Juan).

Se ha mencionado que los proyectos surgen por interés personal de los entrevistados, el mismo interés personal convierte la experiencia de trabajo en el proyecto en una actividad lúdica.

Soy adicto al juego y cuando tengo tiempo de ocio lo utilizo para construir cualquier cosa (Mateo Ferley).

Incluso cuando los proyectos involucran a muchas personas, el juego es algo que se mantiene en el desarrollo del proyecto.

Por otro lado es interesante como los científicos que colaboran, hacen un protocolo de investigación, pero también juegan más y hacemos más experimentos (Gilberto Esparza).

Cada proyecto es diferente y los participantes crean estos proyectos de acuerdo a las preguntas que van planteando conforme avanza su trayectoria maker, sin

embargo, todos encuentran retos o dificultades al desarrollar los proyectos. Los problemas con los que se topan, dependen del proyecto, las habilidades y las herramientas que tengan los participantes al momento de crear el proyecto, sin embargo, resolver estos problemas permite adquirir competencias técnicas así como generar actitudes como la tenacidad.

El proceso para resolver los obstáculos puede ser estructurado y metódico o la solución puede surgir de forma espontánea, sin embargo, todos los proyectos conllevan un reto o dificultad porque siempre hay algo desconocido.

Es súper difícil porque te encuentras con que es una lucha contra tu ignorancia, contra tu incapacidad.

Es esta frustración de estar todo el tiempo al límite de tu capacidad técnica, de tu capacidad de entender qué tienes que fabricar, entender cómo se tiene que programar algo. Es frustrante porque al mismo tiempo también esa frustración está acompañada de un placer pequeño o grande cuando lograr que funcione (Jorge Camacho)

Para solucionar los problemas se utilizan estrategias distintas según la situación y los recursos disponibles. En algunos casos los participantes consultan expertos, otros investigan en internet y algunos experimentan hasta encontrar la solución.

Me topé con investigadores y entre varios me ayudaron a rastrear el origen de esa falla. Varios me decían que no podían revisar mi proyecto porque estaban ocupados pero que me daban asesoría de acuerdo a los temas que fuera necesitando, entonces comencé a indagar en la solución del error y fui adquiriendo conocimientos de distintas áreas hasta que lo pude resolver, me tomó tiempo pero lo pude resolver, simplemente fue sistematizar el orden de las cosas.

Hice un análisis de qué es lo que me estaba fallando personal y tecnológicamente, llegué a la conclusión de que me estaba apresurando mucho al intentar sacar el proyecto y yo mismo me estaba bloqueando los resultados, así como las ideas que me estaba arrojando el proyecto y no llevaba un sistema o un proceso sistematizado para descartar errores (Ricardo X. San Juan).

Tienes que buscar en artículos libros o revistas y ser más abstracto, entonces todo

eso que lees, digamos que en vez de ser un conocimiento fácil se convierte en algo más abstracto como analizar una ecuación para determinar el vuelo del Drone, o para mejorar su vuelo, para todas estas cosas existe alguien que lo sepa pero no lo quieren transmitir, entonces esto es uno de los impedimentos que hemos tenido (Brian García) Lo que más se me complicaba era la programación, no llevé programación jamás y básicamente mis códigos han sido armados utilizando códigos que encuentro y lo utilizo o adecúo lo que necesite, agarro pedazos de un código, pedazos de otro y hago que funcione, programar de cero no lo puedo hacer (Alejandro Cortés).

Para todos los proyectos, el internet es una herramienta que contribuye al movimiento y que permite a los participantes encontrar soluciones, contactar expertos e incluso publicar su trabajo en páginas creadas por los mismos participantes o en foros virtuales.

Internet permite que podamos aprender de otras personas e incluso de instituciones sin tener que estar físicamente ahí... El movimiento maker se apodera de internet como una herramienta que permite la colaboración (Mateo Ferley).

Finalmente, los proyectos se conciben como una actividad recreativa, del mismo modo en que un participante menciona el juego como parte importante en el desarrollo de los proyectos, pero reconocen que hay trabajo involucrado en la creación de los proyectos, las jornadas de trabajo pueden ser muy extensas, pero los usuarios las disfrutan, además de que el reto al crear, trae una fuerte satisfacción cuando se superan las dificultades.

Así como no hay nada más frustrante que ver que algo que estás haciendo no funciona, no hay nada más gratificante que ver que algo que estás haciendo funciona, es un momento de magia (Jorge Camacho).

Te la pasas trabajando pero en el movimiento es difícil de diferenciar porque disfrutas lo que haces, de repente uno está trabajando a las 4 am un martes simplemente porque no puede parar (Mateo Ferley).

Cuando estoy pensando puedo hacer como multitasking muy fácil, cuando estoy construyendo algo no puedo pensar en nada más (Jorge Camacho).

4. Percepción y concepción del ámbito maker:

Los proyectos realizados por los entrevistados varían en complejidad y enfoque. Espejos de 3D que interactúan con objetos frente a ellos, brazos mecánico-robóticos, pinzas mecánicas, máquinas para llenar botellas de agua y eliminar desperdicio de agua, estaciones meteorológicas, instrumentos musicales o insectos mecánicos que reciclan agua contaminada.

Para el desarrollo de cada proyecto es necesario adquirir competencias que permitan construirlos, sin embargo, los entrevistados indican que no es necesario tener una formación en ingeniería para participar en el movimiento y que cualquier persona interesada en un tema particular puede adquirir los conocimientos necesarios para realizar sus proyectos, sólo se necesita el interés y el acceso a material o herramientas adecuadas.

La verdad que yo soy de la idea de que el conocimiento lo adquiere cualquiera, la cuestión es la dedicación y las ganas que tengas por aprender, una persona de la sierra o del DF, administrador o abogado, físico o doctor puede aprender de lo que quiera, entonces es cómo que, si es tu hobby lo puedes aprender, es cómo la música, no porque seas físico no puedes aprender de música. Yo pienso eso, si son drones o robótica modular, si tienes ganas de aprender lo vas a poder hacer (Brian García).

No, de hecho estoy muy confundido en la parte de que no es necesario estudiar ingeniería para poder crear cosas, lo único que se necesita es iniciativa, ganas de terminar el proyecto y empezar a encontrar personas que también les guste y estén en el área (Ricardo X. San Juan).

Definitivamente no tiene nada que ver con la habilidad técnica, cualquiera puede ser un maker si le interesa experimentar cosas, tampoco creo que requiera necesariamente usar o interactuar con ciertas tecnologías (Jorge Camacho).

Los participantes reconocen su interés por seguir aprendiendo y explorando nuevos campos del conocimiento para descubrir el entorno y los elementos que lo conforman.

Te vas encontrando con la necesidad del conocimiento, que es de las cosas más importantes para cualquier proyecto de investigación, para saber cuál es tu objetivo, para entender cuál es tu idea e investigar a fondo, para que sea mucho más fácil aterrizarlo, ver que no se haya inventado o mejorarlo, adquirir el conocimiento y después tener tenacidad (Brian García).

Además reconocen el valor de compartir el conocimiento y esto contribuye a que el movimiento maker tenga un carácter inclusivo.

El movimiento maker se une a la idea de que el conocimiento tiene que ser compartido (Mateo Ferley).

Sin embargo, también reconocen la responsabilidad de continuar aprendiendo, además de que comprender el funcionamiento del entorno empodera a los usuarios.

En el momento en que no sabemos hacer nada más que comprar estamos cediendo nuestra libertad a un sistema que no va a durar para siempre porque hasta ahora la historia nos demuestra que los sistemas tienen un ciclo de vida, entonces, creo que en gran parte es una cuestión de independencia (Mateo Ferley).

Los participantes encuentran en el ámbito maker un espacio de colaboración mutua, enriquecido por la participación de más personas en el movimiento, sin embargo, el centro del movimiento para los participantes es la idea de producir más que consumir.

El movimiento maker hoy es una manera de reunir a todas las personas que alrededor del mundo se dedican a resolver sus propios problemas o los de otros, eligiendo aprender y crear en vez de consumir (Mateo Ferley).

Su concepto de colaboración se refiere al movimiento, sin embargo, la concepción del maker como individuo parte de un objetivo de aprendizaje constante, los participantes no catalogan a los makers por una misma disciplina, sino que un hacedor es un explorador de la tecnología, cuyo único fin es aprender y desarrollar

proyectos personales para explorar el ámbito elegido:

Lo más importante para ser maker es tener esa actitud de experimentación. A mí me gusta mucho decir que la cultura maker se basa en explorar las posibilidades de la tecnología para hacer también cosas interesantes (Jorge Camacho)

Un maker es alguien que de la curiosidad pasa a la acción, juntar las piezas él mismo y armarlo, sea lo que sea (Alejandro Cortés)

Esta idea de producir antes de consumir es también parte del autoconcepto como maker, los participantes explican que su mayor motivación al crear sus proyectos es aprender, entran al movimiento por curiosidad e incluso encuentran que este aprendizaje les permite una mayor autonomía, no necesariamente buscan un objetivo comercial dentro del movimiento.

Mi principal motivación es la curiosidad y la pasión por aprender cosas, solucionar mis propios problemas, no siempre consumiendo.

Para mí es el plan perfecto, lo hago para no dejar de aprender (Mateo Ferley).

Diría que es un hobby para mí, si lo voy a aplicar en lo que haga, pero para mí es un hobby puramente (Alejandro Cortés).

Además de una motivación personal centrada en el deseo de aprender, existe una filosofía colaborativa dentro del movimiento. Este sistema de pensamiento centrado en la inclusión y compartir, permite que el movimiento tenga un marcado carácter inclusivo, el Código Abierto es reconocido por los participantes como parte indispensable del movimiento:

Sin el open source no se habría podido desarrollar nada del movimiento maker.

Al empezar con open source, el precio de los componentes, cualquier ensamblador y que tuviera maquinaria podría armarlo y venderlo, eso abarató muchísimo los costos, al tener más personas acceso a estas plataformas, el desarrollo subió exponencialmente (Alejandro Cortés).

Transmitir información, es un conjunto muy grande de ideas y se confunde con el software libre pero no es lo mismo, en Open source puedes hacer negocio y apoyar a la comunidad, el software libre no es así, sino que das a la comunidad, pero no puedes tener un fin lucrativo (Ricardo X. San Juan).

Finalmente, el objetivo de los proyectos depende del individuo y así como alguien puede construir una máquina que permite limpiar agua, del mismo modo pueden crear armas, ante esto uno de los entrevistados expresó:

La impresora se puede usar para hacer armas o para hacer prótesis, siempre hay una cuestión política en los que crean, y no hay que perder de vista que el hacer por hacer es peligroso y hay que hacer pensando en el otro y orientar el movimiento para que no pierda esa característica (Mateo Ferley).

5. Postura ante la ciencia, investigación y la tecnología:

En este núcleo se explora la visión, ideología y percepción que los entrevistados han desarrollado sobre la ciencia, la investigación y la tecnología a partir de su experiencia en el ámbito maker.

Cabe indicar que no todos los participantes se dedican formalmente a la investigación científica, solamente dos trabajan en un laboratorio de investigación científica y uno trabaja como investigador en cultura cibernética y diseño para una universidad.

Siempre he estado con un pie en la práctica profesional y un pie en la academia (Jorge Camacho).

Tengo Colaboración como investigador en el centro de cómputo relacionados con Paralelización y optimización.

Así llegué a mi área que es la que más disfruto y en la que más trabajo que es la robótica modular, ahí trabajamos con arduino y microcontroladores.

A raíz de esto comencé a trabajar con un proyecto para la detección de colisiones múltiples en automóviles y estuve trabajando en varios proyectos de mi profesor (Brian García).

Aunque no todos los participantes se dedican formalmente a la investigación, sus

proyectos les exigen investigar antes y durante el proceso de creación, esto es independiente de la disciplina o ámbito de interés del participante; la investigación es parte de la creación de los proyectos.

Cada río tiene su propia historia y genera distintos sonidos, a partir de eso voy a hacer unos viniles, voy a recabar información, etc. Siempre va en paralelo una investigación científica con una exploración artística, en este caso el sonido.

No tengo el rigor y no soy tan ordenado, pero he trabajado con líneas de investigación científica porque estoy aprendiendo a tener más orden a la hora de trabajar (Gilberto Esparza).

En este primer proyecto me di cuenta de que si este mundo o sea esta investigación o estas cosas era muy amplio y me podría llevar a muchos lados, con los otros proyectos aprendí que no solamente hay que tener la idea, sino que lleva un trabajo detrás.

Si a ti interesa algo de Drones o de cuadricópteros opensource utilizando manufactura aditiva te vas centrando en ver qué hay actualmente con respecto a ese punto que te gusta y con lo que hay, de ahí parte” (Brian García).

Los entrevistados utilizan la investigación como un método de creación de los proyectos, de este modo comprenden la importancia de la misma, sin embargo, los proyectos también contribuyen a formar una percepción positiva de la tecnología. Los participantes explican que los proyectos les permiten comprender los objetos tecnológicos que los rodean.

Ver las cosas desarmadas y que todo tiene un porqué, que no hay magia detrás de las cosas, sino sólo cosas que no siempre podemos entender.

Las cosas de que no son una caja negra, todo lo que nos rodea es un conjunto de partes que no son inofensivas (software y hardware) (Mateo Ferley).

Comprendo más, por ejemplo, los equipos que utilizo y ya no veo la cajita mágica que te da resultados, ya sé que es una cosa con tal microcontrolador, tal sensor, sé que tiene ciertos circuitos y veo qué tiene (Alejandro Cortés).

La comprensión de la tecnología sensibiliza a los participantes de la importancia e

impacto de la ciencia, además, la naturaleza interdisciplinaria de los proyectos los involucra en disciplinas diferentes, así trabajan en el proyecto pero además comprenden las nociones básicas de dichas disciplinas y su aplicación básica.

De la misma manera en que programar requiere que te interesen las matemáticas, el movimiento Maker es una muy buena manera de hacer que la gente aprecie la ciencia básica, entender las cosas, las matemáticas, la física, la química, que son completamente necesarias para hacer cosas (Jorge Camacho).

La metodología creativa utilizada, en la cual investigan, diseñan y construyen su proyecto les permite desarrollar habilidades de investigación, gestión de proyectos y dominio de conceptos científicos. Por esta razón los participantes reconocen la relación entre el mundo científico y el movimiento Maker, aunque para algunos, el mundo científico es menos inclusivo que el movimiento Maker, dado que éste, requiere de mayor especialización.

El movimiento maker tiene una relación clara con la ciencia y la tecnología, es un movimiento centrado en la ciencia pero de una forma más inclusiva, porque no se requiere ser experto, sólo se requiere tener ganas de aprender.

Experimentar con la tecnología te hace por necesidad interesarte en la ciencia (Jorge Camacho).

Si bien se plantea que el conocimiento científico es inclusivo, termina siendo bastante elitista en cuanto a cuáles son los papers que se publican y cómo acceder a esos papers, pero si, tienen mucha relación entre sí.

El movimiento maker es como la versión más inclusiva del modelo científico.

El movimiento maker es un movimiento claramente científicista, le da a las personas y se nutre de soluciones basadas en el hacer y el entendimiento de las cosas (Mateo Ferley).

Finalmente, este vínculo entre el movimiento maker y el interés por la ciencia o el mundo científico forma una percepción positiva de la ciencia y la investigación. Los

participantes describen la ciencia como algo liberador que empodera al ser humano y le permite encontrar nuevas posibilidades de desarrollo.

La ciencia es motivadora, se basa en que el hombre cada vez sepa más.

La ciencia es liberadora en cuanto que pone al hombre en una posición muy humilde en que somos puntitos flotando en el universo haciendo cosas maravillosas y cosas horribles en nuestra corta experiencia y tiempo del universo.

Algo que hace 20 años era una caja negra y cada vez entendemos más, y poco a poco iremos entendiendo más e incluso intervenirlo, eso lo posibilita la ciencia y el hambre de conocimiento (Mateo Ferley).

Cada núcleo temático analizado en este capítulo muestra distintos aspectos de la vida de los participantes dentro del movimiento maker. En estos núcleos se pueden identificar ideales, motivaciones, intereses e incluso conceptos técnicos de disciplinas como la electrónica y la mecánica.

Descubrir el impacto del movimiento en la trayectoria educativa de los participantes nos permite comprender si existe una manera de replicar el aprendizaje maker dentro de un ambiente escolar.

El análisis presentado contiene respuestas a las interrogantes de este trabajo de investigación y a los problemas que México enfrenta en materia científica descritos en los capítulos 1 y 2 de este trabajo y, por esta razón, en las conclusiones se abordará la manera en que el movimiento impactó en la trayectoria educativa de los participantes para determinar si es posible utilizar el movimiento maker como una propuesta educativa que contribuya a incentivar la formación de científicos en el país.

5 Conclusiones

“Pensad que las cosas maravillosas que podréis aprender en vuestras escuelas son el trabajo de muchas generaciones, que en todos los países de la tierra lograron con mucho afán y mucha fatiga. Las ponemos a vuestras manos como herencia, para que las respetéis, desarrolléis, y fielmente las entreguéis a vuestros hijos. Así es cómo nosotros, los mortales, nos hacemos inmortales, transmitiendo el trabajo hecho por todos.

Si pensáis en esto, encontraréis sentido a la vida y a vuestros esfuerzos, y podréis transmitir vuestras certeras convicciones a otros pueblos y otras épocas.”

Albert Einstein

Este trabajo de investigación surgió de la urgencia por formar científicos en el país que contribuyan a la investigación científica y desarrollo de nuevas tecnologías para la competitividad nacional en el siglo XXI y, por esta vía, la sociedad mexicana pueda prosperar en un ambiente de cambio constantemente acelerado. O, en una inspiración menor, desarrollar habilidades y actitudes científicas en los educandos de educación media superior que les permita acercarse a la ciencia y, si eligen estudiar una carrera científica, les permita terminarla con éxito.

Las razones por las que se considera importante que exista una mayor incentivación de la investigación científica y el desarrollo de tecnologías giran en torno a la economía, pero también a despertar competencias científicas necesarias en la vida cotidiana que lleven a promover el estudio, pensamiento y habilidades científicos.

En el contexto económico y de acuerdo a lo planteado en el primer capítulo, el crecimiento económico de un país se acelera cuando existen tecnologías que permitan generar más capital (Arrow, 1962), la ciencia entonces es indispensable porque el conocimiento científico generado por la investigación permite el desarrollo tecnológico (Press, 2013).

En México hay una falta de desarrollo tecnológico, lo que puede constatarse si comparamos el número de patentes generados en el país con la que tienen los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos. De acuerdo a los datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) existe una correlación directa³⁵ entre el porcentaje del producto interno bruto invertido en investigación y desarrollo (GERD) y el número de patentes registradas. En este punto, México ha invertido una quinta parte de lo recomendado por la OCDE en investigación y desarrollo; por esta razón se disminuye la cantidad de avances tecnológicos dentro del país y se entorpece el crecimiento económico nacional.

Otro factor que contribuye a la investigación y desarrollo es el número de personas dedicadas a la investigación científica. En países cuyo GERD es mayor, existe un número alto de investigadores por cada mil trabajadores; Israel, por ejemplo, cuenta con 17 científicos por cada 1000 trabajadores y Estados Unidos cuenta con 9 investigadores por cada 1000, México tiene un índice de .9 científicos por cada 1000 trabajadores.

La carencia de científicos se puede atribuir a la educación por el número de personas que estudian carreras científicas en la educación superior y el alto grado de deserción de estas carreras. En el capítulo 1 se encontró que el interés en carreras científicas por parte de los jóvenes es mayor al promedio de los países de la OCDE pero pocos se inscriben a éstas y el índice de deserción de estas carreras equivale al 40%.

Los jóvenes que abandonan las carreras científicas lo hacen por el bajo logro académico originado por la dificultad de las materias, actitud de los profesores y métodos de enseñanza en clase. Además, los jóvenes que abandonan estas carreras lo hacen en el primer año de estudio y 49% de ellos causa baja definitiva.

El hecho de que abandonen en el primer año de estudio de la carrera es un reflejo

³⁵ En el capítulo 1 de este trabajo se calculó un coeficiente de correlación de "0.84" indicando una alta relación entre GERD y patentes registradas.

de la preparación académica insuficiente que reciben los estudiantes en Educación Media Superior (EMS); los resultados del Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) muestran que los alumnos no alcanzan la preparación mínima esperada en este nivel educativo.

Los resultados de la prueba PLANEA presentados por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa en 2015 muestran que los egresados de EMS no alcanzan un nivel adecuado en Matemáticas y Lenguaje, además, la prueba no evalúa competencias científicas, de modo que no hay indicadores que permitan comprender la preparación de los egresados en este ámbito.

La deserción de carreras científicas y el bajo logro académico alcanzado en EMS por los egresados muestra que no hay una adecuada formación científica en el país, agravando la ausencia de científicos identificada en el capítulo 1.

Considerando esta ausencia de científicos originada por la baja calidad educativa en EMS, se analizó el movimiento maker como una propuesta pedagógica y didáctica para formar estudiantes de este nivel educativo en competencias científicas.

La literatura revisada en el tercer capítulo muestra que una educación científica se entrada en la postura del construccionismo, puede elevar el nivel de logro de los estudiantes en el contexto de la ciencia, pues fortalece la comprensión de conceptos científicos porque permite al estudiante regular su propio aprendizaje, investigar los temas que le interesan y comprender principios científicos, así como su aplicación práctica, limitaciones y causas.

Si se parte del hecho que el objetivo de investigación de este trabajo se centró en comprender la experiencia de participantes en el movimiento maker y la influencia que éste podría tener en su trayectoria educativa, llevó a identificar aspectos del movimiento que forman una percepción positiva e interés por la investigación científica y el desarrollo tecnológicos. Partiendo de este hecho, se entrevistaron a 6 participantes del movimiento maker con el fin de conocer su historia como makers y la forma en la que el movimiento ha influido en la trayectoria educativa de cada uno.

En el diálogo con los makers, se identificó que los participantes comienzan a crear en la secundaria, sin embargo, todos comenzaron en la infancia este proceso de curiosidad esencial en la ciencia desarmando productos como grabadoras o juguetes y más adelante comenzaron a reparar productos electrónicos simples como audífonos. Estos primeros acercamientos a la tecnología permitieron comprender el funcionamiento de los objetos que los rodean y romper con la idea de que estos son “una caja negra”. Las descripciones de los participantes muestran que desarmar objetos es una actividad de exploración que permite a los niños descubrir el funcionamiento del mundo, del mismo modo, este primer acercamiento se da en un contexto lúdico y social, los participantes exploraban los objetos y los desarmaban acompañados de un par coetáneo, así, los primeros proyectos no tienen una motivación educativa sino recreativa.

Es relevante indicar que los makers en sus inicios, además de estar acompañados de un par, también en algunos casos hubo un adulto cercano a esta actividad de construcción, como un familiar (padre o abuelo) y en otros casos un profesor cuyo rol en la actividad era participar como mentor o guía, pero no incidía en la construcción del objeto, sino que cuestionaba u orientaba en el uso de componentes, herramientas y cuyo conocimiento técnico permitió a los participantes construir sus proyectos.

El mentor es importante en la experiencia de los participantes porque sus conocimientos y guías estructuran un andamiaje en el aprendizaje que hace posible el logro de los primeros proyectos. Específicamente, los que mayor impacto tuvieron en la experiencia de los participantes se dieron terminando la educación secundaria o comenzando la media superior. Más investigación sobre este punto puede permitir comprender si existe un factor que tenga correlación directa con la elaboración de un primer proyecto significativo en términos de ambición del proyecto y el impacto de éste en la vida del *maker*.

Una posible respuesta, que parte de mi reflexión e interpretación, es la etapa de desarrollo cognitivo en la cual se encuentra el participante al final de la educación

secundaria y principio de la educación media superior; el desarrollo de capacidades cognitivas en esta edad permite realizar proyectos que involucren conceptos más complejos o abstractos, permitiendo al participante relacionar el impacto de ciencias abstractas como las matemáticas con fenómenos naturales (Gardner, 1991). El proyecto de la caja hiper-resistente a partir de triángulos que uno de los makers entrevistados (Brian García) desarrolló en esta edad, es una evidencia de este posible efecto que el desarrollo de habilidades cognitivas tiene en la creación de proyectos significativos para el participante.

Una vez revisados los primeros acercamientos al movimiento maker, se identificó también que el eje central de la participación en el movimiento son los proyectos. Desarmar juguetes, construir una casa en el árbol o una caja de alta resistencia son proyectos individuales que traen aprendizajes específicos y que requieren de investigación y exploración de disciplinas distintas para realizarse, conforme el participante crece y su aprendizaje es mayor, los proyectos alcanzan una mayor complejidad. La trayectoria creativa de cada participante muestra cómo los proyectos iniciales son simples y utilizan principios científicos limitados, pero se van modificando e integran un mayor número de disciplinas. La transición entre los primeros insectos creados por uno de los makers (Gilberto Esparza), hasta las plantas nómadas que transforman agua contaminada en energía eléctrica, ejemplifican la transformación y complejidad adquirida con el paso del tiempo.

Esta complejidad es resultado de un proceso constante de investigación y experimentación; la inspiración que da pie a un proyecto depende del entorno e intereses de cada participante, sin embargo, todos desarrollan sus proyectos investigando en Internet, preguntando a amigos con experiencia en el campo disciplinar relacionado al proyecto y/o consultando a expertos como profesores. Las entrevistas muestran que no hay un proceso lineal específico de investigación, es una exploración constante del ámbito y construcción experimental, con modificaciones al diseño y al proyecto dependiendo de las dificultades con las que se enfrente el participante.

Las dificultades son un aspecto clave de la experiencia de los makers porque

permiten enfrentar y luchar contra la ignorancia, contra la incapacidad. Las descripciones que los makers señalan acerca de las dificultades en el proceso de construcción se ven como un aspecto inalienable en el proceso de construcción Maker ya que el participante no sabe qué dificultades encontrará. Esta incertidumbre es consecuencia de una exploración dentro de un ámbito en el cual no se tiene competencia. La presencia de guías, mentores, colaboradores y el acceso a información en grupos de redes sociales, foros y bibliotecas virtuales permite superar las dificultades en el proceso creativo y terminar el proyecto, sin embargo, estas dificultades ponen a prueba la capacidad del participante de resolver problemas ambiguos y de sistematizar formas de trabajo que permitan identificar errores o fallas en los sistemas que utilizan para construir.

Las dificultades enfrentadas en la construcción del proyecto ayudan a ejercitar actitudes útiles para la investigación científica; la tenacidad, comprendida como la capacidad de mantener una atención dirigida por tiempos prolongados en la búsqueda de soluciones a un problema difícil sin enojarse o desesperarse es indispensable para el estudio de ciencias como matemáticas o física (Wojcicki, 2014); así, los participantes entrevistados muestran que sus proyectos les han permitido desarrollar esta tenacidad.

Uno de los participantes (Jorge Camacho) expresó esto cuando se le preguntó sobre las dificultades enfrentadas en la creación de los proyectos: “Esta frustración de estar todo el tiempo al límite de tu capacidad técnica, de tu capacidad de entender qué tienes que fabricar, entender cómo se tiene que programar algo. Es frustrante porque al mismo tiempo también esa frustración está acompañada de un placer pequeño o grande cuando lograr que funcione.”

La recompensa emocional que experimentan los participantes al resolver un problema es un refuerzo positivo que ayuda a mantener el gusto o el interés por la creación de proyectos futuros. Las investigaciones sobre el estado de flujo explican que la participación en actividades que sean interesantes para un individuo, sean retadoras y exijan al participante utilizar un pensamiento divergente pero que sean realizables son condiciones indispensables para el estado de fluidez en el cual la

creatividad se ejercita y el aprendizaje es una consecuencia natural (Csikszentmihalyi, 1990).

Puede considerarse que las entrevistas a los participantes muestran que el eje central de la experiencia maker son los proyectos, los que adquieren complejidad conforme el participante crece y su experiencia es mayor, dado que tiene mayor competencia cognitiva, de conocimiento, técnica y acceso a más recursos de información, humanos, financieros, etc. Cada proyecto conlleva una constante investigación y exploración de diversas disciplinas y existe una relación entre la complejidad del proyecto y el número de disciplinas involucradas.

Retomando la línea de investigación de este trabajo, se observa en las entrevistas que los proyectos de los participantes orientan sus proyectos a sus intereses, lo que les permite comprender la relación entre sus campos de estudio preferidos con otras disciplinas y la manera en que la ciencia incide en esos campos, permitiendo desarrollo de conocimiento, de nuevas tecnologías o ayudando comprender el mundo que les rodea.

Comprender el impacto que el movimiento maker tiene en la trayectoria educativa de los estudiantes se planteó como objetivo porque es deseable para este trabajo identificar que si el movimiento lleva a los participantes a una trayectoria educativa cercana o relacionada con investigación científica y desarrollo tecnológico (y sería base para trabajar dentro de los procesos educativos formales con las ideas ejes del movimiento maker).

Las experiencias que los participantes describen en las entrevistas muestran que existe un interés por el desarrollo tecnológico y este mismo enfoque en la tecnología los lleva a interesarse y aprender de disciplinas científicas. *“Experimentar con la tecnología te hace, por necesidad, interesarte en la ciencia”* y *“de la misma manera en que programar requiere que te interesen las matemáticas, el movimiento Maker es una muy buena manera de hacer que la gente aprecie la ciencia básica, entender las cosas, las matemáticas, la física, la química, que son completamente necesarias para hacer cosas”* (Jorge Camacho) Estas declaraciones muestran que el

movimiento tiene la capacidad de fomentar interés en la ciencia, además, los mismos participantes explican que la investigación científica es necesaria para que sus proyectos sean exitosos y también para trabajar de forma más ordenada porque les permite encontrar proyectos similares al suyo y seguir un proceso de trabajo más estructurado.

La participación en el movimiento ha contribuido a una percepción positiva de la ciencia, los participantes la describen como necesaria y básica para el desarrollo, además, conciben el movimiento maker como un fenómeno con raíces claramente científicas pero en una versión más incluyente.

Los participantes encuentran motivación en la ciencia porque permite que se conozca más y en donde la curiosidad y la pasión por aprender son la principal motivación y se observa que la gratificación surge por comprender el mundo que rodea a los participantes, ha fomentado una pasión por seguir aprendiendo y descubrir cómo funciona el entorno.

Esta pasión por aprender se gesta desde la actividad de construcción en la niñez y se fortalece con el paso del tiempo, dado que la complejidad de los proyectos aumenta naturalmente conforme se avanza en la trayectoria maker. Esta complejidad y profundidad en la investigación y constante exploración de disciplinas científicas, junto con la curiosidad y el gusto por aprender influyen en las decisiones que el participante tome para su trayectoria escolar y laboral, de modo que no necesariamente estudiará ingeniería o ciencias, pero si comprenderá el valor de la investigación para su propio crecimiento, influirá en sus intereses y decisiones laborales y los campos de estudio en los que intervenga en el futuro; todas estas áreas mencionadas son parte de la trayectoria educativa del participante.

Puede afirmarse que el movimiento maker influye en la trayectoria educativa de los participantes, pues a través del movimiento desarrollan un gusto por la investigación y la experimentación, y se fomenta el interés por la ciencia y la tecnología, contribuyendo a comprender la relación entre ambas y generar en el participante actitudes útiles para el estudio de ciencias como tenacidad, curiosidad, observación,

así como una pasión por aprender constantemente y enfrentarse con su ignorancia personal para superar dificultades en el trabajo y el estudio.

Esta influencia del movimiento maker que es educativa, en la trayectoria del proceso educativo, puede relacionarse con las habilidades del siglo XXI que la UNESCO plantea o con las competencias científicas que el marco curricular común de Educación Media Superior en México plantean como parte del perfil general del egresado en este nivel educativo, comprender el valor de la investigación y la ciencia para el desarrollo tecnológico y utilizar principios científicos para resolver problemas, que son aquellas competencias que los entrevistados han desarrollado como consecuencia de su participación en el movimiento maker, de este modo, integrar el movimiento maker en la educación media superior es pertinente para los objetivos educativos de este nivel educativo.

En este trabajo no se ha comparado si la participación en el movimiento maker contribuye a la mejora de los resultados de aprovechamiento obtenidos por estudiantes makers de los estudiantes que no participan en el movimiento, sin embargo, esta comparación en una posterior investigación, puede ser útil para determinar de forma objetiva si existe un impacto positivo del movimiento maker en las competencias que la Subsecretaría de Educación Media Superior busca formar en los estudiantes.

Por lo revisado en este trabajo, se concluye que el movimiento maker influye en la trayectoria educativa de los participantes porque promueve el interés por la ciencia, desarrolla habilidades de investigación científica y desarrollo tecnológico e influye en las decisiones escolares y laborales de los participantes. Además, los proyectos de los makers se comparten en foros virtuales y redes sociales para que otros miembros de la comunidad puedan replicarlos o modificarlos, en otros casos, los participantes crean, emprenden y fundan empresas a partir de sus proyectos makers, convirtiéndose en fuentes de empleo local y contribuyendo al crecimiento económico de su comunidad y del país.

Investigaciones futuras pueden ser útiles para diseñar planes de estudio que

integren el movimiento maker en ambientes escolares, así como la formación del profesorado en la integración de una dinámica maker dentro del aula.

Un dato importante mencionado en el primer capítulo es los estudiantes de Educación Media Superior en México tienen un alto interés en ciencias si los comparamos con sus pares en otros países OCDE. Los alumnos mexicanos desean tener una carrera profesional que se relacione con las ciencias, creen en la importancia de la investigación científica y están motivados a aprender ciencias (OCDE, 2015). Por esta razón podemos sentir esperanza en el futuro de los estudiantes mexicanos, sin embargo, necesitamos una pedagogía que nutra ese interés y lleve a los estudiantes a explorar y construir el país, el mundo y el futuro.

6. Fuentes de Consulta

- Alponete (2007). China, prioridad a la investigación, México, El Universal, 05 de enero de 2007.
Recuperado en 03/06/2015:
<http://www.eluniversal.com.mx/columnas/62650.html>
- Álvarez, G. (1994). SISTEMA EDUCATIVO Nacional de México: Secretaría de Educación Pública y Organización de Estados Iberoamericanos: México.
Consultado en: <http://www.oei.es/quipu/mexico/mex09.pdf>.
- Anderson, C. (2013). Makers, The new industrial revolution, (EEUU) Ediciones B.
- Anderson, J. (2010). ICT Transforming Education, A Regional Guide: Tailandia. UNESCO.
Consultado en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001892/189216e.pdf>
- Arias, M (2012). La investigación, un estilo de vida: México necesita científicos. Entrevista a René Drucker Colín. ene-jun, núm. 16. México: Eutopía.
Consultado en marzo 2017:
http://www.cch.unam.mx/comunicacion/sites/www.cch.unam.mx/comunicacion/files/Eutop16_16_investiga2.pdf
- Arnaut A. & Giorguli, S. (2010). Los grandes problemas de México. México: El Colegio de México.
Recuperado en marzo 2017: <http://2010.colmex.mx/16tomos/VII.pdf>
- Arrow, J. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing, *The Review of Economic Studies* Vol. 29, No. 3, pp. 155-173.
Recuperado en marzo 2017:
https://www.jstor.org/stable/2295952?seq=1#page_scan_tab_contents
- Ávila, J. (2016). Historia del Colegio de Ciencias y Humanidades. México: CCH-UNAM.
Recuperado en marzo 2017: <http://www.cch.unam.mx/historia>
- Bañuelos, J. Pérez, R. Vega, E. (2012). Factores Clave del Auge y Declive de Kodak: Del Paradigma Analógico Al Digital. Mayo/Junio. Número 79. País:

Razón y Palabra.

Recuperado en marzo 2017:

http://www.razonypalabra.org.mx/N/N79/V79/41_BanuelosPerezVega_M79.pdf

- Beneyto, R (2013). ¿Cuánta información se genera y almacena en el mundo?, Documanía 2.0, publicado 16/09/2013. País: Editorial.

Recuperado en marzo 2017:

<https://documania20.wordpress.com/2013/09/16/cuanta-informacion-se-genera-y-almacena-en-el-mundo/>

- Bunge, M (1989). La Ciencia: Su método y su filosofía. Argentina: Patria.
- Chuayffet, E. (2014). Sistema Nacional de Bachillerato. México: SEP-Subsecretaría de Educación Media Superior.

Recuperado en marzo 2017:

http://www.sems.gob.mx/es/sems/sistema_nacional_bachillerato

- Csikszentmihalyi, M (1990). Flow: The Psychology of Optimal Experience. New York: Harper and Row.
- Decroly, O y Monchamp, E. (2002). El juego educativo. Iniciación a la actividad intelectual y motriz. Cuarta Edición. Madrid: Morata.
- DeVries, W., León, A.P., Romero, M.J.F. & Hernández, S.I. (2001). ¿Desertores o decepcionados? Distintas causas para abandonar los estudios universitarios. Revista de educación superior. XL (4) 160. Octubre-Diciembre. pp. 29-49
- Dolan, P. Leat, D. Mazzoli, L. Mitra, S. Todd, L. and Wall, K. (2013). Self-Organised Learning Environments (SOLEs) in an English School: an example of transformative pedagogy?. Reino Unido: Online Education Research Journal. Recuperado marzo 2017:
<http://www.oerj.org/View?action=viewPDF&paper=109>
- Dougherty, D. (2011). We are makers, TEDx@Motor City, EEUU: TED.
Recuperado en marzo 2017:
https://www.ted.com/talks/dale_dougherty_we_are_makers?language=es
- Duckworth, E, (2010). The Having of Wonderful ideas and other essays about teaching and learning; University of Michigan: Teachers College Press.
- Einstein, A. (1980). Mi visión del mundo, Carl Seelig. México: MAXI TusQuets

Editores.

- Instituto Nacional De Estadística y Geografía (2013). Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México 2011. México: INEGI.
- Gardner, H (1995). The Unschooled Mind, How children think and how schools should teach. EEUU: Basic Books
- Garritz, A. (2011). Conocimiento didáctico del contenido. Mis últimas investigaciones CDC en lo afectivo, sobre la estequiometría y la indagación. Conferencia. México: Universidad Nacional Autónoma de México-Tecné, Episteme y Didaxis-TEA.
Recuperado en mayo 2016:
http://andoni.garritz.com/documentos/2013/15_GarritzTEDEExtraord2011.pdf
- Hagel, J., Seely J. & Kulasooriya, D (2014). Scaling Edges: How to Radically Transform Your Organization. Deloitte. University Press.
Consultado en marzo 2017:
<https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/topics/emerging-technologies/a-movement-in-the-making.html>
- Hatch, M. (2013). The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers. EEUU: McGraw Hill Professional.
- Hernández, L. (2014). Reprueba Bachilleres a 50% en Ciencias Exactas, México. Excelsior.
Recuperado en marzo 2017:
<http://www.excelsior.com.mx/nacional/2014/09/13/981476#imagen-2>
- Hernández, L. (2015). SEP: Salen de prepa y sólo saben sumar; tienen riesgo de desertar, alerta. México, Excelsior.
Recuperado en mayo 2016:
<http://www.excelsior.com.mx/nacional/2015/08/05/1038386#imagen-3>
- Hyperion Propulsion (2015). Test run of the G2 powered jet kart. EEUU: Youtube.
Recuperado en marzo 2017: https://www.youtube.com/watch?v=-XD6vFbo_cU
- IMCO Staff (2015). Resultados de la Prueba PLANEA, México: Instituto

Mexicano para la Competitividad A.C.

Recuperado en marzo 2017:

http://imco.org.mx/banner_es/resultados-de-la-prueba-planea-via-sep/

- INEGI (2011). Encuesta Nacional Sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México, ENPECYT. México: INEGI, 2013.
- Instituto Nacional para la Evaluación Educativa (2011). La Educación Media Superior en México, Informe 2010-2011. México: INEE.
- Jurado, S (2011). Antecedentes Escuela Nacional Preparatoria. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Recuperado de marzo 2017:

<http://www.dgenp.unam.mx/acercaenp/antecedentes.pdf>

- Lang, D. (2013). Zero to Maker: A maker's guide to make (almost) anything, Make. EEUU: editorial.
- León, M. (2015). Cambia la prueba... y seguimos reprobando en matemáticas. México: El Financiero.

Recuperado en marzo 2017:

<http://www.elfinanciero.com.mx/nacional/alumnos-de-bachillerato-con-deficiente-nivel-en-matematicas-revela-prueba-planea.html>

- Libow, S. & Stager, G. (2013). Invent to Learn: Making, tinkering, and Engineering in the Classroom.; EEUU: Construction Modern Learning Press.
- LOYOLA, J. I. (2008). La Educación Media Superior en México (1833-1910). Núm. 6, p. 63-68. México: Eutopia,
- MILLAR, R. y OSBORNE, J. (eds.) (1998). Beyond 2000. Science education for the future. Londres: King's College.
- Mitra, S. (2005). Self Organizing Systems for Mazz Computer Literacy, International Journal of Development Issues; UK.

Recuperado en marzo 2017:

<http://www.hole-in-the-wall.com/docs/Paper06.pdf>

- Oppenheimer A. (2014). ¡Crear o Morir! La esperanza de América Latina y las cinco claves de la innovación; México: Debate.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2014). Research And Development Statistics.

Recuperado marzo 2017: www.oecd.org/sti/rds

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2015). OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015. OECD.
Recuperado en marzo 2017:
http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2011-16-en
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2016). Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) PISA 2015 – Resultados. Nota del País: México.
Recuperado en marzo 2017:
<http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-Mexico-ESP.pdf>
- Oxford Economics (2008) Aviation: The Real World Wide Web. Reino Unido: Onward Publishing.
Recuperado en marzo 2017:
<http://www.oxfordeconomics.com/my-oxford/projects/128832>
- Padilla, R. (2013). Formación docente en Educación Media Superior. Diseño y evaluación de un modelo. México: Universidad de Guadalajara.
- Papert, S (1980). Mindstorms, Children, Computers, and Powerful Ideas. New York: Basic Books
- Pérez, J. (2005). Calidad en la Educación. Calidad de la Educación. Hacia su Necesaria Integración. Serie: Educación Siglo XXI. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
Recuperado en <http://www.redalyc.org/pdf/706/70600801.pdf>
- Polino, C. (2011). Los estudiantes y la ciencia: encuesta a jóvenes iberoamericanos. Buenos Aires: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
Consultado en marzo 2017: <http://www.oei.es/salactsi/libro-estudiantes.pdf>
- Press, H. (2013). What's So Special About Science (And How Much Should We Spend on It?), Science, Vol. 342, No. 6160, Noviembre. País: editorial.
Recuperado de marzo 2017:
<http://comments.sciencemag.org/content/10.1126/science.342.6160.817>
- Price, E. (2012). Facebook bUys Instagram for 1 Billion; Mashable, April 9th, 2012.
Recuperado en marzo 2017:
<http://mashable.com/2012/04/09/facebook-instagram-buy/>

- Ricossa, S. (1990). Diccionario de Economía. País: Siglo XXI.
- Rovelli, C. (2014). Siete Breves Lecciones de Física, Milán: Anagrama.
- Ruiz Velasco, E. (2007). Educatrónica. Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología. México: IISUE-UNAM.
- Sagan, C. (1985). Cosmos, EEUU: Random House.
- Sagan, C. (1995). El mundo y sus demonios, la ciencia como una luz en la oscuridad. EEUU: Ballantine Books.
- Sagan, C. (1994) Pale Blue Dot, A vision of the human future in space, EEUU: Random House.
- Salinas De Gortari, C. (1993) Ley General de Educación, México, Diario Oficial de la Federación. Julio. México: DOF.
Recuperado en marzo 2017:
https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/558c2c24-0b12-4676-ad90-8ab78086b184/ley_general_educacion.pdf
- Stager, G. (2005). Papertian Constructionism and the Design of Productive Contexts for Learning. Plenary Session Paper. EuroLogo X Warsaw. August 28-31. Poland.
Consultado en marzo 2017: <http://stager.org/articles/eurologo2005.pdf>
- Tagüeña, J., Rojas, C. & Reynoso, E. (2006). La divulgación de la ciencia en México en el contexto de América la Latina; I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I. México.
Recuperado en marzo 2017:
<http://www.oei.es/memoriasctsi/simposio/simposio04.pdf>
- Tuirán, R. (2015a) Plan Nacional para las Evaluaciones de los Aprendizajes, México: SEP.
Recuperado en marzo 2017: <http://planea.sep.gob.mx/ms/>
- Tuirán, R. (2015b). Resultados Nacionales Plan Nacional para las Evaluaciones de los Aprendizajes. México: SEP.
Recuperado en marzo 2017: <http://planea.sep.gob.mx/ms/estadisticas>
- Vazquez Mota, J. (2008a). ACUERDO número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato. México: DOF.
Recuperado en marzo 2017:

<https://docs.google.com/document/d/1MVpIZSm3R8JrIHQWbeOILtwsgAnC0dBRd4XyQj1xUQQ/edit>

- Vázquez Mota, J. (2008b). Marco Curricular Común de la Escuela Nacional Preparatoria. 21 de diciembre. México: DOF

Recuperado en marzo 2017:

<https://docs.google.com/document/d/1MVpIZSm3R8JrIHQWbeOILtwsgAnC0dBRd4XyQj1xUQQ/edit>

- World Intellectual Property Organization (2016). Statistical Country Profiles, Wipo, 2013.

Recuperado en marzo 2017:

http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/country_profile/profile.jsp?code=MX

Anexos

Anexo 1

Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT) 2013

Diseño estadístico

Tamaño de la muestra

Para el año 2013 se obtuvo un tamaño de la muestra de 3 mil 200 viviendas. La representatividad de los datos es el agregado de las áreas urbanas con 100 mil y más habitantes.

Unidad de observación

Viviendas seleccionadas en comunidades urbanas con 100 mil y más habitantes.

Unidad de muestreo

Viviendas en las ciudades autorepresentadas, objeto de estudio de la ENOE.

Unidad de análisis

Residente del hogar mayor de 18 años con el cumpleaños más reciente a la fecha del levantamiento de la encuesta.

Marco muestral

Marco Nacional de Viviendas 2012 del INEGI, construido a partir de información cartográfica y demográfica obtenida del XII Censo General de Población y Vivienda 2010.

Esquema de muestreo

Probabilístico, estratificado, por conglomerados y bietápico, lo que permitirá hacer inferencias para el agregado de las unidades objeto de estudio.

Anexo 2

ACUERDO NUMERO 444 POR EL QUE SE ESTABLECEN LAS COMPETENCIAS QUE CONSTITUYEN EL MARCO CURRICULAR COMUN DEL SISTEMA NACIONAL DE BACHILLERATO

Capítulo I

Objeto y Disposiciones Generales

Artículo 1.- El presente Acuerdo tiene por objeto establecer para el tipo medio superior:

- I. Las competencias genéricas;
- II. Las competencias disciplinares básicas, y
- III. Los aspectos que deberán considerarse para la elaboración y determinación de las competencias disciplinares extendidas y las competencias profesionales.

Artículo 2.1 El Marco Curricular Común del Sistema Nacional de Bachillerato está orientado a dotar a la EMS de una identidad que responda a sus necesidades presentes y futuras y tiene como base las competencias genéricas, las disciplinares y las profesionales cuyos objetivos se describen a continuación:

Competencias	Objetivo
Genéricas	Comunes a todos los egresados de la EMS. Son competencias clave, por su importancia y aplicaciones diversas a lo largo de la vida; transversales, por ser relevantes a todas las disciplinas y espacios curriculares de la EMS, y transferibles, por reforzar la capacidad de los estudiantes de adquirir otras competencias.

Disciplinares	Básicas	Comunes a todos los egresados de la EMS. Representan la base común de la formación disciplinar en el marco del SNB.
	Extendidas	No serán compartidas por todos los egresados de la EMS. Dan especificidad al modelo educativo de los distintos subsistemas de la EMS. Son de mayor profundidad o amplitud que las competencias disciplinares básicas.
Profesionales	Básicas	Proporcionan a los jóvenes formación elemental para el trabajo.
	Extendidas	Preparan a los jóvenes con una calificación de nivel técnico para incorporarse al ejercicio profesional.

Anexo 3

Entrevista a Brian García Sarmina

- Nombre completo:

Brian García Sarmina

Estudiante de Ingeniería FEC Cuatitlán Ingeniería en Telecomunicaciones Sistemas y Electrónica. Tengo Colaboración como investigador en el centro de cómputo relacionados con Paralelización y optimización y además soy socio y cofundador de Interac MX.

La capacitación que tengo es relacionada a armado y diseño de UAV, microcontroladores, arduino, paralelización, optimización, experiencia en manejo de recursos de Science Getway para súper cómputo y como hobby me gusta la IA

- Eres estudiante, ¿Para ti que es el movimiento maker?

Realmente no he escuchado hablar de él pero me suena a un movimiento de innovación, reinención en el ámbito social.

- De todos estos hobbies te dedicas a construir diferentes proyectos utilizando herramientas tecnológicas?

Si, herramientas tecnológicas y además con el uso de software y hardware libre y open source para que los avances generados en el proyecto sean abiertos para toda la comunidad.

- **¿Por qué es parte de tus pasatiempos?**

Pues realmente la cuestión de la investigación surgió por mera intriga. Tuve clases con el profesor Jesús que nos invitó a platicar sobre las áreas que él trabajaba y a partir de ahí (hace dos años) fui con la disposición de aprender y colaborar, cuando fui estaba en 3er semestre así que mis conocimientos no eran muy específicos ni mucho menos. A raíz de esto comencé a trabajar con un proyecto apr la detección de colisiones múltiples en automóviles y estuve trabajando en varios proyectos de mi profesor, así llegué a mi área que es la que más disfruto y en la que más trabajo que es la robótica modular, ahí trabajamos con arduino y microcontroladores, pues básicamente es cómo llegué a esta área y a lo que me gusta dedicarme que es la investigación.

- **¿Y te interesaste en esto ya en la universidad?**

Si, fue en la universidad, de hecho antes yo gané un concurso para una escuela de investigación en Rusia, fue cuando empezaba la prepa y como que una de las veces que entré con los proyectos de investigación y estuvo muy padre pero me dejó un sabor de boca bueno y malo, conocí muchas cosas y personas pero cuando llegué allá era realizar un proyecto respecto a microbiología (completamente distinto) y pues digamos que es un área que no me llama la atención y fue de las cosas que dije "si quiero dedicarme a la investigación va a ser de lo que a mí me gusta que es automatización o algo relacionado a telecomunicaciones.

- **¿Cómo llegaste a este concurso?**

En mi escuela (el Centro escolar México americano en Cuautitlán Izcalli) ahí había una semana de ciencias dónde presentabas proyectos de diferentes áreas de ciencias y te daba un porcentaje extra en calificaciones entonces lo metimos con ese afán, diseñamos una pinza controlada por un control remoto hecha con material reciclado de VC, DVD, control de carro que no servía y era la idea de reciclar esas piezas y transmitir a las empresas que se dedican a crear este tipo de tecnología qué se pueden hacer las cosas sin necesidad de gastar tanto dinero con la idea de llevar estos equipos a más empresas mexicanas porque cuando hicimos este proyecto de investigación vimos que muchas empresas no tienen estas tecnologías

por dinero, entonces no era tanto porque no supieran de la TEC sino que era muy caro, entonces el objetivo era crearlo de material reciclado para demostrar que se puede hacer más barato y así gastamos 200 pesos. a partir de esa semana de ciencias nos fuimos a concursar al TEC a la expociencias del Estado de México y después de eso pasas por filtros y al final hay un concurso de mecatrónica, biología, salud y demás, ganan los primeros dos lugares la acreditación para ir a la expociencias nacional y van de diferentes áreas. Nosotros en mecatrónica ganamos el primer lugar regional y nacional en segundo, fue cuando nos acreditaron para ir a la escuela de investigación en Rusia que duró como un mes.

- **¿En qué grado escolar ibas?**

Entrando a prepa.

- **¿Por qué te involucrabas en estos proyectos?**

Realmente era gusto personal, siempre me ha gustado la investigación tecnológica, siempre me he considerado creativo pero al momento siempre pienso “estaría padre que se diseñe esto y esta cosa y esta cosa” y ahorita que lo veo de primera mano es como de “sí, o sea, no cualquiera puede pensar una idea para resolver una cosa pero lo difícil es implementarla, no cualquiera puede pensar una idea pero aún mas no cualquiera puede implementarla” porque la idea puede ser muy buena al principio pero ¿Qué tanto la tecnología te permite llevarla a cabo actualmente? y es una de las cosas que en investigación se suelen hacer que son recabados del estado del arte de los proyectos.

Por ejemplo, si a ti interesa algo de Drones o de cuadricópteros opensource utilizando manufactura aditiva te vas centrando en ver qué hay actualmente con respecto a ese punto que te gusta y con lo que hay, de ahí partes. En México no nos enseñan a hacer un buen protocolo de investigación, entonces desarrollamos cosas que ya existen y se pierde el impacto. Yo no digo que sea malo reinventar un proyecto porque puedes hacerlo más económico o más rápido pero luego lo hacen para innovar algo y ya existe, entonces lo que pienso es que puedes tener la idea, y está muy bien que seas una persona creativa pero no lo dejes simplemente ahí de “ah sí, tengo muy buenas ideas” sino que las aterrices es un punto muy muy importante.

- **¿Cuándo empezaste a investigar? ¿Lo hacías por placer?**

¿Desarrollabas proyectos personales por gusto personal?

Pues sí, tenía proyectos muy básicos, realmente el grupo de compañeros y yo (los que estábamos en ese equipo y ganamos) éramos un grupito que teníamos nuestra colección de saber de electrónica entonces era nuestro almanaque donde leíamos todo, nuestra biblia y de ahí aprendíamos proyectitos como controlar motores de CV y por ejemplo en mi casa hay temporadas en las que hace mucho calor, entonces lo que hacía era un sistema de microventiladores de motores cv en mi cama y no pasar tanto calor, entonces eran cositas muy básicas, proyectos, maquetas, casas ecológicas con diseños para suministrar aire fresco en toda la casa y siempre fueron así como pequeños proyectos nunca llevados a un nivel de investigación mayor sino que eran así como “ se me antoja hacer esto o quiero aprender esto “.

- **Esto de los ventiladores era por diversión personal**

Si

- **Y alguno proyecto personal que me quieras platcar?**

Si, uno de los proyectos que ahorita son de los más padres que tenemos es un proyecto que tenemos ahorita con el profesor Jesús, entramos como colaboradores asistentes y se llama Octopus con la UE y CONACYT, se trata de hacer una red de recursos punto a punto de diferentes cuestiones relacionadas a la investigación y que cualquier investigador tenga acceso a elementos virtuales, instrumentación remota, recursos de supe cómputo para procesas datos en cualquier parte del mundo, porque por ejemplo, si tú eres un investigador de aquí en México y te vas a Guatemala, desde GT puedes conectarte a la red y acceso a esa información, es como el internet pero específico a grupos de investigación y es el proceso más ambicioso en el que he podido estar porque es muy grande, es a nivel global y son 45 países o algo así, entonces es ponerte de acuerdo, establecer las comunicaciones, la infraestructura, el diseño de la planeación de la fibra óptica, recursos para módulos Wifi.

- **¿Cómo una red a aparte de internet?**

Ocupa la infraestructura de internet pero a la vez, cuando te quieres enlazar a la delta metropolitana que es la unión de las tres supercomputadoras en el DF y Edomex, haz de cuenta que ese backbone (el tendido de fibra óptica) se enlaza con internet, nosotros lo que hacemos es ese enlace para la red de Internet del mundo, pero diseñar la infraestructura para que puedas conectarte desde Australia tu tener acceso a tus datos de investigación, a instrumentos de investigación a una base

centralizada.

El objetivo es que diferentes áreas de investigación se junten, que un investigador sepa que otro está investigando de lo mismo en tal lugar y colaborar para llegar a un resultado más rápido. Es hacer esa red de recursos relacionados a lo académico, ese es uno de los proyectos más padres que tenemos actualmente.

- **¿Fuera de la escuela tienes algún proyecto personal que estés creando?**

Mi Hobby cuando me estreso mi proyecto se relaciona a robótica modular, o robots modulares multitareas, la robótica modular básicamente utiliza el principio biológico, cualquier tejido está formado por células, los robots (no a nivel celular porque a esa escala es muy difícil desarrollar objetos autónomos e inteligentes) pero si se diseñan a una escala de 1cm a 5 cm, se diseñan para que los programes para realizar distintas tareas, estos se juntan y cada uno, por ejemplo, es de transmisión, recolección y movimiento, entonces cuando se juntan pueden moverse a otro lado y recoger basura o muestras. Es como el diseño de robots multitareas y que puedan ser utilizados en diferentes lugares, que no sólo sea un robot explorador y ya sino que se genere esa variedad.

Eso lo hago por hobby.

- **¿Cómo se te ocurrió ese proyecto?**

Con el proyecto que no culminé de la detección de colisiones múltiples se desvió a un área del estudio de colisiones más que el desarrollo de un dispositivo, que era lo que más me interesaba, realmente actualmente no hay modelos como los que yo necesitaba. A raíz de eso siempre tuve esa idea del diseño de estructuras ligeras y muy sólidas, en la prepa estuve trabajando en un proyecto de un cubo diseñado a base de triángulos y son cubos con aristas de unicel y palitos de madera que soportan 40 kg aprox. Y el cubo pesa como 600 gramos o medio kg, en proporción peso carga más que un tabique de hormigón o común y corriente, a raíz de eso pensé que me gustaría crear varias estructuras que se ensamblen y pues que sean súper resistentes para escenarios portátiles, puentes y cosas improvisadas, entonces dije ¿Por qué no algo que sea automática, algo que sea eso mismo pero que la estructura tenga la capacidad de ensamblarse por si misma, entonces fue cuando llegué a investigar y me di cuenta de que hay una área de robótica modular que trata de esto. Del control de módulos robóticos para la unión de estos y

realización de varias tareas. Fue como dije, a mí me gusta esto y quiero enfocarme a esto. Pensé que cuando ya lo formalice y lo pueda pasar a un ámbito que sea como mi trabajo enfocarlo a la recolección de basura, así conocí esto y es muy interesante porque se juntan muchas áreas que en mi carrera estudio, entonces es bastante práctico y pones mucho de tu conocimiento en práctica a ver qué tanto sabes.

- **Del cubo que me platicaste, ¿éste era para la escuela?**

Ese fue para una semana de ciencias y es para presentar un proyecto, el área de física y matemáticas. Se trataba de crear un proyecto y probar su relación con física y matemáticas.

- **Ese cómo se te ocurrió?**

En algún momento en Discovery Channel vi que una persona hacía algo similar pero no manejaba estructuras triangulares, entonces con ayuda de un profesor desarrollamos una ecuación específica para mi modelo donde vimos que el número de triángulos era equivalente al número de kilos que podría resistir la estructura y pensé que podríamos mejorar la estructura metiendo más triángulos en más partes del cubo y así mejorar su resistencia. Fue así como salió.

- **¿Qué aprendiste en cada proyecto?**

El primer proyecto me sirvió para darme cuenta de que cualquier persona diseña y logra algo y piensas que lo que hiciste es muy básico y cualquiera lo puede hacer, y lo real es que no cualquiera puede hacer las cosas que uno hace, tanto alguien que hace obras de arte o que escribe o en mi caso que mi fuerte es desarrollar estos proyectos, por ejemplo, en este primer proyecto me di cuenta de que si este mundo o sea esta investigación o estas cosas era muy amplio y me podría llevar a muchos lados, con los otros proyectos aprendí que no solamente hay que tener la idea sino que lleva un trabajo detrás, no porque tu caja diseñada hiperfuerte funcione quiere decir que eres un genio, es que también demuestres por qué funciona, eso es de las cosas bonitas de la investigación, encontrar por qué está funcionando.

Actualmente lo veo como los proyectos lo que me han dejado es saber que esta área de la investigación es lo que a mí me gusta, lo que quiero trabajar cuando acabe la carrera y me titule, me ayuda a darme cuenta de que esto es lo que yo quiero, yo no quiero ser un gerente general de una empresa y manufacturar antenas, yo quiero diseñar e innovar con cosas que ayuden a la gente en general.

En distintas áreas o en lo que yo pueda hacer brindar ayuda y conocimiento a quien lo puede necesitar. Es de lo que me pude dar cuenta.

- **¿De qué forma haber creado los proyectos influye en esta decisión de ser investigador?**

En darme cuenta de cosas que al principio no contemplas, las dimensiones, que realmente puede ser algo que no muchos en México lo consideran pero es un trabajo, al fin y al cabo desarrollar investigación no es cualquier cosa, entonces los papás dicen “ay si está padre que mi hijo haga esto” pero es más como de que tu hijo puede ser un buen investigador y esto puede ser su área de trabajo. Puedes ser un doctor dedicado a la investigación porque siempre te gustó hacer proyectos de investigación, de ciencias y esas cosas, eso es muy importante, poder dimensionar qué tanto la cuestión de la investigación te deja como persona y que puede ser gratificante.

- **¿Dificultades al hacer estos proyectos?**

Si, la verdad que sí, con los primeros proyectos mucho conocimiento de mecatrónica no teníamos entonces era lo que se nos ocurriera, en la pinza que hicimos digamos que era como un engrane y cuando giraba no tenía un tope entonces había que utilizar un transistor o un diodo para hacer un modelo para rectificar y que cuando llegara el límite se parara el motor, cambiara el voltaje y ahora cerrara, entonces lo que se nos ocurrió en lugar de esto (que ahora lo sé) fue poner un switch, con un pedazo de cobre, cuando tocara con la base que estaba unida la pinza se cortaba el circuito y no permitía otra corriente, se iba por el contacto del cobre. Te vas encontrando con la necesidad del conocimiento que es de las cosas más importantes para cualquier proyecto de investigación para saber cuál es tu objetivo para entender cuál es tu idea e investigar a fondo, para que sea mucho más fácil aterrizarlo ver que no se haya inventado o mejorarlo, adquirir el conocimiento y después tener tenacidad.

Una investigación puede durar desde un año hasta, no sé, los físicos que, mis respetos porque pueden tardarse toda su vida investigando algo y no descubrir nada, entonces es la tenacidad para saber que si es algo que te gusta y es una gran idea, que ha dado pequeños resultados, tal vez no los que esperabas pero

pequeños seguir ahí sin importar nada, De hecho son de las cosas que me dijo el profesor Jesús, porque cuando yo cambié de proyecto y me pasé a lo de robótica modular, el profesor me dijo ¿seguro que eso quieres? porque no puedes estar cambiando a cada rato, es tener esa tenacidad para enfrentar esos problemas y seguir adelante sin importar el tiempo que tome.

Realmente el cariño por la investigación surge por mi afición de saber, entre más pueda saber mejor, y mi panorama estudiando simplemente la universidad me doy cuenta de que, cuando llego a investigar me sorprende porque aprendo a paralelizar, con eso puedo hacer inteligencia artificial y con eso puedo crear software o resolver ecuaciones que veo de ingeniería en control. O con las comunicaciones de los drones veo que es un módulo de RF y tiene estas propiedades, entonces vas más allá de lo que te enseñan y eso es lo que me ha sorprendido y me ha gustado tanto de llegar al salón de clases y decir, “sabes qué, mi nivel de conocimiento es amplio y bueno, me ayuda además de mi carrera a resolver problemas en general” una de las cosas que te deja la investigación es esa, saber mucho y de buena fuente.

- **Pláticame una situación dónde encuentras dificultades o impedimentos en tus proyectos y cómo lo resolviste?**

Para lo de los drones, un impedimento que nos llevó en su momento fue la cuestión económica, en México no hay cultura por el desarrollo y fomento de la investigación. Un impedimento técnico por ejemplo en los drones o de impresión en 3D, realmente el conocimiento de las personas que te dan cursos se guarda muchas cosas con el afán de no enseñarte lo suficiente para que tú des el curso, y están en su derecho pero ese impedimento de brindarte el conocimiento ha sido una de las cosas que nos ha costado trabajo. Entonces tienes que buscar en artículos libros o revistas y ser más abstracto entonces todo eso que lees, digamos que en vez de ser un conocimiento fácil se convierte en algo más abstracto como analizar una ecuación para determinar el vuelo del Drone, o para mejorar su vuelo, todas estas cosas existe alguien que lo sepa pero no lo quieren transmitir, entonces esto es uno de los impedimentos que hemos tenido.

- **¿Cómo han resuelto esto?**

Es básicamente las ganas, si te gustan los drones aunque te digan que no, encuentras la forma de investigar y armar tu drone, te vas a tardar mucho porque no

es una ciencia fácil o un área tecnológica fácil pero si es una posibilidad lograrlo. Si nosotros lo logramos cualquiera puede, y es eso, tener las ganas, investigar por tu cuenta y decir, oye, me gustan los drones, y quiero aprender bien, así buscas información, mejorar conceptos, reemplaza ideas, modifícalas, llega a un resultado y aplícalo.

- **He escuchado que ahorita es posible resolver estas dificultades con las comunidades en línea que se apoyan entre ellas y comparten el conocimiento. ¿Tú qué opinas?**

Creo que son útiles y muy buenas, realmente hay cosas que tu necesitas como la librería respecto al giroscopio de un drone. Digamos que para hacer esa librería necesitas bastante tiempo para trasladar todas las variables en código y hay gente que ya la trabajó, encuentras en esos repositorios como github, instructables, u otras que te dicen cómo descargarlo, la usas y te ayuda a acelerar el proceso de lo que quieres diseñar.

- **¿Con esta idea en mente crees que para estos proyectos necesitas una universitaria en ingeniería?**

La verdad que yo soy de la idea de que el conocimiento lo adquiere cualquiera, la cuestión es la dedicación y las ganas que tengas por aprender, una persona de la sierra o del DF, administrador o abogado, físico o doctor puede aprender de lo que quiera, entonces es cómo que, si es tu hobby lo puedes aprender, es cómo la música, no porque seas físico no puedes aprender de música. Yo pienso eso, si son drones o robótica modular, si tienes ganas de aprender lo vas a poder hacer.

- **Platícame cómo estos proyectos han contribuido a tu camino educativo, principalmente los proyectos personales, ¿Han contribuido a tu camino educativo?**

La verdad que sí, los proyectos que he tenido con el profesor Jesús, que no te dice “trabaja en esto” sino que te pregunta “en qué quieres trabajar?” y acabas adentrándote en lo que te interesa. Me ha dado bastante conocimiento, tanto en desarrollo como en esa manera de buscar información de buenas fuentes, buscar bien información avalada y revisada, eso me ha ayudado, también me ha ayudado a encontrar más conocimiento del que me brinda mi carrera, la verdad que yo me he dado cuenta de que lo que te enseñan en la universidad es una guía, no es el camino educativo.

En la escuela te dicen “un amplificador es esto existen estos y sirve así” pero para implementarlos hay que saber mucho más. Es profundizar en ciertas áreas del conocimiento lo que me ha dejado estas investigaciones y con la práctica te da capacitación, o sea, decir que ahora puedo realizar código para paralelizar y optimizar software es uno de los talleres que he tomado, el manejo de microcontroladores que se ve hasta octavo, yo soy de sexto y ya puedo decir que lo conozco y no se me dificulta, me ha dejado el manejo de programación, definitivamente los profesores de programación no son buenos, no te fomentan esa parte de saber por tu cuenta o aprender de esta u otra cosa, entonces he tenido que aprender por iniciativa propia de lo que es programación a raíz de estos proyectos.

- **Yo lo que estoy investigando es cómo el movimiento Maker, esta idea de personas que construyen por su cuenta e investigar, influye a su camino educativo. Con esto en mente, ¿Hay algo que creas que valga la pena decir y que no te haya preguntado? Pensando en alguien de preparatoria, ¿Cómo podemos hacer que le guste más la investigación científica? ¿Tú qué opinas?**

Lo que falta es fomentar y que las personas sepan que la investigación, el diseño de proyectos y el aterrizar una idea, desarrollarla y llevarla a cabo es lo que proporciona las bases para el futuro. Cualquier cosa que tenemos actualmente es producto del desarrollo, del aprendizaje de las personas, del desarrollo de ideas, de proyectos, consolidar conocimientos y convertirlos en ideas, en experiencias. Yo creo que una cosas que vale la pena mencionar es que en este tipo de acciones o de cultura se debe fomentar en México para que las personas se hagan a la idea de que “este cuate es muy listo porque hace esto” sino que realmente es algo para el bien de la humanidad y que es una puerta amplia para que desarrollen cosas en pro de las personas y estableces un bien, dejar como digamos mi huella en el mundo, que cuando ya no esté aquí recuerden que hice esto desarrolle esto y poder trascender más allá de tengo un trabajo como tengo familia y ya, sino brindar conocimiento y apoyo a la gente, es mi principal objetivo.

Anexo 4

Entrevista a Gilberto Esparza

- ¿A qué te dedicas?

Desde el ámbito artístico estoy haciendo investigaciones sobre temas que me interesan o preocupan. busco plataformas y técnicas para plasmar todas esas ideas. En el caso de lo que viste en TEDx Mexico City hablé de tres proyectos que tenían que ver con vida artificial e híbridos y lo que más me interesa de ese tipo de proyectos es hablar de problemas como basura tecnológica y el problema del agua. Tengo otros proyectos, otros más experimentales, una obra que es más investigación sobre el sonido, no tanto música sino el sonido como generador de reflexiones. Ahora estoy haciendo un instrumento que traduce la actividad biológica de las bacterias en música como una manera de sonorizar los ríos contaminados, cada río tiene su propia historia y genera distintos sonidos, a partir de eso voy a hacer unos viniles, voy a recabar información etc. Siempre va paralelo una investigación científica con una exploración artística, en este caso el sonido.

Otros proyectos son experimentos como una escultura de descenso que es una pelota con 80 litros de agua que baja por los callejones de Guanajuato, esa es más como intervención en el espacio público como para romper la cotidianeidad de los transeúntes y hemos hecho varias cosas de ese estilo como el cáncer de urbe que es utilizando elementos de la ciudad como crear dibujos a partir de una línea en la calle donde hacemos dibujos como si estuviera chueca o tuviera un tumor, otro ejemplo son unas luminarias que en un solo poste hay 12 luminarias y el poste está casi cayendo, ya vulnerable y pues es como un brote o un tumor. Son proyectos anteriores.

Ahora estoy trabajando con otro proyecto sonoro que todavía no se bien cómo hacerlo pero estamos con otro artista que es músico y estamos haciendo mucha colaboración con otras personas y se tratan temas políticos.

- **De los proyectos que mencionas, ¿utilizas tecnologías eléctricas, electrónicas? ¿Tienes formación en algo de esto?**

Yo me formé como artista plástico en Guanajuato y desde que inicié a explorar el tema del arte no me quedaba conforme con lo que aprendía en la escuela, siempre buscaba explorar otro tipo de materiales y técnicas, no sólo lo electrónico, eso fue después pero empezamos buscando otro tipo de tecnología en materiales,

utilizamos resinas, exploramos video, sonido y diferentes técnicas fotográficas.

También una parte que nos interesaba era hacer obras más interactivas con el público y así comenzamos el trabajo con electrónica y así comenzamos a trabajar con sensores, etc.

Ahora no es que solamente nos interese trabajar con tecnología, más bien, todas estas cosas que hemos aprendido en el transcurso de la carrera y lo que hemos investigado fuera más bien se va sumando a la posibilidad de técnicas. Ahorita sigo haciendo dibujos pero a la vez hago robots, no sustituyo técnicas sino que las complemento. y cada proyecto te va pidiendo técnicas y formas en las que puedes materializar las ideas. Hay obras en las que tenemos documentales, entonces tienes cine también, así colaboramos con cineastas, biólogos, artistas y se vuelve multidisciplinario multiplatafórmico el desarrollo del proyecto, por ejemplo en plantas nómadas tengo cómics, blogs, etc.

- **¿Están abiertos al público? ¿Los puedo conocer?**

Sí, hay varias páginas, ahorita estoy en construcción de mi página gilbertoesparza.net y existe plantasmomas.com donde lo que está ahorita es la descripción del proyecto, documentales, procesos, fotografías del desarrollo, videos etc. Luego hay otra página de parasitosurbanos.com

- **¿Los que mostraste en TED?**

Si, esa página la hice en el 2007m cuando todavía se programaban las páginas con flash y tenían animaciones, etc. las nuevas páginas son más prácticas y sencillas, en fin. En Youtube tenemos un buen de material y si lo googleas te aparece mucha información

- **¿Por qué lo subes a internet? ¿Compartes cómo se hace y como replicarlo?**

Si, exacto, no está como receta pero lo que me interesa mostrar es cómo se puede hacer cualquier cosa que te imagines. al final es un incentivo de que cualquiera puede, aunque no tenga los conocimientos, hacer equipos de colaboración y realizar lo que parece ser un sueño guajiro. Eso es lo que me pasó con plantas nómadas, con el robot que camina toma agua en el río Lerma y genera electricidad a partir de la contaminación. Imagínate cuando te acercas y cuentas esto, te preguntan ¿qué estudiaste? “soy artista” y cómo quieres hacer un eco-terminator que haga esas cosas. Pero cuando tienes una voluntad de hacerlo es posible siempre porque hay

un montón de gente que tiene intereses similares pero en su área, cuando empiezas a hacer un equipo de trabajo en el que todos piensan como hacer eso sin la presión de que tiene que resultar, al final, es una puerta, es más bien que tanto nos podemos aproximar a esa idea y en el proceso aprendes mil cosas, es más eso que tratar de alcanzar un objetivo específico y hacer un robot súper eficiente, sino más bien que logre lo que tienes pensado.

Por ejemplo, las plantas nómadas limpian medio litro de agua en 15 días. Por ejemplo, un proyecto así si eres ingeniero te lo tumban porque no es rentable, cuesta mucho para que te de medio litro de agua, está en otra escala, pero al final no buscamos eso, no estamos buscando que con mil robots se limpie un río sino son proyectos que más bien te dan toda una experiencia en cómo trabajar en colaboración, querer hacer un ecosistema en equilibrio, que tenga organismos vivos y máquinas en una simbiosis, encuentras relación entre estas dos partes y como sobrevive el organismo gracias a esto. Al final ese proyecto puede derivar en otras cosas, a lo mejor, con todo lo que desarrollamos puede ser aplicado lo que encontramos en una planta de tratamiento o, no sé, es importante no tener prejuicio o limitante económico o rentabilidad que siempre buscan las empresas, al final no es un proyecto para una empresa sino para generar conocimiento. Es como el acelerador de partículas, es un mega-proyecto, costó un montón y lo que hace es algo tan pequeño pero que detona todo un imaginario, conocimiento y es un poco esa dinámica.

- **Antes de empezar estos proyectos, ¿cómo es el proceso de inspiración al crear los proyectos? ¿Cómo han surgido en el pasado los proyectos?**

El motor de esto es jugar, a partir de juego es como una estrategia de conocimiento, los animales juegan y cuando los observas están aprendiendo y preparándose para cazar o no se, el juego es un aprendizaje más instintivo y se va perdiendo a veces, pero a veces no, soy adicto al juego y cuando tengo tiempo de ocio lo utilizo para construir cualquier cosa. Es importante cuando vas empezando hacer experimentos, a veces no tienes muy claro cuál es el objetivo pero en ese proceso vas aprendiendo un montón de cosas, comienzas a darte cuenta de que es posible construir cualquier cosa a cualquier escala, en nuestro caso fue cómo hacer experimentación con ámbitos distintos poner atención al entorno y contexto. No sé qué tanto son nuestras ideas pero al estar explorando las ideas están en el

imaginario colectivo. Al final lo que hago es contemporáneo y eso tiene que ver porque estoy hablando de las cosas en las que estamos hablando. Es como cuando ves el imaginario de una ciudad del futuro en los 1980. Si lo buscas, ves que en general eran rascacielos con autos voladores, el cielo gris con poco luz, el imaginario ha cambiado, ahora si lo buscas empiezas a ver que ya son edificios con plantas, integrados al paisaje y buscan ese tipo de relaciones para economizar cosas y así, todo está en el aire y somos más como vehículos.

- **A partir de esto deciden dar un mensaje y deciden crear un proyecto.**

¿Cómo es ese momento en el que definen el proyecto?

Todo el tiempo estamos pensando o discutiendo y creando, tengo una libreta donde dibujo las ideas y ciertas cosas. Un día observé en un sector del DF que es todo cemento, tráfico, sin árboles, muy urbano hostil y vi que había una pequeña grieta en el pavimento donde salía una plantita, y al ver eso en ese contexto y pensando quien sabe cómo llegó ahí la semilla, ves ese elemento y hay algo ahí que tiene un montón de qué hablar y qué explorar. Gracias a eso surgió la idea de plantas nómadas. Comienzas a pensar que los otros organismos que comparten el espacio con nosotros en las urbes y te preguntas muchas cosas. Al final en plantas nómadas surge de ahí, hice un experimento llamado perejil buscando al sol, con paneles solares y motores, y en un departamento que tiene ventanas, la planta sigue al sol y así consigue más de 5 horas de luz. Esa relación te hace pensar cómo busca esa manera de sobrevivir adaptándose a su entorno.

Tratamos de estar todo el tiempo observando, cuestionándote sobre lo que te rodea, lo social, lo político. De ahí surgen los proyectos, a veces comienzas a hacerlo con una intuición sin que tengas un fin claro. En este proceso, cada proyecto te lleva a otro y vas aprendiendo y complementando.

Ahorita que estoy trabajando con el agua conocer cómo se contamina y entiendes el tema de las mineras y otra historia interesante y se abren nuevas líneas de investigación en el proceso, se van fraguando para que sucedan.

- **Con Perejil buscando al sol, al crearlo ¿Ya sabías como iba a funcionar y cómo se hacía?**

En el proceso voy aprendiendo, lo primero fue que agarré una cajita de pilas, le quite las pilas y ahí puse la planta, los paneles solares y los motores los conecté después, pero eso no necesita saber mucho. Lo que hice fue acomodar los motores

y paneles para que estuvieran cruzadas, esto hace que cuando un panel pierde el sol, el motor que está conectado a ese panel se apaga y el otro sigue avanzando, cuando esto pasa el prototipo de la vuelta. Hay electrónica más compleja pero también está presente esa parte de organizar los elementos para que tenga un funcionamiento así, el cómo acomodas los elementos el prototipo tiene más inteligencia. En plantas nómadas es más complejo y está presente eso

- **Qué pasa si hay algo que no conoces, ¿cómo lo buscas o lo aprendes?**

Cuando ves parásitos urbanos, uno de los primeros que hice fue tomar un motor de celular, le quité el contrapeso, le puse alambres que saqué de juguetes, que cuando se activa hace que todo el objeto se mueva como mosca. El hecho de que es una mosca y esté en lugares de basura empieza a construir un imaginario, empiezas a imaginar esa mosca robot o eléctrica con la basura tecnológica, en todo ese contexto contribuye al imaginario, luego hice mecanismos más complejos con juguetes viejos y esos son bichos que están en la basura. Ahí se me acabó, bueno, no sabía de electrónica, entonces busqué a un amigo que estudiaba esto y le pregunté ¿cómo resuelvo esto? como programo esto y entonces empiezo a hacer cosas más complejas como la maraña, que tiene un motor modificado para que busque su posición de forma distinta, y eso un poco entender cómo funcionan las cosas y las vas hackeando de acuerdo a lo que necesitas. Esta maraña, que es un gusano de acrílico que vive en los postes sólo tiene un motorcito y una programación muy simple (no había arduinos) fue como lo hicimos.

Poco a poco fui conociendo sensores y cosas y lo fui implementando en mis parásitos, cada vez se suma más gente. para plantas nómadas necesitaba saber de biología porque utilizaba celdas microbianas y eso de las celdas sale porque vi una noticia en internet de que unos investigadores las estaban haciendo, entonces contacté a la universidad donde estudian y me fui con ellos, me acerqué y les planteé la idea de hacer este proyecto. Al principio creían que no era posible. Estaban en otra etapa, les dije que era una forma de darle una aplicación sin el compromiso de que funcione, simplemente era una aproximación y así surge plantas nómadas.

- **¿Alguna vez te has dedicado a la investigación científica?**

Un poco sí, no tengo el rigor y no soy tan ordenado pero he trabajado con líneas de investigación científica porque estoy aprendiendo a tener más orden a la hora de

trabajar. Por otro lado es interesante como los científicos que colaboran hacen un protocolo de investigación, pero también juegan más y hacemos más experimentos. Cuando te encuentras algo interesante en el proceso, tener la posibilidad de implementarlo o cambiar a otra línea de investigación a veces, cuando tienes un protocolo tienes un objetivo específico y no te desvías, tienes que encontrar se fenómeno, pero cuando estás en el proceso y encuentras cosas que no esperabas es interesante saltar y hacer que el protocolo sea flexible, eso a los que han colaborado se les ha hecho interesante porque pueden descubrir cosas distintas. Por ejemplo, estoy trabajando con una bióloga más clavada con el ADN, ahora con la nueva instalación de plantas autobiosintéticas lo que hicimos fue extraer algunas de las celdas para extraer el ADN de las bacterias y conocer cuáles son las bacterias que habitan en estas celdas que, al final, detona nuevas preguntas como ¿Cómo se organiza el ecosistema en esas condiciones? ¿Cómo crecen las plantas con luces intermitentes poco potente? Comienzas a estudiar cómo se organiza el sistema para adaptarse al medio y eso arroja mucho conocimiento para entender como nosotros nos podemos adaptar al medio.

- **¿Crees que estos proyectos han influido en acercarte a la ciencia?**
¿Estos proyectos te han acercado más a la ciencia?

Sí, mucho, y no solo los proyectos, desde chico me ha encantado todo sobre la evolución, la astronomía y con eso la ciencia ficción y muchas cosas, si hay un interés pero los proyectos han hecho posible que pueda hacer todas las cosas que me interesa hacer. Lo que sucedió es que yo siempre quería hacer muchas cosas y no encontraba una carrera donde pudiera hacer todas estas cosas, siempre en una carrera te especializas en algo y te pierdes de muchas otras cosas que te interesan y las olvidas porque ya estás en otro camino. Desde el arte encontré la posibilidad de saltar de una cosa a otra, de mezclar temas y donde ves de todo, es una vía más libre.

- **¿Conoces sobre el movimiento maker?**

Si

- **¿Qué has conocido?**

He trabajado con Makers, trabajé con un maker de Madrid y vi que aquí México empezaron a abrir varios makerspaces y he estado cerca de ellos por estos proyectos.

- **¿Te consideras un maker?**

No sé, tengo un taller que podría parecer, yo y todos mis amigos que desarrollamos proyectos artísticos inconscientemente hemos trabajado con esas dinámicas, cada quien aprovecha lo que se le da más y acudimos el uno al otro y nos pedimos ayuda y nos hablamos para fabricar piezas y comenzamos a trabajar con esas dinámicas, después cuando conocimos el movimiento hay una empatía. nos gusta que haya un espacio donde hay herramientas e ideas haciéndose realidad.

- **Me platicaste que elegiste una carrera artística, ¿Empezaste estas experiencias antes de estudiar arte?**

No, fue paralelo, antes hacía cosillos y experimentos de mecánica, de hecho quería estudiar sistemas computacionales porque en octavo semestre veíamos un poco de robótica. Yo crecí en Aguascalientes y había menos opciones, yo no sabía que había una carrera de artes, pero ya estando en sistemas, donde más me la pasaba era el laboratorio de la universidad de creación artística, el mismo maestro de ahí me dijo “¿por qué mejor no te vas a una escuela de arte?” cuando me dijo eso, en ese momento le di las gracias me metí al salón porque tenía examen, entré al salón tomé mis cosas y me salí, empecé a buscar escuelas de arte en otros lugares y encontré la de Guanajuato. Lo que me gustó de la carrera

Se cortó la comunicación

- **¿En qué modalidad hiciste la preparatoria?**

En una secundaria técnica me metía a la electricidad, estuve muy poco tiempo. me corrieron y me fui a otra escuela y me metí a un colegio donde elegí área de humanidades.

- **¿Cómo te ha acercado a la ciencia estos proyectos?**

Me he acercado al CINVESTAV y a un Centro de tratamiento e aguas residuales en Juriquilla (Qro.) trabajo con una bióloga que está sacando ADN de las celdas microbianas y queremos sacar el ADN para ver cuáles son las bacterias que sobreviven y se adaptan, en Guanajuato.

- **¿Cuándo empezaste a experimentar con proyectos?**

En prepa pero era muy disperso, me interesaban muchas cosas, pero cuando empecé a estudiar arte es cuando comencé a clavarme más y dónde encontré más feedback y gente con intereses similares. He encontrado el acercamiento a la ciencia a través del arte.

- **¿Planeas estudiar un posgrado?**

Lo he pensado, creo que me gustaría algo con robótica o tecnología, no se ha dado porque he saltado mucho de un tema a otro, entonces a veces estoy muy ocupado en desarrollar e investigar, encuentro más libertad para trabajar, entonces hasta ahorita no he pensado como en seguir estudiando, si me meto a una carrera en robótica o un posgrado, creo que en las clases no estaría conociendo las cosas que me interesa explorar, creo que quizá me interesaría entrar a algo con programación, es lo que me falta un poco más aprender.

- **¿Cómo aprendes al crear los proyectos?**

En el mismo proceso lo que hago es, a la hora de colaborar, algo se me va pegando y así voy aprendiendo un poco. Acercándome mucho a los procesos que se están generando y me acerco a ver cómo trabajan los demás para discutir y pensar cosas y mejorar los proyectos. También busco que los expertos me traduzcan lo que están haciendo para transmitirlo a los demás y entre todos opinar y pensar cual sería la mejor manera de hacerlo, esto hace que el experto comience a abrirse y todos contribuyen.

Anexo 5

Entrevista a Jorge Camacho

- **A qué te dedicas, pláticame un poco sobre tu trayectoria profesional y educativa**

Siempre he estado con un pie en la práctica profesional y un pie en la academia, estudié comunicación, trabajé por algún tiempo en un despacho de diseño interactivo, desde la universidad y ahí en el despacho me empecé a interesar un poco por el código, un poco a través de la animación, aprendí ahí a hacer mis primeras cosas.

Después estudié una maestría en estudios culturales, en si era en cultura cibernética, un programa enfocado en estudiar los aspectos digitales de la cultura y después un doctorado en una escuela de estudios culturales pero enfocado más en filosofía de la tecnología, en particular en el tema de la energía y cómo los cambios sociales a partir de las transformaciones tecnológicas que tienen que ver en la industria de la energía. Después de eso he estado siempre, al menos en tiempo parcial, dando clases en distintos temas pero recientemente me he enfocado en

diseño e innovación y he trabajado a la par como creativo tecnológico, eso es lo que hago actualmente, lo hice en un par de agencias creativas y ahora lo estoy haciendo aquí en Google.

- **Cómo elegías qué estudiar. ¿Cómo fuiste eligiendo estas áreas de estudio?**

El tema de los estudios culturales me interesó porque era lo más interesante en términos de teoría y filosofía y es tipo de cosas que podía yo continuar viniendo de comunicación, y el tema de cultura cibernética es algo que me invitó la universidad a estudiar cuando leyeron mi carta de aplicación, yo hablaba ya de cosas que me interesaban como tecnología y cosas digitales y cultura y ellos me dijeron “a pues tenemos un programa que va por ese lado” y me metí a estudiar eso, un poco desde ahí me quedé siempre pensando en la tecnología y conforme fui definiendo mi proyecto de investigación de doctorado fui empezando a conocer el tema de la filosofía y la tecnología y es básicamente el estudio de como concebimos y evaluamos la tecnología.

- **¿De qué fue este proyecto de investigación?**

A mí me interesó en algún momento, de hecho nunca pude recordar cuando fue, me topé con un artículo en el que el autor de que ciertos sistemas tecnológicos podían hacer que ciertas estructuras de poder social se configuraran entorno a ellos y como también el cambio en esos sistemas tecnológicos podía hacer que esas estructuras de poder social se modificaran, por ejemplo, algunos autores han hablado como, por ejemplo, un sistema tecnológico grande como la energía nuclear es muy difícil imaginarte que existiera ese sistema tecnológico y alrededor de él existieran instituciones muy democráticas, las estructuras técnicas de un sistema de energía nuclear requieren de estructuras muy autoritarias, casi como el ejército, o como en los barcos la estructura social es muy jerárquica, por el funcionamiento técnico de un barco necesita haber un capitán que le dé órdenes a gente que tienen roles específicos.

Leyendo ese tipo de cosas me pareció interesante cómo las cosas o el sistema tecnológico están relacionados con cómo estamos organizados socialmente. Entonces me puse a pensar, si alguien quiere cambiar la sociedad, no podría hacerlo sin cambiar los sistemas tecnológicos de los cuales depende esa sociedad, en ese punto estaba con preocupaciones muy teóricas muy elevadas (eso pasa

cuando estudias el doctorado) muy desenfocadas, fui elaborando la parte teórica y me di cuenta de que necesitaba aplicarlo a un caso muy concreto, entonces empecé a leer que en algunos países se hablaba de la web de la energía y de lo que hablaban era de como las tecnologías más recientes, sobre todo las enfocadas a las energías sustentables como la solar y ese tipo de cosas tienen ciertas características que estaban reconfigurando a la industria de una manera muy similar a la web, si tú te pones a ver la diferencia entre la web y los medios tradicionales es un poco similar a lo que decía de la energía solar y del barco, los medios tradicionales masivos involucran una gran concentración de poder, había pocas empresas que controlaban esos medios, etc.

La web, al menos al principio, estaba conformada por personas que conectaban su computadora a la red y eran ellos creadores y consumidores de contenido. Lo que esta gente decía era que cuando las personas empezaran a conectar celdas solares en su casa iban a ser un poco como las personas en la web, porque produce y consume energía local bajo organizaciones y empresas más locales, me parece un buen ejemplo de como las tecnologías y la sociedad cambian juntas, me puse a estudiar esa industria y como fue cambiando, antes con Edison eran muy pequeñas y él tenía la idea de que las plantas eléctricas iban a estar en los edificios o las casas, un poco de la forma en que ahora son los generadores de emergencia, él se imaginaba que así iba a ser, hay cosas técnicas que tienen que ver con la corriente directa, la corriente alterna y ese tipo de cosas y se fue configurando en torno a grandes plantas, presas, plantas nucleares que trajo consigo a la configuración de grandes compañías, tanto de que después los gobiernos las hicieron públicas y poco después fue cambiando y parece ser que ahora con las nuevas tecnologías parece ser que están regresando más a la escala pequeña, de eso habla un poco la tesis.

- **Hemos hablado en el pasado del movimiento maker. Cuéntame para ti qué es el movimiento maker y cómo llegaste al movimiento maker**

De hecho justo la primera vez que me puse a pensar seriamente en el movimiento maker fue en la conclusión de mi tesis de doctorado, porque me interesaba ver que si había pasado con los sistemas de comunicación y está pasando con la energía, me pregunté si había estado pasando en otros lados y me topé con esto que ya estaba pasando en una democratización de cierta tecnología, si en el otro caso son

tecnologías para comunicarte, una vez que me topé con él me topé con la democratización de la tecnologías para manufacturar, tecnologías para hacer cosas. Ya como lo veo ahorita es la democratización no sólo de tecnologías particulares sino del conocimiento para poder construir cosas. Entonces lo veo por un lado o desde un nivel social lo veo como un movimiento que busca reclamar el derecho de poder experimentar con la tecnología y poder hacer cosas sin tener que estar atado a ciertas estructuras sociales o ciertas empresas sin que necesariamente tengas que ser un profesional de la tecnología es básicamente la posibilidad de diseñar y construir cosas.

- **¿Tú has hecho proyectos makers en el pasado?**

Si he hecho proyectos makers algunos y otros proyectos de tecnología que podrían ser makers pero por el hecho de haberlos hecho como parte de mi trabajo o como parte de mi actividad profesional no los consideraría tanto, creo que para ser maker o sea, cuando pienso en algo como la feria maker involucra jugar con la tecnología y hacer cosas interesantes con la tecnología y es algo que he hecho como profesional pero el espíritu maker es hacer cosas, ser transparente y abierto con lo que hay detrás, como compartir el código que hace que algo funcione, compartir los planos y mostrarlo sin afán de nada más que entablar una relación social con otras personas. Creo que en esa parte social no he estado tan involucrado, no he hecho tantas cosas pero si algunas. Hace unos años un amigo y yo empezamos un proyecto en el que buscábamos inculcar la filosofía maker con los niños, yo tengo un hijo de 9 años que le gusta mucho este tipo de cosas, e hicimos un proyecto que se llama *Tinker* participamos en una feria maker, se llamaba la feria de hacedores aquí en la Ciudad de México pusimos un stand grande donde invitamos a makers a colaborar con talleres para niños entonces hicimos cosas con un equipo que se llaman Medialab ellos diseñaron un kit para monitorear tus plantas y organizamos un taller para niños de 10 años para que ellos pudieran construir su propio sensor de humedad, luz y todo eso. Hicimos con una chica de chile un taller de circuitos y tinta conductiva, dibujos electrónicos con leds y así para hacer dibujos interactivos, hicimos lo que llamábamos “drones de cantoya” que eran globos de cantoya que los niños construían por ahí desarrollando para hacer un especie de drone porque tenían un sistema de control. De ese tipo de cosas de tecnología mi trabajo involucra hacer muchas cosas de tecnología con código, processing, cámaras,

Arduino, Raspberry Pi³⁶, cosas así.

- **En tu opinión, qué se necesita para ser un maker?**

Yo creo que definitivamente no tiene nada que ver con la habilidad técnica, cualquiera puede ser un maker si le interesa experimentar cosas, tampoco creo que requiera necesariamente usar o interactuar con ciertas tecnologías. Mucho de lo que se hace en cosas como las ferias maker efectivamente involucra cosas como la impresión 3d, cosas sofisticadas pero creo que un aficionado a la carpintería también es un maker, creo que lo más importante para ser maker es tener esa actitud de experimentación.

A mí me gusta mucho decir que la cultura maker se basa en explorar las posibilidades de la tecnología para hacer también cosas interesantes. Muchas veces eso no requiere tener una experiencia completa para hacer algo el meollo de la cultura maker es el estar frente a una mesa de trabajo picándole a unas cosas conectando cables para ver qué pasa, creo que eso es lo esencial querer experimentar con la tecnología para descubrir sus posibilidades y una vez que empiezas por ese lado hay gente que tiene un talento muy particular para lograr cosas con tecnologías, pero creo que no debería haber una barrera o una separación con aquel que es súper talentoso para construir cosas y el que apenas está empezando porque a ambos los une la actitud por experimentar.

- **¿Tú te consideras un maker?**

Tengo etapas makers, más que todo el tiempo. Definitivamente he tenido etapas muy makers donde mi casa está llena de cables, arduinos, piezas robóticas y eso, no soy el más maker. no frecuento tantos eventos, no voy tan seguido como tal vez debería a un makerspace pero creo que es un poco como una analogía como el “soy deportista”, me explico?. Lo pensé porque, no sé si has escuchado el lema de nike, si no tienes un cuerpo entonces eres un deportista. Es esta visión súper democrática del deporte donde no tienes que ser un gran atleta ni súper talentoso y creo que para el rollo maker es lo mismo, volvía este tema porque si tú dices que un maker es alguien que está cotidianamente haciendo cosas entonces no soy un maker, soy alguien que a veces hace cosas y a veces las deja de hacer, también me

³⁶ Arduino y Raspberry Pi es el nombre de dos microcontroladores populares en el ambiente de la electrónica y la programación. Los makers los utilizan frecuentemente porque no requieren conocimientos muy avanzados para utilizarlos y son *open-source*, esto les permite encontrar código en línea para sus proyectos.

gustan otras cosas, me gusta escribir me gusta leer y escribir y otras cosas que no necesariamente tienen que ver con el rollo maker, soy como un villamelón maker.

- **¿Desde hace cuanto tiempo tienes estas etapas Makers?**

Me acuerdo que desde niño me gustaba abrir desde la tele, abría mis juguetes, abrir mis, no sabía que ahora hay una cosa que se llama “circuit bending”, yo lo hacía de niño sin saber qué era eso, tienes que saber y tampoco es que sea yo excepcional es que cualquier niño hace eso, solo que vas creciendo y pierdes lo maker o lo mantienes. Siempre lo he hecho.

- **¿Qué crees que te ha hecho mantenerlo?**

Es interesante, yo creo que la gente lo mantiene cuando, no se volviendo a la metáfora del deporte, tienes que encontrar una motivación por hacerlo, mucha gente se motiva sólo por hacerlo no? mucha gente también logra satisfacción cuando logra hacer cosas, no? lo siento yo mucho, también involucra mucho frustración, por ejemplo aquí en mi trabajo hay donde tengo mucho, haciendo más cosas por ejemplo cuando estoy programando y otras en las que estoy pensando muchas. Cuando estoy pensando puedo hacer como multitasking muy fácil, cuando estoy construyendo algo no puedo pensar en nada más. A mí me pasa eso y creo que a un maker es lo que le pasa, cuando quieres crear algo no puedes dejarlo hasta que lo logras, y cuando lo logras sientes un “rush”³⁷ de satisfacción que quieres volverlo a hacer y entonces la gente se va enganchando cada vez más por ahí, en lograr cada vez cosas más interesantes y más interesantes hasta que hay gente que está logrando cosas que nadie más a logrado y está en realidad empujando el estado del arte.

- **¿Has armado este tipo de cosas con tu hijo?**

Si, digamos, hemos hecho cosas sencillas con madera, cartón, tenemos kits de los “little bits” que son para hacer electrónica sencilla, y luego creo que lo que también está interesante es que otra dimensión del movimiento maker es que también lo asociamos con cosas que físicas pero creo que también se vale el hacer cosas con software, es una parte importante, también eso es otra parte con mi hijo, hemos hecho cosas como aprender programar, con “scratch”, le gusta mucho una aplicación llamada “hotchcotch” que es una variante de “scratch” que armas con bloques que embonan de acuerdo a la lógica y también es súper fan de “minecraft”,

³⁷ Palabra en inglés, usada por el entrevistado, puede significar frenesí o prisa

que creo que es una manera de ser como un maker virtual, estas construyendo cosas, donde más me ha impresionado las cosas que ha hecho mi hijo es en “minecraft”, de repente me muestra cosas como woaaah “cómo hiciste eso?” a nivel diseño, arquitectura, no sé, a pesar de ser como algo no físico hay una parte muy maker en cosas como “minecraft”.

- **¿Tenías alguien de chico que armara cosas contigo? ¿armabas sólo o también con tu papá?**

En algún momento con mi papá armé cosas con mi papá o así, en la cultura maker se empieza con lo que antes se llamaba DIY. en la época en que yo era niño y en la época de mi papá, estaba súper de moda hacer cosas tú mismo, esa marca “Black & Decker” de hazlo tú mismo, ese era el slogan, cualquier hombre, había una cuestión de género también, pero cualquier hombre debía de tener básicamente un kit “Black and Decker” que era básicamente un kit básico de carpintería, debía de tener una sierra, lijadora, taladro, en la escuela también había cosas, me acuerdo que tuve un profesor de física en secundaria que nos hizo ir a comprar kits de electrónica al centro, y nos hizo hacer cosas como alarmas, prender y apagar focos y cosas así, me acuerdo que me encantó eso, y me acuerdo que era algo que así como ahorita se ha puesto muy de moda, los kits de hacer cosas, era como la prehistoria de los “little bids” y los arduinos y esas cosas, ya desde entonces estoy hablando de cosas muy de finales de los 80, principios de los 90 ya habían personas que hacían cosas así como kits para niños para principiantes de electrónica, había revistas donde comprabas y aprendías de electrónica, tenías kits para armar cosas. Se me olvidó la pregunta.

- **¿Armabas esto cuando eras niño?**

Si yo creo que la memoria más interesante, no era tan niño pero esos kits de electrónica del profesor de física me gustaban mucho.

- **Sobre los proyectos que has realizado**

El más maker que hice, es también historia de fracaso de a veces hacer cosas, hicimos un este, en una de las agencias, trabajábamos para “Nike”, digo fracaso porque no logramos se quedó a nivel prototipo, no lo instalamos públicamente, es lo más maker porque fue grande e involucró mucha gente, era como un “display” físico, tú te podías poner frente y esta cosa reproducía el volumen de tu silueta, esta cosa reproducía, para una marca de tenis donde el atributo principal que querían

comunicar era el ajuste que tenía, entonces pensamos por qué no hacer un espejo volumétrico, algo que no solo refleje tu tamaño sino también tu volumen.

Entonces dijimos ok como lo hacemos? queríamos hacer un espejo que fuera de tela, una tela que saliera, un poco como en las películas de fantasmas donde como que detrás de la pared quiere salir alguien, sale y entonces queríamos hacer una tela tomara tu forma. Lo que hicimos fue eso, un espejo, una pared alta, de dos metros, un poco menos y para reproducir tu figura lo que hacíamos era que teníamos más de mil pixeles pero en lugar de ser pixeles de imagen “flipboards” o juguetes que son como físicos, en realidad cada pixel era una varilla de metal que se movía adelante y hacia atrás usando los datos que podías recabar con un “kinect”, entonces con el “kinect” puedes recabar esta información 3d. La obteníamos, la procesábamos y con esa información controlábamos estos mil pixeles que se desplazaban para reproducir tu figura, como estos juguetes que son como las camitas de claves donde pones tu mano y se queda ahí, pero de dos metros y controlado con una pc. lo que estuvo interesante era que tuvimos que reproducir para cada cosa un sistema de piñón y cremallera donde tenías por cada mil cosas tenía un servomotor que movía el engrane que movía la varilla hacia adelante y hacia atrás. entonces para poder construir eso tuvimos primero que nada poder conseguir todo no estuvo fácil, creo que nos acabamos todos los servomotores que había en cada tienda de aquí en México y tuvimos que pedir de afuera y encontrarlos, tuvimos que producir con corte y varias técnicas de CNC³⁸ las varillas, los engranes, todo el mueble también estaba producido en cnc y cada uno de los mil motores iban conectado a 50 microcontroladores de robótica especializados en controlar “servo’s” y luego, para alimentar la energía de todos los servos era una torre de fuentes de poder de computadora, era inmensa, teníamos que tener una planta de luz nada más para esa cosa, porque en la oficina no podíamos conectar todo lo que implicaba. Yo estuve como supervisando todo el proyecto y mi responsabilidad principal era más bien el código que alimentara todo, era un programa que en open “frameworks” integraba los datos que leía el “kinect” y se conectaba con todo, tenía que estar básicamente leyendo un arreglo de datos del “kinect conv”.

³⁸ El CNC es la abreviatura común para Control Numérico, máquinas CNC son computarizadas y guiadas por coordenadas, éstas tecnología se utilizan por máquinas como las cortadoras láser e impresoras 3D

- **¿Cuánto te tardaste?**

Ese fue el problema, la marca nos dijo “nos encanta la idea pero sólo la podemos hacer si está lista en 3 meses” entonces nos tardamos 3 meses, realmente nos tardamos más en producirlo que se quedó a nivel prototipo, nos tardamos como 3 y medio incluyendo el tiempo de juntar componentes y fabricar.

Se quedó a ese nivel por cómo funcionan las agencias no había chance de seguir iterando, iterando, y mejorándolo pero jaló bien y a nivel estética es donde faltó. ese es el más ambicioso, fuera de eso he hecho cositas como “*robotsitos*” (Pequeños robots o robots miniatura), cositas que utilizan arduino para tomarte fotos, subirlas a internet, varias cosas de ese tipo como pantallas.

- **Dificultades**

Es súper difícil porque te encuentras con, es una lucha contra tu ignorancia contra tu incapacidad, todos tienen alguna, estoy seguro que alguien que viera las cosas en las que yo o todo mi equipo se atoraba y me hubiera dicho “wey está bien fácil, es esto” pero es esta frustración de estar todo el tiempo al límite de tu capacidad técnica, de tu capacidad de entender qué tienes que fabricar, entender cómo se tiene que programar algo.

Es frustrante porque al mismo tiempo también esa frustración está acompañada de un placer pequeño o grande cuando lograr que funcione, así como no hay nada más frustrante que ver que algo que estás haciendo no funciona, no hay nada más gratificante que ver que algo que estás haciendo funciona, es un momento de magia, me acuerdo cuando estábamos ya conectando los servomotores con el “kinect” y el ver cómo pasabas la mano por el “kinect” y todos estos servos se movían es un placer impresionante.

- **He escuchado que los makers utilizan comunidades virtuales en línea para resolver problemas, tú has utilizado esto, cómo ha sido tu participación en estas comunidades? ¿qué comunidades, también?**

No necesariamente que participe constantemente, pienso mucho en instructables³⁹ que es súper útil para compartir subir proyectos, en cosas como “thingiverse” para compartir modelos 3d para impresión 3d, obvio “github” para compartir código,

³⁹ “Instructable” es una palabra en inglés y se refiere a una entrada en foro web o redes sociales donde los makers suben un proyecto con las especificaciones técnicas y pasos para que otros miembros de la comunidad puedan armar un proyecto igual. Existen páginas específicas para esto como *instructables.com* o *github.com*.

“stackoverflow” es genial porque siempre te encuentras a alguien que a nivel código está intentando hacer lo mismo que tú, siempre que te atorras con algo de código buscas ahí y a alguien ya le pasó lo mismo ya le contestaron probablemente muchas veces pasa que te encuentras que alguien ya buscó lo mismo que tú, no tiene ni una respuesta y lo posteó hace meses, como que te das cuenta de que la solución no es tan fácil. Las he utilizado todas

- **¿Cómo ha sido?**

Súper útil, he sacado más de esas comunidades de lo que he aportado porque en esas comunidades hay gente súper talentosa, he subido por ahí algún instructable, otra parte maker es a través de clases, un tiempo que daba una clase que se llamaba cibernética, biónica y robótica para diseñadores de productos o arquitectos de interiores, muchos de los ejercicios que les daba eran cosas que salían de instructables.

- **¿Has aplicado algo de lo que has hecho en otro ámbito?**

Sí, muchísimo, he estado entre proyectos personales proyectos este académicos y profesionales, para mí siempre ha sido bien fuerte, desarrollar proyectos de la universidad a lo comercial, mucho de lo que hice profesionalmente lo empecé a hacer en la universidad. De lo profesional a lo personal, no siempre lo bajo porque no siempre tengo tiempo, a veces estoy haciendo algo en el trabajo y me encantaría llevarlo a lo personal, alguna variante de algo, pero cuesta trabajo encontrar el tiempo de hacerlo.

- **¿Desde cuándo vienen esta clase de proyectos? me comentas que has creado desde chico, pero estos proyectos**

Nada que saliera públicamente, trabajar yo sólo cosas en el salón, pero nunca hice cosas para llevar a una expo, o a un concurso, algo así realmente no.

- **¿De qué forma crees que esta parte del movimiento maker ha influido en tu trayectoria educativa, académica, escolar?**

Creo que en el fondo una buena parte de porqué me quise volver “creative technologist” o creativo tecnológico fue por ver todo lo que pasaba en el movimiento maker, meterme a hacer cosas.. ¿Cómo era la pregunta?

- **¿Crees que ha influido el movimiento en tu trayectoria profesional?**

No podría haber sido “creative technologist” si no hubiera conocido el movimiento maker, fue eso que me hizo ser lo que hago hoy.

- **¿Hay algo sobre el movimiento como pensamientos u opiniones que no te haya preguntado pero que creas que sea importante mencionar?**

Yo doy clases de cosas que tienen que ver con diseño e innovación y una de las cosas que tiene que ver con el movimiento maker es que si bien la innovación no es necesariamente o exclusivamente tecnológico, si es necesariamente un componente de éste, es una manera de concebir la innovación que es algo que tienen que ser técnicamente factible, deseable para la gente y viable o redituable. Son 3 polos lo que involucra a hacer innovación, o sea es algo nuevo, técnicamente factible y redituable en términos de negocio.

Esa es una manera de definir la innovación, lo interesante es que hay 3 movimientos que representan cada uno de esos 3 polos de la innovación, así como hay un movimiento maker que lo que hace es decir “la tecnología existe, vamos a experimentar con la tecnología e inventar cosas” del movimiento maker salen muchos inventos pero no muchas innovaciones, algunas, con eso me refiero a inventos que logran cambios sociales importantes, muchas de las cosas del movimiento maker se quedan en experimentos, lo cual está bien, ese es el objetivo del movimiento maker pero se convierte a través de esto en un motor de la innovación de la misma manera en que el movimiento de “startups” es lo mismo pero desde el punto de vista de los negocios, es gente que quiere emprender un negocio que se pone a experimentar y sacar cosas desde ese punto de vista, de ese modo un “hackathón” o un “makerfair” es lo equivalente a un “startup weekend”. Se complementan, nada más que el camino es de forma distinta. Lo mismo a través del diseño, hay un movimiento de diseñadores que también están buscando hacer su enfoque, creo que esa es la parte que me interesa más del movimiento maker, uno de tres motores que están moviendo la innovación.

- **¿Tu percepción de la ciencia y de ti como científico?**

Soy más científico social que natural. Creo que me ha interesado más la ciencias naturales, química, física, biología a partir de estar involucrado en el movimiento maker. Nunca me había interesado algo como la mecánica, pero si tratas de construir algo que funciona físicamente, de das cuenta de la importancia de la mecánica básica, experimentar con la tecnología te hace por necesidad interesarte en la ciencia.

De la misma manera en que programar requiere que te interese las matemáticas, el

movimiento maker es una muy buena manera de hacer que la gente aprecie la ciencia básica entender las cosas, las matemáticas, física, química que son completamente necesarias para hacer cosas.

Anexo 6

Entrevista a Mateo Ferley Yael

Argentino, vivo en México. Tengo una empresa llamada “YaelTecs”, donde diseñamos controladores que puedes conectar a la computadora o a instrumentos musicales para crear música y también estamos haciendo algunos productos DIY para quienes quieren hacerse sus propios instrumentos.

En el ámbito educativo trabajo en el colegio hebreo Maguen David coordinando un “Makerspace” en el que participan jóvenes de kinder hasta prepa, estamos teniendo una buena experiencia en la escuela y tenemos un título bastante interesante en este camino que es el primer “Makerspace” escolar en América Latina. La razón por la cual llegué a la escuela es por un grupo que se llama WAZABI, es un grupo dedicado a difundir la ética Hacker, la cultura libre y las prácticas que creemos que son liberadoras para las personas en cuanto a compartir conocimiento y la manera de hacer cosas. Esa es mi introducción.

- Para ti ¿qué es el movimiento maker?

Lejos de quizá la corriente más mercantilista del término, para mí es un simple nombre a algo que viene desde hace mucho tiempo, incluso antes de que exista el término. El movimiento maker hoy es una manera de reunir a todas las personas que alrededor del mundo se dedican a resolver sus propios problemas o los de otros, eligiendo aprender y crear en vez de consumir. Esa es para mí lo que podría agrupar a la mayoría de los “makers”, los que deciden hacer y conciben hacer como una universidad constante y que se dedican no sólo a entender cómo funcionan las cosas sino imaginar cómo mejorarlas y hacerlas mejor.

Cómo hacer soluciones para los demás que no necesariamente sigan con la lógica común de los mercados, no algo que sea súper masivo o mediático sino más bien a solucionar problemas reales, de personas reales que salen ese tipo de soluciones que se pueden consumir o comprar. Un maker tiene como principal característica en cuanto a lo social la inclusión, la idea es incluir a las personas que no son científicos, que no son ingenieros y empoderarlas a que se animen a hacer cosas

como la robótica, la electrónica, la animación digital, carpintería. Todas de alguna forma técnica, que nos fueron presentadas de alguna forma como cosas que se tienen que estudiar en una universidad y que si no lo aprendes ahí no lo sabes. Por suerte internet permite que podamos aprender de otras personas e incluso de instituciones sin tener que estar físicamente ahí.

El movimiento maker se apodera de internet como una herramienta que permite la colaboración y que permite a los que estamos en el movimiento sentirnos parte de algo. Yo soy partícipe bastante obsesivo o bastante presente en estar en comunidades virtuales, en foros que no son nada nuevo, los foros online existen desde hace decenas de años y antes existían los foros donde se juntaban a debatir o hablar en cafés o bibliotecas, hoy son espacios virtuales donde uno puede aprender un montón... el movimiento maker reinventa los foros, hay foros inclusivos y exclusivos. Los foros como el de arduino podemos ver una gran diferencia entre estos y los foros de PIC, que es la competencia, son microcontroladores muy parecidos pero lo que los diferencia abismalmente es la característica de sus comunidades virtuales, los foros y la gente que las trabaja, los de arduino tienen un carácter más inclusivo, entonces cuando alguien llega a hacer una pregunta que parece estúpida la responden entre todos, la misma pregunta en un foro de PIC puede ser respondida con memes, burlas, respuestas agresivas y en arduino siempre es respondida como simple una pregunta de quien no sabe tanto, esto es por la posición de los que conforman esa comunidad y su posición frente al conocimiento, el movimiento maker se une a la idea de que el conocimiento tienen que ser compartido sin burocracia, quita la cuestión arrogante, lo vuelve humilde, humano y accesible, esa es la característica principal del movimiento maker, convencernos de que podemos crear cosas increíbles sin pedir permiso y sin tener que siempre estudiar todo antes de imaginar o crear.

- **Te consideras un maker**

Es una pregunta interesante, no.

Maker es un término adoptado por los medios y las empresas más que los Makers; cuando me presento nunca voy a decir que soy un Maker, es un título que a mi, personalmente, quizá porque estoy cargado con toda una cuestión política, me parece innecesario, me parece que justamente es un término que se banalizó demasiado, entonces hablamos de maker en todos lados, cuando realmente los

makers son personajes más políticos, más relacionados con la ética Hacker, es una manera de ver el trabajo y el conocimiento.

Creo que podría clasificar, mi principal motivación es la curiosidad y la pasión por aprender cosas, solucionar mis propios problemas, no simple consumiendo sino haciendo y creo que tengo una concepción de las cosas de que no son una caja negra, todo lo que nos rodea es un conjunto de partes que no son inofensivas (software y hardware), no concibo a la tecnología como que sólo me sirva para comunicarme sino que entiendo cómo funciona y la función política detrás como la cuestión de la privacidad en redes o en hardware, que es lo que hacemos cuando aceptamos términos y condiciones, supongo que me gustaría tener más presente en el movimiento maker esta idea de política y que cada vez se ha mediatizado más y acotar en impresión 3D y emprendedores tecnológicos y eso deja de lado lo más rico que es una relación con la tecnología diferente , donde el hombre domina y no es dominado por la tecnología, entonces hoy la pregunta de si soy o no un maker me podría resultar incluso un insulto según la persona que me pregunta, preferiría ser denominado como un hacker, entendiéndolo como alguien que cuestiona los sistemas que lo rodean, me alinee más con ese término.

- **Por motivo de mi tesis, te parece si ahorita utilizamos el término maker para denominar a esas personas que sí se dedican simplemente a construir y por ganas de aprender en el área que sea motivados por su pasión por el aprendizaje más que por trabajo o necesidad. Bajo esos términos, ¿te considerarías un maker?**

Pues sí. Totalmente, creo que en ese sentido sí, además creo que eso es muy político, ese simple hecho de que las personas comiencen a envalentonarse y a hacer las cosas y soluciones es súper político, lo político nunca puede dejarse de lado, por eso hay que legitimarlo, para mí, y no simplemente hacer como que no está ahí.

- **A partir de esta idea, ¿Cómo comenzaste en este movimiento?**

Creo que tiene dos orígenes, uno es que mi abuelo era un maker y, no es que me fui uniendo al movimiento, el movimiento apareció con un nombre y se alinea bastante con mis prácticas. Apareció un término que define como se relacionan muchas personas con lo que hacen, mi abuelo desarmaba todo; todo lo que se rompía lo arreglaba él. Él era árabe, de Damasco, Syria, y con un pasado muy

pobre vivió la WW2 y cosas que lo hicieron muy autónomo, le daba vergüenza darle 10 pesos a alguien para que le arregle el lavarropas y yo de chico lo veía trabajar y comencé a sacar las cosas de su caja negra, para mi nada de lo que me rodea es un misterio invisible todo es un conjunto de partes.

Desde ahí, cuando era chico tenía un juguete nuevo y no me duraba más de un día porque lo desarmaba para ver qué tenía adentro. Ahora como educador motivo mucho a los chicos a que desarmen cosas porque realmente al hacerlo se te abre la cabeza y te das cuenta de que no es un conjunto de partes y que incluso esas partes las encuentras en otros lugares y tu mente trabaja así, todo es un conjunto de partes, desde algo virtual, una empresa, un juguete y cómo funciona mecánicamente, eso fue lo que más me marcó. A los 15 años leí el libro de la ética del hacker y quedamos fascinados con esa visión acerca del trabajo, del conocimiento y demás eso reforzó esa idea de “yo sé que desarmar cosas y cambiarles el objeto es liberador, pero además tengo una responsabilidad de difundirlo, de que otros encuentren esa libertad”.

- **¿Qué proyectos has realizado tú?**

De todo, lo bueno es que la escuela es un laboratorio constante, hemos hecho catapultas, caleidoscopios, las catapultas se fueron a un concurso de la ibero, ahora estamos en un proyecto donde los chicos fabricaban obras de arte con diversas técnicas como láser impresión 3d, carpintería; la idea era hacer una pieza que represente la historia de su familia en el colegio judío la cuestión familiar histórica es muy presente y hacemos mucho ese tipo de proyectos.

Los miércoles los profesores están invitados al makerspace a trabajar, pero no como profesores, sino como personas y pueden venir a hacer cosas, ahí hay un proyecto de una tabla periódica interactiva, que va a estar en el laboratorio. Proyectos personales están más orientados a la música, hacer mis propios experimentos, hace rato armé con 5 pantallas y un *Raspberry Pi*, hice un videoball, no sé, se presentan adelante en la vida pequeños proyectitos todo el tiempo y esto de ser maker es acerca de los proyectos, me interesan los proyectos con los que pueda sumar con mis conocimientos, mis intereses de cualquier tipo, por ejemplo, la página web de “Yaeltecs” la hice yo y no soy programador, y tiene una tienda virtual, un portafolio y quedó lindo, eso fue una manera muy maker porque tuve que aprender y a veces comprar cosas es tirar dinero porque tu lo puedes hacer. Tiene

doble filo, por un lado te la pasas trabajando pero en el movimiento es difícil de diferenciar porque disfrutas lo que haces, de repente uno está trabajando a las 4 am un martes simplemente porque no puede parar.

Ahora tengo una guitarra que se me rompió y la tengo que llevar al makerspace de la escuela para arreglarla, cualquier cosa rota es un proyecto maker, Cuando tenía 8 se me rompieron unos auriculares, vi un video de cómo repararle y me di cuenta de que era muy fácil, me acordé de la cantidad de auriculares que se tiran simplemente porque un cablecito de la ficha se botó, entonces me puse a reparar auriculares a mis amigos, así aprendí a soldar, arreglé como 100 auriculares, aprendí a soldar, como funcionan y me di cuenta de que es bien simple. Ahora siempre que a alguien en la escuela se le rompen los auriculares los invito a ver un video y que los arreglen, es un proyecto maker súper rápido y liberador porque uno ya está mentalizado para comprar otros cuando sólo necesitas desarmadores y un cautín.

- **Empezaste siendo maker por estas dos razones que me platicas, ¿Qué tipo de preparatoria?**

En Bariloche la preparatoria es un bachillerato en informática, tuve muchas materias e ciencia, no era escuela religiosa, los profesores eran científicos y me dio muchas bases para entender que la mayoría de las cosas que se pueden hacer tienen una línea lógica. No soy programador pero por esa idea entiendo cómo funciona, entiendo los límites lógicos de la programación y eso da herramientas para imaginar cosas posibles, en mi prepa tuve una formación en ciencias y lógica.

- **¿Después donde estudiaste?**

Estudí un año técnica de grabación y audio, después me cambié a ingeniería acústica, me tomó 5 años y en 2012 creé mi empresa y me di cuenta de que la universidad me quitaba tiempo, además de que me funcionaba más aprender por proyecto que el método académico que tenía mi universidad salvo algunos profesores, entonces decidí dejar la universidad, pienso retomarla pero estoy tranquilo de que puedo hacer cosas increíbles y no necesitas la universidad. Hay muchos casos de emprendedores que no acabaron la universidad. Siento que las instituciones académicas terminan quedándose atrás, convierten aprender en algo muy burocrático, también decidí ser independiente, sabía que no necesitaba mostrarle un título a nadie, de hecho hoy trabajo en una institución académica y nadie me pidió un título, mi obra y mi trabajo hablan por mí. De alguna manera no

desprecio la academia o la universidad, conocí muchas personas interesantes, no descarto hacer una carrera más adelante, pero en el momento de mi vida me di cuenta de que mi momento era demasiado enérgico para gastar el tiempo ahí adentro.

- **En prepa ¿tenías proyectos?**

Si, sobre todo con mi vecino, con el que leí la ética del hacker arreglábamos de todo, teníamos un programa de radio hicimos nuestro propio “mixer” para ese programa de radio, desarmábamos cosas, juntos éramos muy curiosas y entre nosotros nos motivábamos a hacer cosas, eso nos llevó a hacer muchas cosas como una casa del árbol que incluso tenía conectado un carrito a la ventana de sus papás, nosotros dormíamos en la casita y en un carrito nos ponían el desayuno por un sistema de poleas, en esa casa hicimos todo, hasta le pusimos internet. Nos motivábamos a hacer cosas y eso viene desde que éramos chicos, menos de 10 años, siempre me gustó. En la universidad comencé a vivir con mi hermano y ahí hicimos nuestro primer instrumento y no he parado desde entonces.

- **¿Por qué lo haces?**

Es liberador, crear es de las sensaciones más lindas que viví, tener una creación mía y ver que funciona, que la hice yo y lo que aprendí, para mí es el plan perfecto, lo hago para no dejar de aprender, lo hago porque cada cosa que hago me da herramientas para vivir la vida, trabajar en equipo, empatizar, colaborar, tener objetivos en común con otros, para todo eso creo. También para ser autónomo y sentir que mañana si hay una crisis y el mundo se va la mierda, me considero una persona que puede valerse por sí mismo. En el momento en que no sabemos hacer nada más que comprar estamos cediendo nuestra libertad a un sistema que no va a durar para siempre porque hasta ahora la historia nos demuestra que los sistemas tienen un ciclo de vida, entonces, creo que en gran parte es una cuestión de independencia,

- **Sobre los proyectos, ¿Te acuerda de alguno en específico?**

Con niños hicimos un programa educativo de ciencia y tecnología, lo hicimos con WAZABI y era un espacio donde los chicos venían después de la escuela, los chicos venían a crear e inventar y los ayudábamos, les enseñábamos a usar herramientas, crear procesos, transformar materia hacer planes yerna niños de 8 a 12 años, esa fue una gran experiencia, sin duda los que dimos el taller fuimos los

que más aprendimos, fue mi puerta abierta a la educación y un camino muy enriquecedor. Creo que como educador el que más aprende es uno por las ideas de los alumnos, cómo transmitirles, como explicarles. Mi primer proyecto personal fue un instrumento musical que se llama “la sensible” es una red de sensores que hice con mi hermano, es una caja de sensores que permite interactuar con la música de forma inusual, eso fue lo que me abrió la cabeza con el mundo de la interactividad y como la tecnología posibilita diferentes caminos.

- **Qué dificultades encontraste al crear “la sensible”?**

No sabíamos soldar, es esencial para cualquier proyecto de electrónica, lo bueno es que lo hicimos reciclando cosas que teníamos, mi hermano tenía un sistema de sensores y la dificultad era saber cómo conectar todo, otro fue hacer que pareciera un instrumento musical, tuvimos que pensar en el diseño de la casa, tuve que hacer bocetos a mano pero a escala, tuve que planear el diseño para asegurarnos de que todo entraba, tuvimos que desarrollar nuestras piezas para corte laser que nunca habíamos hecho, después tuvimos que aprender a usarla.

- **¿Te ha servido este proyecto en otros ámbitos?**

Por empezar, mi empresa surgió de la satisfacción de haber creado un instrumento, nos abrió la mente al mundo de los instrumentos musicales electrónicos, interacción humano máquina y arte, su relación con la tecnología, el impacto de ese proyecto fue total en mi vida, porque hizo que surja “YaelTecs” y nos dio una aproximación al diseño industrial o diseño de productos, cada proyecto es como una materia de universidad. Gran parte de lo nuevo que desarrollamos viene de proyectos que hicimos y de proyectos que desarrollamos. El impacto de ese proyecto en mi vida es completo, todo lo que hice hoy lo uso para mi vida de una u otra forma.

- **¿Te servía lo que aprendías en la escuela para crear tus proyectos?**

Creo que lo más útil que me dio la escuela es la disciplina y tuve profesores inspiradores que me hicieron ver que los proyectos de la escuela no necesariamente tenían que ser obligaciones aburridas.

Tuve una profesora de literatura que una vez hicimos un trabajo distinto, teníamos que hacer una canción en vez de una biografía, era malísima pero nos felicitó por experimentar y pensar de forma distinta. Creo que ahí empecé a ver que el ocio, pasión y trabajo pueden convivir, eso me lo dieron profesores iluminados que me transmitieron otra manera de ver el aprendizaje, por otro lado, tanta información

lógica que me hace ser una persona racional, además de las relaciones sociales.

- **¿Los proyectos makers que hacías en esa época te servían para lo que veías en la escuela?**

Totalmente, creo que diferenciarlo es un error, porque estar en un trabajo, en la escuela de viaje es todo lo mismo, es una misma experiencia. Si mantienes tu cabeza tan separada de estar trabajando y de pronto estás en tu casa y dices ahora soy otra persona... el conocimiento de una manera haces que no sea parte de ti, cuando el conocimiento lo haces parte de ti lo aplicas en todos lados. Esta manera maker de ver las cosas también te hace respetar a todo el mundo y no discriminar.

Estás vinculado a tantas personas de tantos lugares y compartes tanto con personas de cualquier lado, te das cuenta de que somos humanos y nada más, eso lo aplico mucho en mi vida, saber cómo son, cómo trabajan, me apasiona ver eso, todas las personas trabajan en algo. Soy apasionado de ver los espacios de trabajo de otros, incluso el más holgazán trabaja en su ocio, vas a su casa y ese es su taller, ves donde está puesto el control remoto y habla de él, de la misma manera que un joyero, ves su taller y sabes cómo trabaja y tiene organizada su cabeza, si está desorganizado o si es obsesivo pero es productivo, creo que el bagaje maker te da mucho eso, desarmar no solo las cosas, sino entenderlas, entender la política, las personas, las relaciones.

- **Haber sido maker en prepa, ¿influyó en tus decisiones de carrera?**

Sí, creo que salí del colegio y quería dedicarme a algo científico o al diseño, leer, por ejemplo, me gusta pero no podría haber estudiado ciencias sociales porque necesito moverme y hacer cosas, ese camino no me tentaba. En mi experiencia, en mi familia tuve una formación muy libre en cuanto a lo religioso, no estuve muy influenciado en ese aspecto, creo que eso me permitió tener más peso en lo científico.

- **¿Qué tanto el haber estado en este movimiento ha influenciado la forma en que percibes la ciencia?**

Completamente, la relación tiene que ver con esto que digo en cuanto a lo liberador, la ciencia libera porque ayuda a que entiendas como es el mundo que nos rodea sin entrar en cuestiones supersticiosas, le da el poder al hombre de saber más con claridad, la ciencia no habla de verdades, me encanta. No siento seguridad en tener fe y creer que hay un Dios creador, mi confianza es que el hombre y el esfuerzo

colectivo puede acercarnos más a la verdad, a la cual nunca vamos a llegar, solo estamos en ese camino de acercarnos. Me parece que la ciencia es motivadora, se basa en que el hombre cada vez sepa más, la religión se basa en que hay un libro escrito hace tiempo y eso es todo lo que hay que saber, sin faltar el respeto a las personas religiosas, sólo esa forma de vida la tolero pero creo que la ciencia es liberadora en cuanto que pone al hombre en una posición muy humilde en que somos puntitos flotando en el universo haciendo cosas maravillosas y cosas horribles en nuestra corta experiencia y tiempo del universo.

Ver las cosas desarmadas y que todo tiene un porqué, que no hay magia detrás de las cosas, sino solo cosas que no siempre podemos entender, tal vez la singularidad o el funcionamiento del cerebro humano, algo que hace 20 años era una caja negra y cada vez entendemos más, y poco a poco iremos entendiendo más e incluso intervenirlos, eso lo posibilita la ciencia y el hambre de conocimiento, además de que el movimiento maker, la ética hacker surge del MIT (Instituto de Tecnología de Massachussets), de la ciencia, surge de que el modelo científico es investigar y compartir, esa es la base, la regla de compartir y es un derecho humano acceder a ese conocimiento que tenemos del mundo, el tema es que, si la ciencia parte de ese principio, se torna muy burocrático para acceder.

El movimiento maker es como la versión más inclusiva del modelo científico, además, si bien se plantea que el conocimiento científico es inclusivo, termina siendo bastante elitista en cuanto a cuáles son los “papers” que se publican y cómo acceder a esos papers, pero si, tienen mucha relación entre sí. El movimiento maker es un movimiento claramente científicista, le da a las personas y se nutre de soluciones basadas en el hacer y el entendimiento de las cosas.

- **¿Crees que ser maker te puede ayudar a comprender materias como ciencias sociales?**

Si, como te decía, el aprender a relacionarse, colaborar, lo aplicas en cualquier espacio de tu vida, te hace relacionarte con las personas si realmente participas en lo más rico del movimiento maker que es esto de compartir. Te hace una persona sociable, incluso te da herramientas de pensamiento, de crítica, eso lo aplicas en todos lados, cuando votas o ves publicidad y te preguntas qué mensaje te da, ser maker te nutre de habilidades críticas.

- **¿Qué me quisieras decir tú sobre el movimiento maker que valga la**

pena decir?

El movimiento es sólo un nombre, mi lucha más ferviente dentro del movimiento es luchar porque no se pierda la lucha por lo político, no dejar de hablar de la importancia política de crear, la importancia de crear más que consumir y pasar de ser consumidores a ser productores, si nos quedamos en lo banal “que lindas las impresoras 3d” y no evolucionamos en la cuestión crítica y política del asunto, esa impresora se puede usar para hacer armas o para hackear prótesis, siempre hay una cuestión política en los que crean y no hay que perder de vista que el hacer por hacer es peligroso y hay que hacer pensando en el otro y orientar el movimiento para que no pierda esa característica colaborativa y solidaria, y tenemos que entender que, simplemente llenar un espacio de máquinas no es tener un makerspace (MS).

Un MS se nutre más de las personas y como se relacionan que su tecnología, la tecnología de hoy mañana será obsoleta, no va a servir o va a ser una reliquia, entonces el movimiento maker no debe de perder el foco en que las personas obtengan conocimiento no que usen tecnología y la última tecnología porque eso es caer en un modelo de consumo, tenemos que usar el movimiento para trascender a la tecnología, hacer que la tecnología trabaje para nosotros, adaptarla a crear soluciones para el cambio climático, crear alimentos, sintetizar agua, ayudar a las personas que no tuvieron la suerte de nacer con un cuerpo completo o los que tienen algún problema en el sistema nervioso y a partir de crear pueden volver a tener una vida y relacionarse con otros o ser independientes.

Lo más rico y el potencial más fuerte en el movimiento maker es entender que todo lo que se crea es político y no hay cosas inocentes, en el mundo de hoy que está lleno de “startups”, que también te recomiendo que leas lo que es el solucionismo, es un poco la doble cara de los makers, pensar que una “app” puede resolver problemas graves del sistema, cuando terminan realmente siendo parches que mantienen el estatus quo en un montón de cosas, yo te diría que el principal “speech” de los emprendedores de “Silicon valley” y de las ochocientas “apps” que salen al día, es que una “app” soluciona cosas y en realidad los que solucionan cosas somos nosotros y cómo pensamos. Si se quita entendimiento político en la tecnología se vacía el contenido y deja de ser algo que puede cambiar el mundo a mi modo de ver, todo lo decidimos nosotros y la tecnología de por sí no es nada,

solo es una herramienta.

Anexo 7

Entrevista a Ricardo Xavier San Juan

22 años

Me dedico a desarrollar drones, impresoras 3d y servicio de impresión, tecnología “open source” y dar conferencias promocionando la mentalidad y el lema del “open source”.

- ¿Cuál es el lema del open source?

Transmitir información, es un conjunto muy grande de ideas y se confunde con el software libre pero no es lo mismo, en OS puedes hacer negocio y apoyar a la comunidad, en software libre no es así, sino que das a la comunidad pero no puedes tener un fin lucrativo. Lo más sobresaliente es la cuestión de los drones porque hay mucha comunidad alrededor, algunos lo hacen para ventas otros por hobby, pero bueno es una comunidad muy grande

- Pregunta para ti que es el movimiento maker?

Para mi es una comunidad en dónde se está generando desarrollo en gran medida práctico, puesto desarrollas todo lo que crees que se pueda desarrollar. Yo entré a esto hace muy poco tiempo y lo poco que me he informado ha sido que es desarrollar proyectos y compartirlos, proyectos electrónicos, mecánicas. La verdad no estoy muy informado en la esencia del movimiento maker pero creo que es generar contenido tecnológico y contribuir a la comunidad.

- ¿Tú te consideras un maker?

Si, un creador si me considero porque he desarrollado muchas cosas. En muchas ocasiones No necesariamente de lo que me brinda la universidad sino de lo que creo que soy capaz de realizar y me pongo a investigar por iniciativa personal, encuentro información, la interpreto y creo cosas posiblemente no como preparación universitaria sino más autodidáctica pero al fin y al cabo creo cosas con programación mecánica, electrónica y más cosas

- ¿Qué se necesita para ser un Maker?

Ganas de crear, cualquier cosa que te imagines e iniciativa. Si tienes ganas de crear un cohete, ten la iniciativa de investigar información relacionada. Posiblemente no tengas los conocimientos ni las bases pero en el trayecto vas a encontrar la

información necesaria, entonces es lo único que se necesita, iniciativa y ganas.

- **¿Tu como empezaste a ser maker?**

Desde muy pequeño, creo que desde primaria desarmaba mis carritos y quería crear cosas diferentes que me imaginaba, entonces desarmaba mis juguetes y creaba otro tipo de juguetes de acuerdo a mis gustos. Yo podría considerar que desde entonces ya era un maker, posteriormente ya en la secundaria empecé a indagar más sobre microcontroladores, programación y me metí más a la programación de chips.

Ya en prepa me metí más en electricidad industrial, electricidad comercial para hacer mover esas cosas que en un inicio hacía muy pequeño, ahora hacía mover motores de la misma estatura que yo.

- **¿Dónde hiciste la prepa?**

En el colegio de bachilleres del estado de Oaxaca numero 6

- **Pláticame qué proyectos has realizado**

En secundaria creamos un brazo robótico que tenía que estar conectado a la alimentación todo el tiempo y no se controlara por pilas, sino directamente a la fuente de alimentación. Mi primer proyecto fue hacer una fuente de alimentación, con mi hermano cree un brazo robótico y las piezas las sacamos de las videocaseteras, íbamos con un señor que las reparaba y le pedíamos las cosas que ya no le servían.

Con la basura electrónica que encontrábamos comenzamos a crear proyectos, todo eso fue en prepa. Primero fue la fuente, luego el brazo y después comenzamos a investigar sobre electricidad industrial y la ventaja es que mi papá sabía al respecto entonces nos apoyaba con libros, con manuales, etc.

Desde la secundaria me enseñé a leer manuales técnicos y así empezamos a indagar mi hermano y yo de esos temas. Yo me enfoqué en electrónica aunque mis padres decían que yo no era bueno en electrónica por mi carácter fuerte, me enojaba y me peleaba, pero yo quería ser bueno en electrónica porque me gustaba, así que todos mis proyectos se enfocaban en eso, en prepa me enfoqué en electricidad industrial pero siempre me ha llamado la atención la electrónica.

Resumiendo otra vez hicimos una fuente de poder, después un brazo, después una ruleta con un microcontrolador y después fuimos a competir en ciencia y tecnología en la prepa en donde hicimos una (No se distingue la palabra en el audio)

semiautomática y quedamos en segundo lugar a nivel estatal.

En tercero de prepa fuimos a concursar a nivel prepa, pero lo hicimos una noche anterior, a nivel regional ya no llegamos porque los jueces dijeron que nuestro proyecto era muy complejo para chavos de prepa, nos dijeron: “no, ustedes no lo hicieron, nos atacaban mucho y estuvimos debatiendo como media hora, pregunta tras pregunta, de los jueces, respondimos todo y de todos modos no creían que lo habíamos hecho entonces no pasamos al estatal”.

- **De estos proyectos, elige alguno y pláticame como lo hicieron**

El proyecto más grande fue la llenadora semiautomática, en un inicio queríamos hacer un proyecto ecológico con energía solar, pero mi papá nos dijo que un proyecto ecológico debe ser eficiente y realmente servir, el sugirió la llenadora porque en la región hay muchos negocios que se dedican a embotellar agua, entonces podría ser una base importante para que fundamentes por qué hiciste la llenadora. La desarrollamos con su ayuda y después fue nuestro proyecto final, pero en gran medida su ayuda sirvió mucho para hacer la llenadora. Además no nos decía las cosas, nos puso a investigar mucho en vez de decirnos “conéctalo así, o así”, a veces nos decía como se conectaban piezas por separado y al final nos dijo” ahora ustedes hagan la llenadora” y entonces con todo lo aprendido la hicimos funcionar.

Funcionaba así: colocabas una botella de un litro frente sensor fotoeléctrico que lanza un haz infrarrojo proyectado en un vidrio y reprojectaba en el mismo haz, cuando interrumpías el haz de luz se activaba un relevador ese conectaba a un contacto que tenía la suficiente potencia para activar un motor grande que presurizaba el tanque alto. Al estar presurizado, el flujo de agua que caía al recipiente. Con el tiempo calculado previamente sabíamos que el tiempo iba a ser repetitivo y que la presión iba a ser constante, al tener esos valores sabíamos que ese recipiente se iba a llenar con ese tiempo con una exactitud de 20ml de variación entonces llenabas 3 litros por minuto y disminuíamos el desperdicio de agua. Pudimos meter por ahí la parte de ecología en el proyecto.

- **Hubo algo que se dificultara?**

El dinero, y también tuvimos contratiempos para aprender a utilizar los componentes, pero una vez que aprendimos nos los sabíamos de memoria, de hecho para transportarlo al evento tuvimos que desarmarlo completo y volverlo a armar cuando

llegamos al evento, entonces después de varias prácticas nos sabíamos de memoria el funcionamiento de cada componente entonces podíamos personalizar cada exposición que hacíamos porque podíamos personalizar cada componente.

Al aprender sobre los componentes y experimentar con ellos hubo componentes quemados, cortos circuitos pero al momento de presentar el proyecto ya no porque aprendimos muy bien y lo sabíamos manipular.

- **Qué proyectos hiciste que no tuvieran que ver con la escuela o a lo mejor que fuera más personal:**

La mayoría de mis proyectos los he hecho solo, en muchos me ayudaba mi hermano y yo me fui adentrando en electrónica. Un proyecto que me sirvió en materias pero era personal fue un control de temperatura para microcontroladores con un código que medía la temperatura de los motores y cuando pasaban ciertos grados los pausaba y activaba el sistema de ventilación. Cuando bajaba la temperatura se desactivaba el sistema de enfriamiento y volvía a activar los motores, además había una pantalla que daba el estado del sistema en tiempo real. Ese lo hice por gusto en primer semestre de la universidad y además lo utilicé en dos materias, así que me sirvió mucho y me gustó un buen porque apliqué todo lo que había aprendido en mucho tiempo y me salió a la primera.

- **¿Recuerdas algún proyecto en el que se te dificultara al realizar?**

Recuerdo una red de sensores inalámbricos porque nunca me había enfocado en redes e informática, tuve que investigar mucho sobre protocolos de comunicación que se involucran en una red de informática para conexión en Internet, en ese aspecto me frustró mucho porque no me quedaban detalles muy básicos, pero nunca había tenido capacitación en red, Empecé a indagar y revisar información de cómo se podía hacer pero encontrar cómo montar un microservidor en un raspberry pi me costó mucho tiempo.

Yo por lo general saco un proyecto en días, el que hice del control de temperatura me documenté una semana, compré el material en un día y armarlo y probarlo me tomó dos días, en dos semanas terminé el proyecto pero como me había costado poco trabajo pensaba que cualquiera lo podía hacer, sin embargo comentando con otros ingenieros y maestros se sorprendían y yo pensé que entrando a universidad ya iban a saber lo que yo sabía, sin embargo, no fue así, cuando me topé con el desarrollo de sensores inalámbricos y no lo podía resolver en una, dos, tres, cuatro

semanas, empecé a frustrarme porque estaba acostumbrado a terminar los proyectos muy fácilmente entonces me calmé, investigué más, hice más pruebas y todo. Finalmente lo terminé en un año.

- **¿Cómo sorteaste esas dificultades?**

Hice un análisis de qué es lo que me estaba fallando personal y tecnológicamente, llegué a la conclusión de que me estaba apresurando mucho al intentar sacar el proyecto y yo mismo me estaba bloqueando los resultados y las ideas que me estaba arrojando el proyecto y no llevaba un sistema o un proceso sistematizado para descartar errores.

Entonces creé mi propio sistema para descartar errores que tenía el proyecto, esto empezando desde el inicio, entonces sin deshacer lo que ya tenía comencé a revisar desde cero y poco a poco fui descartando errores hasta que encontré mi error y cuando lo encontré no sabía cómo resolverlo, entonces me empecé a asesorar con profesores del área, empecé a buscar investigadores que estaban en mi facultad. Cuando le preguntaba a los profesores de mi materia, siempre me decían “no, eso no se puede, o no, eso no lo debes aprender tu porque no es de tu área” eso me enojaba, yo pensaba que si ellos no me lo iban a enseñar tenía que buscar una forma más de aprender, si lo hacía por mi cuenta probablemente lo iba a lograr pero me iba a tardar mucho entonces busqué asesoramiento de alguien que ya tuviera capacitación y me ayudase a resolver el problema.

Me topé con investigadores y entre varios me ayudaron a rastrear el origen de esa falla. Varios me decían que no podían revisar mi proyecto porbqué estaban ocupados pero que me daban asesoría de acuerdo a los temas que fuera necesitando, entonces comencé a indagar en la solución del error y fui adquiriendo conocimientos de distintas áreas hasta que lo pude resolver, me tomó tiempo pero lo pude resolver, simplemente fue sistematizar el orden de las cosas.

- **He escuchado de personas que resuelven cuando tienen una dificultad con la ayuda de comunidades en línea como grupos, foros etc. ¿Alguna vez lo has usado?**

En ningún momento he utilizado la ayuda en línea en ese entonces, ahorita ya estoy utilizando la ayuda en línea, pero no hago preguntas, sino que pregunto en Google y encuentro un blog o foro donde se hizo una pregunta similar y comienzo a indagar, eso sí lo he hecho, pero yo preguntar o hacer una pregunta específica no lo

he hecho. En una ocasión lo hice pero me contestaron cosas ilógicas que no tenían nada que ver con el tema entonces mejor busqué quien más había preguntado, para estructurar ideas a partir de ello.

- **De esta red de sensores, has aplicado lo aprendido en el proyecto en otros ámbitos?**

Si, lo he aplicado en varios proyectos más. Este proyecto me dio las bases organizativas para poder aplicarlo en otros ámbitos de mi vida, en el trabajo, en mi vida diaria. Porque en la prepa me desesperaba mucho por eso opté por esa organización.

- **¿Has utilizado lo aprendido en proyectos Makers en la escuela o universidad?**

Si, casi todos mis proyectos después los utilizo para presentarlos en la escuela, en algunos casos a los profesores les interesa, en otros casos lo desprecian, quiero creer que es por envidia porque no tiene lógica.

Una vez hice una ponencia en la facultad y muchos maestros me felicitaron y me dijeron que era buen proyecto y que estaba avanzado para mi nivel, pero otros me decían que eso cualquiera lo podía hacer que ellos lo habían hecho en la prepa y así. Entonces yo pensaba “bueno, si él lo hizo me puede ayudar a trabajar con mi proyecto” pero cuando le preguntaba me decía que no tenía tiempo y se iba. Pero la mayoría de mis proyectos los he utilizado en la escuela.

- **¿Por qué decidiste estudiar ingeniería?**

Al principio yo quería estudiar medicina y especializarme en pediatría porque me gusta como tienen una mente muy sana y chocan con personas adultas pero me topé con muchos incidentes del día a día de un pediatra y no tuve la frialdad para hacerme pediatra.

Me quitó la idea de la mente y en ese tiempo nos fuimos a vivir a Oaxaca, yo antes de eso no sabía en qué trabajaba mi papá. Pero ya que estaba en Oaxaca empecé a pensar más a fondo qué quería hacer y ahí conocí lo que hacía mi papá, el reparaba máquinas grandes para uso industrial y comercial y me dio mucha curiosidad. Comencé a pasar tiempo con él y arreglábamos máquinas juntos, incluso llegó a darme responsabilidades y cada quien arreglaba una máquina para acabar el trabajo más rápido. Ahí vi que tenía habilidad en ese aspecto, me metí de lleno a la parte de la ingeniería. Nunca dejé de pensar en medicina entonces en 5to

de prepa quise mezclar las dos y ser biónico.

Hice examen para mecatrónica para encaminarme a ser biónico, entonces me dijeron que podía estudiar cualquier cosa de ingeniería para luego especializarme en biónica, entonces hice examen en la UNAM (siempre quise en la UNAM) no quería estudiar en el Poli porque no me gusta como piensas. Ya a punto de entrar a la universidad decidí cambiar a eléctrica electrónica pero me quedé a cinco aciertos de entrar, entonces decidí no arriesgarme y aplicar a otra menos demandada y apliqué a ITSE (Ingeniería en telecomunicaciones, sistemas y electrónica) me gustó el plan de estudios porque era muy completo.

- **¿Crees que el movimiento Maker influyó en tu elección de carrera?**

Yo no sabía nada del movimiento maker porque donde vivía teníamos una recesión académica muy grande y no había internet ni línea de teléfono celular, entonces tenía que ir a un internet que estaba a una hora de camino en bicicleta, eso me limitó a conocer lo que había en el mundo aunque yo quería conocerlo, entonces, la mentalidad de conocer cosas y querer saber más de lo que hay y poder ayudar con eso que uno conoce me motivo a estudiar ingeniería y ya en la universidad comencé a involucrarme en la comunidad de creadores, en ese tiempo no sabía de Makers, hasta segundo semestre encontré la revista Maker y conocí la comunidad en México. No le puse mucho atención hasta los últimos semestres de mi carrera que es cuando me involucré más en la comunidad Maker

- **Con lo que has visto de tus proyectos, ¿crees que se necesita ser ingeniero para hacer esos proyectos?**

No, de hecho estoy muy confundido en la parte de que no es necesario estudiar ingeniería para poder crear cosas lo único que se necesita es iniciativa, ganas de terminar el proyecto y empezar a encontrar personas que también les guste y estén en el área. La universidad es una herramienta que te puede brindar acceso más rápido a esa información, pero no te da la capacitación para poder crear cosas, desde mi punto de vista.

La universidad tiene un conglomerado de personas muy capacitadas pero incapaces de brindar conocimiento, no toman cursos de pedagogía para que les podamos entender, ellos explican a su nivel y si le entendiste muy bien y si no también,

entonces no transmiten el conocimiento como debe de ser, al contrario, lo hace más difícil de comprender, entonces si tienes la idea de documentarte vas a poder crear cualquier cosa y no necesariamente tienes que ir a una universidad.

- **¿Qué crees que se necesita para ser un Maker?**

Podría decir que iniciativa y con eso se obtiene lo demás. Con iniciativa vas a buscar información, financiamiento, vas a buscar todo aquello que necesitas para crear tu proyecto, siento que lo fundamental es la iniciativa.

- **¿Qué has aprendido del movimiento Maker?**

A compartir mis ideas, a hacerlas públicas porque la comunidad tiende a apoyarme, antes no compartía mis ideas porque creía que me las iban a robar, pero puedes ser dueño de la idea y sacarle provecho pero puedes conseguir una gran ayuda si la difundes, entonces al difundirla y al tener como precedente que tú fuiste el pionero e esa idea vas a obtener los créditos que te mereces pero además vas a obtener gran ayuda de la comunidad, entonces aprendía compartir mis ideas y proyectos, obvio fundamentadas y con un proceso de justificación para que se unan más colaboradores y el proyecto crezca.

- **¿Has utilizado lo que aprendes en la escuela para tus proyectos?**

Un 30% de lo que he aprendido en la escuela me ha servido en mis proyectos.

- **¿Y viceversa?**

Lo que he aprendido de forma autodidacta lo he aplicado en la escuela, casi todo lo que aprendo por mi lado lo uso en la escuela y ahí creen que fue gracias a la escuela, pero no fue así. Hablo de la escuela de mis materias, eso es mi escuela, la universidad me ha brindado ayuda, la carrera no.

- **¿Qué otros proyectos quieres hacer?**

El dron en que estamos trabajando y también quiere crear un Makerspace porque en la universidad no se ha creado un laboratorio digno para que más personas tengan acceso a esas herramientas. Como proyecto económico me gustaría crear un dron de acuerdo a mis intereses porque desde prepa quería un equipo volador, ahora con los drones es algo que se está logrando.

En pocas palabras drones, impresión 3d, biónica y mi propio makerspace. Y al combinar todos estos proyectos quiero crear un proyecto espacial como Space X de

Ellon Musk.

- **Hay algo que no te haya preguntado que creas que es importante mencionar?**

¿Cómo poder llevar el gusto por la investigación científica a las prepas? creo que es algo difícil pero un excelente tema, y mucho está en la educación que viene desde casa, si al niño no se le permite desde pequeño hacer lo que le gusta y creer en lo que le gusta, va a cambiar su forma de pensar en lo que diga la sociedad y modifica su forma de ser y se va por lo que piensa la sociedad, esto cambia sus gustos. Desde pequeño me dejaron destruir mis juguetes para que yo viera qué tenían por dentro, entonces empecé a involucrarme con la tecnología y con los seres vivos y nadie me truncó mi gusto por el espacio. Me dejaron tener mis tres gustos medicina, tecnología e investigación espacial, y eso es lo que estoy haciendo en la universidad.

Si el papá trunca esos gustos, las personas se van por la tendencia en lugar de cumplir sus sueños, esto lo veo en la prepa, los chavos no quieren luchar por sus sueños y quieren ser “cool” o populares. ¿Por qué? porque los papás son así. Yo considero que el problema no está en las prepas, está desde la educación preescolar.

Anexo 8

Entrevista a Alejandro Cortés

Egresado de ingeniería Bioquímica, egresó hace 6 meses.

- **Antes de entrar a la universidad dónde estabas:**

Hice mi preparatoria en la escuela Miguel Hidalgo en Campeche. Modalidad normal, hice área dos enfocada en químico y biología.

- **¿Qué materias de ciencias llevabas en prepa**

Biología química inorgánica, química orgánica, anatomía, física, álgebra, cálculo diferencial.

- **¿Para ti qué es el movimiento maker?**

Cuando el consumidor se le da querer algo más que un producto terminado, a la persona se le da algo más que querer el producto, se le da saber cómo se hace el producto, como se conectan, como se ensambla.

- **¿Cualquier persona que quiera saber algo es un maker?**

No, para mí un maker es alguien que de la curiosidad pasa a la acción, juntar las piezas él mismo y armarlo, se lo que sea.

- **¿Te consideras un maker?**

Un poco porque aparte de curioso he armado cosas.

- **¿Qué has armado?**

- Yo trabajo principalmente con sensores, utilizo sensores para medir datos. Por mi carrera hay que medir muchas variables y precisamente me apoyo en eso. Lo malo es que lo descubrí al final de mi carrera

- **¿Cómo empezaste a ser maker?**

Tengo amigos que son mecánicos, ellos me hablaban de las piezas y los componentes, les hacía preguntas. Con ellos fue que pensé “no se ve tan difícil, siento que podría yo también”. Ahí pedí mi primer arduino, empecé a pedir piezas, componentes, sensores; motores nunca he usado.

- **Qué tipo de sensores**

Infrarrojos, pyr, sensores de temperatura, sensores de gas, sensores de hidrógeno, he utilizado sensores ds18d20, es un sensor digital.

- **¿Qué proyectos has realizado?**

Construí una pequeña estación meteorológica, utilicé varios arduinos, arduino nano, le metí sensores distintos DHT22. De presión barométrica, sensores de elevación, sensores de grado, bueno no se si eso califica como sensor, utilizaba modos de memoria, pantalla o led y al poner todo eso en un arduino uno le daba ganas de explotar. También tengo conectada aquí atrás, es una estación meteorológica que se conecta a una red social de .estaciones meteorológicas y también se conecta a un módulo Wifi para tener conexión a internet.

- **¿Cómo se te ocurrió ese proyecto?**

Siempre me llamó la atención monitorear el clima, monitorear la temperatura, la humedad y hasta este momento se me dio la oportunidad de construir una estación meteorológica, porque una estación meteorológica es carísima. Te diré que una estación meteorológica ya con todo lo que te dije costó 700 pesos y eso es porque no sabía todo lo que ya aprendí, y una estación comercial te cuesta 3000 con esas capacidades.

- **¿Cómo surgió? ¿Cuándo decidiste armarla?**

En el momento que pude conectar mi primer sensor que fue el ml35 pensé “ahora si,

necesito más” y empecé a buscar más sensores y empecé a pedirlos en modo hormiga, dije, tengo un dinerito, poco y me pido el sensor, tardaban meses pero los iba armando, y así fui construyendo todo.

- **¿Ya sabías como se hacía o cómo lo fuiste construyendo?**

Por supuesto no, eso era lo más interesante de todo esto, te llega algo y no sabes cómo usarlo y tienes que buscar e investigar la función. Lo que tengo en mi caja de herramientas ahorita lo sé utilizar todo, pero es porque me llegaba un componente y tardaba meses para que me llegara otro. Me daba mucho tiempo de utilizarlo perfectamente y acoplarlo con otras cosas.

- **¿Esto de ser maker, empezaste en la universidad?**

Si, en los últimos semestres

- **¿En preparatoria hacías algo similar?**

No, en preparatoria para nada.

- **¿Qué habrías pensado de aprender de forma similar en preparatoria?**

Tal vez no me hubiera metido en nada de programación jamás en preparatoria, era como 2008 y 2008 y al Arduino apenas estaba comenzando. Existía el PIC pero tu entenderás que yo no sabía como controlarlo, hay gente especializada que puede manejarlo, hasta la fecha es bastante difícil, veo amigos que se matan, haciendo cosas que en arduino pones una librería, cuatro líneas de código y listo.

En esa época no había información para hacer proyectos, no había foros estaba muy limitada la información n y me hubiera sido muy difícil hacerlo., yo no llevé programación jamás, mis códigos han sido armados utilizando código que encuentro y lo utilizo y adecuo donde yo necesite, y empiezo buscándolos en un lado, pegándolos en otro.

- **¿Qué has aprendido en ese proyecto, que has aprendido haciendo esta estación meteorológica?**

Que aprendí, pues básicamente que puedo utilizar cualquier cosa que me llegue, sólo es tener tiempo y paciencia para lograr utilizarlo.

- **¿Por ejemplo, Al hacer este proyecto, hubieron cosas que se te dificultaron?**

Sí, claro que sí, y hasta la fecha.

Se me ha dificultado la alimentación, la energía. Siempre, de hecho a mí siempre me ha interesado el campo de la energía y con la estación meteorológica estaba

buscando formas de alimentarlo. La forma más común de un electrónico y es que lo conecta a la corriente y listo, ahí tiene su energía, pero yo quería una fuente portátil. Es algo que hasta este momento logré que son tener con unas baterías que recicle de laptop y van bien con cualquier proyecto.

Después de eso lo que más se me complicaba era la programación, no llevé programación jamás y básicamente mis códigos han sido armados utilizando código que encuentro y lo utilizo o adecúo lo que necesite, agarro pedazos de un código, pedazos de otro y hago que funcione, programar de cero no lo puedo hacer.

- **Ese código, ¿cómo y dónde lo encuentras?**

Esos códigos normalmente están disponibles en foros en internet, normalmente las personas escriben en blogs y publican sus trabajos, de una manera muy altruista con todos.

- **¿De las dificultades como la batería, ¿cómo lo solucionaste, cómo se te ocurrió utilizar una batería de laptop reciclada, cómo fue ese proceso de solución de las dificultades?**

Un amigo tenía un proyecto de generación de una reacción química y quería hacerlo portátil. Empezó con baterías alcalinas, de 9 voltios y le dije ¿por qué no utilizas de ion de litio? Al final terminó comprando de litio pero eran muy caras. Estamos hablando de que una batería de ion de litio que le daba 3 horas de energía para su proyecto le costó alrededor de 300 pesos y pues, un amigo me regaló una batería de laptop que es la que ensamblé y la batería según ya estaba muerta, y yo agarré, la desarmé, chequé y sólo una celda estaba muerta, todas las demás funcionaban perfectamente, las reviví y ya daban la energía completa.

Ahí dije ¿con cuánto trabaja el arduino? no sé, 5 voltios la batería genera 4 voltios, y eso fue el problema para mí, ir a 4 voltios. Decía ¿Cómo le voy a hacer para alimentar 4 voltios? Se requieren los 5.

Ahorita ya sé que hay (no se distingue la palabra en el audio) lo juntas para amplificar energía y tener un voltaje más alto y pensé “bueno, si las junto me dan 8, ahí se me ocurrió unir las, y ya, la metí al conector del arduino.

- **¿Dónde aprendiste esto? ¿Toda esta solución de problemas, como los ibas aprendiendo?**

De repente se me ocurría solamente.

- **¿De electrónica, tú ya sabías de electrónica antes de comenzar en el**

movimiento maker?

De positivo y negativo, no pasaba.

- Como fuiste aprendiendo?

Aprendí a partir de la experiencia, aprendes quemando cosas y echando a perder, igual si tenía una duda le preguntaba a mis amigos mecatrónicos y me decían. De hecho ahorita hasta la fecha he querido aprender a utilizar los amplificadores computacionales, lo he querido aprender pero ahora si no los he podido utilizar.

- ¿Cuántos arduinos has quemado hasta ahorita? ¿Has quemado alguno?

Ni uno, quemado ninguno, quebrado sí. Un arduino nano que me prestaron no lo pude despegar de la “protoboard” porque estaba bien insertado en la pb, lo quise jalar del microconector USB y lo doblé, pues es el único que he matado hasta la fecha.

- ¿Qué aprendiste de crear esta estación meteorológica?

Que un proyecto puede empezar de algo muy pequeñito, este comenzó de un arduino conectado a un sensor DHT11 y terminó en salgo que ya no es un arduino y se conecta a internet.

- ¿Qué es un dht11?

Es un sensor de presión y temperatura, es el más básico, ahora estoy utilizando el ht22 que es un poco más preciso.

- ¿Los cambios como los fuiste implementando?

Como fueron llegando los sensores, comencé con un sensor dht11, de hecho quemé uno de esos, ahorita está muy difícil quemar un arduino, ya hasta los chinos vienen protegidos. Creo que nunca en mi vida he utilizado un original, utilizo los chinos porque son muy baratos, son para lo mismo. Hasta en las comunidades de arduino lo dicen “no compren originales, es mejor comprar estos porque para lo que lo vas a usar no te hace falta.” Y como lo fui armando? iban llegando las piezas, me desesperaba poder utilizar lo que había conseguido y apenas tenía un tiempo libre y me ponía a conectarlo a ver cómo se programaba, cómo podía utilizarlo el arduino.

- De este proyecto, por ejemplo, te ha servido de algo? ¿Has aplicado lo aprendido en otras áreas?

Claro, me ha servido, la estación meteorológica la simplifiqué un poco, en el laboratorio donde estoy quieren hacer un experimento de humedad y tenían un

sensor bastante malo, y yo logré reducir suficiente que la estación meteorológica se trabajara porque la estación meteorológica, el problema que tuve con el arduino uno, porque el pobre procesador del arduino uno nada más tiene 16 megahertz y 32 kb de memoria, se moría el pobre, le disminuí la carga, sólo dejé el sensor de humedad y bluetooth y empezaba a transmitir una tablet los resultados y me lo guardaba en una tarjeta de memoria, el experimento salió muy bien.

Otra cosa ahorita me llegó ese sensor de temperatura el db1820, lo he utilizado para mediciones en el laboratorio y estoy en un proyecto de un negocio y planeo utilizar lo que se en lo que venda para intentar automatizar el proceso, por supuesto con asesoría.

- **Y tu terminas este proyecto y lo compartiste con los demás sobre cómo lo hiciste? ¿te lo quedas para ti?**

En si nunca los acabo siempre les estoy metiendo nuevas cosas y como son códigos que comparten los chavos en internet pues nunca lo comparto porque no le veo el caso si ya están ahí, si alguien los agarra y los utiliza para lo que necesita no le veo el caso si ya están ahí. En si no veo mucho sentido compartirlo porque ya está ahí.

- **¿En qué semestre entraste al movimiento maker?**

En octavo semestre.

- **¿De lo que aprendiste en tus proyectos lo aplicabas en tus materias de la escuela?**

No, ya estaba cuando aprendí lo suficiente para que fuera útil; estaba en un semestre extra y para lo que llevaba no ameritaba utilizar lo que ya había aprendido.

- **¿Has utilizado lo que estudiabas en la universidad para tus proyectos makers?**

Para nada, lo que estudié no tiene nada que ver con esto, yo estudié energía bioquímica y no tiene tanto que ver.

- **¿Planeas en algún momento aplicar lo que ha aprendido en el movimiento maker?**

Por supuesto que sí, te estoy diciendo que tengo un proyecto de fermentación y voy a sacar un producto y ahí voy a aplicar todo lo que he aprendido de sensores.

- **Viendo tu carrera universitaria y profesional, ahorita estás trabajando en un laboratorio, ¿no? Me puedes platicar sobre esto?**

Desde que estaba como en 6to semestre me metí a hacer prácticas en ese laboratorio y el servicio social, y he estado haciendo investigaciones ahí. Hice un proyecto de una aleación que tiene un recubrimiento de pintura e investigaba su resistencia y que tan buena era.

Ahora estoy en un camino similar pero ahora es una aleación metálica que es como un recubrimiento de metal para proteger otro metal. Eso es lo que se hace, probar materiales en ese laboratorio.

- **Sobre eso, me llama la atención que estés trabajando en un laboratorio desde 6 semestre, por qué un laboratorio o por qué ese?**

Empieza porque nosotros tenemos maestros que son doctores e investigadores, esos doctores siempre están en un laboratorio y tiene investigación a su cargo y dirigen proyectos de investigación.

A nosotros se nos exige que hagamos prácticas y servicio social en un laboratorio, como ya conocemos a los doctores les preguntamos si necesitan a alguien en su laboratorio o para su investigación y nos metemos a su laboratorio para trabajar con ellos y para aprender un poco más.

- **¿Quién se los dice? ¿Se lo pides tú, como alumno, o se los pide la facultad?**

No, la facultad en ningún momento nos pide que nos vayamos a un laboratorio, nosotros somos los que vamos con los doctores y les pedimos un lugar ahí.

- **¿Y muchos compañeros se van a laboratorio? ¿Es lo común?**

Sí, es lo común, es muy común.

- **¿Es lo que te gusta? ¿Hay algo que siempre habías pensado hacer? ¿o nunca te habías planteado estar en un laboratorio?**

Pues inventar cosas nuevas siempre me ha gustado.

- **¿De dónde viene ese interés?**

Desde chico he sido muy curioso, siempre he querido saber el porqué de las cosas, por qué algo es así, cómo funciona, o brilla o se arrastra o porqué es negro o blanco, siempre necesito una explicación para las cosas.

- **Esto cómo lo relacionas con ser un maker?**

Tiene mucha relación, a uno le da curiosidad muchas cosas, a uno le da curiosidad un teléfono o como funciona un mouse o un teclado y la forma más sencilla de entender cómo funciona es construir algo sencillo que haga una función similar y gracias a eso ya sé cómo funciona un teclado, son matrices, tu tecleas un botón y le manda un código a la computadora o igual un mouse es un led.

- **¿Crees que el movimiento maker ha influido en tu elección de carrera?**

No, porque no conocía esto antes de entrar a la carrera.

- **No en tu carrera universitaria, sino entendiendo esto como tu carrera profesional o tu trayectoria educativa**

Más te diría que es un hobby para mí, si lo voy a aplicar en lo que haga pero para mí es un hobby puramente.

- **¿Qué has aprendido del movimiento maker?**

que uno si se lo propone puede construir prácticamente lo que quiera, obviamente , depende del conocimiento y presupuesto que tengas en ese momento pero uno si se lo propone puede ir poco a poco construyendo lo que quiere, no hay limitante más que las ganas de hacerlo porque se puede hacer poco a poco.

- **¿Se necesita ser ingeniero o estudiante de ingeniería para ser maker?**

Por supuesto que no, te diré que ayuda mucho, pero no es necesario. Tal vez a alguien de otra carrera le va a costar más, porque si le va a costar mucho pero si en verdad tienen ganas de aprenderlo, va a leer, investigar, preguntarle a gente que sepa y así es como lo va a poder hacer.

Por ejemplo, yo estude una carrera que no tiene nada que ver con electrónica y sin embargo, he podido aprenderlo porque si llevé materias que tienen relación con la electrónica porque si llevé electroquímica, que es electrónica en una manera, y eso me ayudó.

- **Viéndolo de otro lado, ¿Que se necesita para ser un maker?**

Tener curiosidad para hacer y ganas de aprender.

- **Se necesita forzosamente trabajar con impresoras 3D?**

Por supuesto que no, no necesitas equipo complejo, puedes empezar con cosas súper sencillas, y en base a lo que vayas aprendiendo quién dice que no vas a

poder construirte tu propia impresora 3d, nadie lo dice, el límite tú te lo pones.

- **¿Qué herramientas usas tú comúnmente? ¿Cómo trabajas tú en tus proyectos?**

Trabajo en el escritorio dónde te estoy hablando, en mi casa.

Herramientas utilizo un caudín, yo no sabía soldar para nada, quise aprender a soldar, un multímetro de los básicos que mida voltaje, resistencia, no necesitas algo muy complejo, unas pinzas son muy útiles pero hasta con los dientes he cortado cable.

- **¿Cuál es tu opinión de toda esta trayectoria en el movimiento maker?**

Déjame voy por mi caja para hacer memoria

En esta he guardado todo lo que me va llegando, he regalado o me han robado algunos pero aquí lo voy guardando.

El primer arduino con el que empecé fue un Arduino UNO, con ese empecé, como me interesó fue la electrónica. A mí siempre me han gustado las computadoras, quisiera aprender cómo ensamblarlas, cómo funcionan y pues, una vez me dieron un proyecto que tenía que hacer encender un led, ahí comencé a aprender electrónica, luego vi un sensor lm35, ví que mis amigos lo usaban y si les preguntaba “como puedo usar uno de esos” ellos me explicaban. Yo le veía muy complicado, pensaba que un microcontrolador tienes que saber programación muy bien para usarlo, y pues ellos no me decían nada más, uno me explicó que agarras el LM35, le pones el multímetro y cada variación voltaje y creo que 10,000 volts de variación te da un grado centígrado y empecé a investigarlo y me di cuenta que eso hace el microcontrolador, medía la diferencia y tenía una tabla que va diciendo que tanto es tantos grados y lo iba midiendo. Ahí decidí pedir un arduino, si no lo sé utilizar pues ¿qué va a pasar? igual en una de esas sale no tan caro.

- **¿Por qué un arduino?**

Por el soporte que tiene la comunidad, la comunidad es muy fuerte. En sí arduino no

es una placa, arduino es en sí la comunidad que lo compone, arduino sin su comunidad no sería nada.

Hay otros microcontroladores, los GCA, los PIC, Bueno los “pics” si tienen comunidad. Hay muchísimos controladores, pero los PICS; los de industria, hay muchísimos. Pero arduino es famoso por la comunidad que tiene, de hecho leyendo la historia del arduino se planteaba que utilizara PIC en lugar de otro componente, si eso hubiera pasado a la historia sería una historia muy distinta. Me llegó la placa que tengo aquí y pude conectar el sensor que había comprado sin tener el microcontrolador con el cual usarlo. Luego un amigo me explicó cómo usarlo pero era con sensor de no sé qué para controlar la frecuencia y pensé que era algo complicadísimo y decidí mejor conectarlo directo, no medía muy bien empecé a buscar diferentes modos de programarlo que tenían diferente lógica detrás, ahí me di cuenta de que puedes tener muy buena programación pero si tus piezas no están conectadas adecuadamente no vas a tener una medición correcta.

Ahí dije, “un sensor analógico como este no me gusta, quiero algo más preciso y comencé a pedir más sensores, pedí un sensor barométrico, uno de gases que llegó fallado y tengo células partidas, es una célula de calor con efecto termoeléctrico, le aplicas carga y un lado se calienta y otro se enfría, mueves el calor de un lado al otro con electricidad, luego pedí más arduinos, un arduino nano, luego uno Leonardo ⁴⁰ y un “promix” que puedes utilizar varios.

- **¿Y por qué fuiste comprando varios arduinos?**

Por practicidad, a veces es mejor utilizar diferentes, tienes una “proto-board” y no quieres algo muy voluminoso, metes un nano y de hecho este es un promini y es mucho más pequeño que uno nano, no tiene convertidor es menor espacio y más comprimido.

A veces necesitas más entradas y le puedes meter más cosas, el otro tiene pocas. Hay unos enormes que no tengo, depende del proyecto que quieras hacer.

- **¿Has hecho más proyectos?**

⁴⁰Arduino Nano y Leonardo son modelos de Arduino para funciones similares pero cambia el tamaño y la capacidad de procesamiento.

Si, las baterías quiero intentar cargarlas porque me sirven tengo aquí un circuito convertidor de voltaje que me permite bajar el voltaje, le meto 12 v y lo baja a lo que quiera, no puedo subir pero puedo bajar y así cargo mis baterías.

- **¿Lo hiciste tú?**

Lo compré hecho, algo muy interesante que pasa con hacer las cosas tu mismo, con ser Maker es que muchas veces sale más barato comprar las cosas hechas que hacerlo tú mismo. Y pues igual no se soldar, hasta la fecha he soldado cosas y me salen horribles, y pues cosas así prefiero comprarlas, tal vez en el futuro si me aviento a hacer cosas locas y soldar los circuitos, me gustaría hacer una fuente regulable que regule voltaje y amperaje pero tengo que aprender a soldar bien.

- **¿Tenías alguna materia favorita en la escuela? ¿Crees que la escuela ayudó a que te convirtieras en Maker?**

No, la escuela lo único que me dio fue, la ingeniería y cualquier carrera que quieras te da las bases para aprender cosas nuevas y en ti está ampliar lo que sabes, lo único que me enseñó la escuela es reacciones químicas y que involucran electricidad, eso es lo único que me sirvió porque así electrónica o cosas para utilizar partes nuevas o sensores la escuela no me lo enseñó.

A nosotros como ingenieros químicos nos venden todo ya hecho, qué mejor que tu poder hacer tus propios sistemas. Un vendedor no te va a llevar al baile porque tu ya sabes cómo funciona.

- **¿Crees que haber sido maker en prepa habría cambiado la forma en que viviste tu carrera o la forma en que aprendías?**

Si, muchísimo, me hubiera aventado a hacer, siempre nos dejaban proyectos, y de haber sabido electrónica y robótica o sensores, me hubiese ayudado a hacer mejores proyectos, mejores proyectos, porque uno se va por lo rápido o por lo fácil. Ya teniendo componentes nada más ensamblas y me hubiera ayudado a tener mejores proyectos. De hecho hice un proyecto que era una celda de electrólisis. Con las piezas que tengo ahora pudo haber sido mucho mejor. De hecho me basé en una reacción química y yo incluso pude haberla medido.

- **Con esto en mente ¿Una persona en preparatoria podría ser capaz de hacer esto?**

Con la documentación que hay actualmente por supuesto que si podría, de hecho u amigo se fue a un congreso en Guadalajara y se encontró jóvenes de prepa que estaban utilizando arduino, una prepa técnica que les enseña electrónica le va súper bien el arduino, lo pueden utilizar sin ningún problema.

Hay mucha documentación, en el foro de facebook hablas y preguntas y alguien te responde. Hay muchísimos foros tú vas con un problema, de hecho si buscas alguien ya tuvo el mismo problema que tú y la solución está ahí de hecho a mí me ha pasado y busco y alguien más lo tuvo. Cualquier persona que tenga ganas y paciencia lo puede hacer.

A veces es molesto que preguntan cosas muy básicas, pero uno no se acuerda de cómo empezó.

- **Explorando los ideales del movimiento maker, qué opinas sobre las tecnologías “open source”?**

Sin el “open source” no se habría podido desarrollar nada del movimiento maker, todos están compartiendo en plataformas privativas como el PIC, yo creo que por eso no se desarrolló esto antes, uno como ingeniero tenía que comprar un microcontrolador carísimo y si estabas deseando aprender no ibas a pagar esa cantidad de dinero sólo por querer aprender, igual toda la programación tienes que tener conocimiento base para poder hacerlo, nadie te ayuda gratis. Llamas un asesor y t daba un curso, así se hacía esto antes, esto tenía un costo y detenía a mucha gente antes que le interesaba y quería aprenderlo, pero como era privado la gente no quería pagarlo.

Al empezar con “open source”, el precio de los componentes, cualquier ensamblador y que tuviera maquinaria podría armarlo y venderlo, eso abarató muchísimo los costos, al más personas tener acceso a estas plataformas, es desarrollo subió exponencialmente. Y hubo gente que dice cómo empezó por hobby o porque quería aprender y empezaron a abrir foros, blogs, y la gente comenzó a compartir lo que sabía, canales de Youtube existen dónde lo hace, yo busqué canales de Youtube.

Gente que actualmente le han ayudado y quiere retribuir para que más se involucren, esto no era posible antes.

- **¿Hay algo que te gustaría decir que sea importante y que yo no haya preguntado?**

El rumbo que va a tomar en unos años, actualmente se centra en unas cosas, pero un maker no anda más es electrónica, un maker puede hacer muebles, hay quien lo hace, maker es cualquiera que se anime a hacerlo por su propia cuenta y quiere aprender a hacer cosas nuevas, ya no van al súper y lo compran, quieren hacerlo ellos mismos, se documenta, se asesora para hacerlo y con las nuevas tecnologías como impresión 3d, no lleva mucho tiempo y se ha abaratado muchísimo, donde vivo no hay impresión 3d. Donde vivo nadie tiene impresoras 3d, vivo en Campeche, y estudié aquí también. Estudie en la universidad Autónoma de Campeche.

Con lo nuevo que hay van a surgir plataformas más poderosas que arduino, el arduino ya logró una comunidad, cada vez hay mejores placas y eso nos va a dejar nuevos proyectos con inteligencia artificial, vehículos autónomos, sensores, maquinaria automatizada. Se va a ampliar con nuevas tecnologías.

- **¿Qué hace falta en el movimiento maker?**

Existen programas de, uno utiliza arduino y los ingenieros te ven feo, como si estuvieras en pañales porque ellos utilizan PIC, lo que le hace falta es aceptación de la industria, con el paso del tiempo va a cambiar porque los actuales chavos van a utilizar las nuevas tecnologías y van a ocupar los puestos en la industria más adelante, falta aceptación.

- **Una vez vi un post sobre un sistema que metieron estudiantes para un satélite y habían utilizado arduino, dentro de la comunidad había quien ponía que cómo era posible que lo hicieran con arduino y otros argumentaban que, mientras se soluciones el problema, la plataforma da igual, ¿tú qué opinas?**

Es exactamente, uno como ingeniero busca solucionar un problema y si lo solucionas de la manera más simple y posible, en vez de que te cueste 200 te cuesta 100, le vas a bajar. Muchos por lucirse quieren utilizar cosas caras para que sea más bonito pero a lo mejor algo más barato y práctico hará lo mismo, lo veo con personas que no quieren utilizar microcontroladores que no sean arduino porque quieren usar algo distinto y es un dolor de cabeza, por ejemplo, para un servomotor de ciertos grados tienen que calibrar el pulso y la frecuencia del pulso que quieren mandar, es un dolor de cabeza, con arduino nada más pones una librería, pones tres comandos. O sea, te quieres matar tres días o te quieres matar una hora. Yo creo que uno, mientras más rápido solucione el problema mejor, le doy la razón a

esos chavos porque al final al cliente no le va a interesar qué utilizaste mientras hayas resuelto su problema.

- **Volviendo a que estás en una carrera en ciencias, crees que el movimiento influye en la forma que ves las ciencias, percibes la investigación científica? ¿te ha hecho que te guste más la investigación o no ha influido? ¿Cómo ves esa relación entre el movimiento maker y tu percepción de la ciencia?**

No influye en que me guste o no, pero comprendo más, por ejemplo, los equipos que utilizo y ya no veo la cajita mágica que te da resultados, ya sé que es una cosa con tal microcontrolador, tal sensor, sé que tiene ciertos circuitos y veo qué tiene.

Lo veo con mis compañeros, sólo les interesan los resultados.

- **Dirías que te gusta la ciencia**

Por supuesto.

- **¿De dónde viene este gusto?**

Desde niño, apenas tengo una vaga noción de que tiraba las grabadoras de la escalera porque no tenía herramientas para desarmarlas y quería saber porqué sonaba. Ahora ya sé porque suena pero en esa época no sabía y así rompí muchas grabadoras, tenía como 5 años.

- **¿Cómo seguiste interesado?**

Siempre tuve dudas de como funcionaban las cosas, preguntaba, mis papás no me podían explicar porque no son ingenieros, y pues siempre quería saber por qué funcionaban las cosas, porqué hay una estrella ahí, por qué un vehículo se movía, un animal hacía tal cosa, siempre tuve esa curiosidad.

- **¿Ahorita que sigue para ti? ¿Qué proyecto?**

Compré una placa nueva más poderosa, similar al Raspberry Pi y es una placa de desarrollo que ya puede correr un sistema operativo completo, no he podido hacerlo pero me gustaría implementar un servidor de voz para utilizarlo con amigos y tengo que utilizar esa placa porque tiene un costo bajo y puede correr un servidor, me gustaría montar ahí el servidor y que podamos platicar sin pagar un “hosting”. Quiero hacer muchas cosas más, todo lo que me permita el sistema linux.