

Didáctica Maker. Estrategias colaborativas de aprendizaje STEM en Diseño Industrial.

Makers Didactics. STEM Learning collaborative strategies in Industrial Design.

Sebastián Martini

Universidad Nacional del Litoral, Argentina
sebamartinidis@gmail.com

Mauro Chiarella

CONICET/Universidad Nacional del Litoral
Argentina
chiarell@fadu.unl.edu.ar

Abstract

In this presentation will be exposed a work of verification of the research carried out for the Master's degree in University Teaching about the implications of Maker Culture in the teaching-learning processes into Industrial Design. From this exploration, we are interested in proposing an exercise for the subject IMD-DI, that develop an action process where it is possible catalyze the educational advantages of Maker Culture, STEAM education and the disciplinary transversality within a strategy on problem-based learning as a way of approach and knowledge generation.

Keywords: Maker culture; Makerspace; STEM; PBL; Collaborative working

Introducción

Se acostumbra a decir que “vivimos conectados”, en referencia al tiempo que ocupamos inmersos en el mundo digital e Internet. Es indiscutible que todo hacer humano a vivenciado un cambio en sus actividades, los deportes, la manera de trasladarnos, los diferentes oficios y profesiones e inclusive el modo con el que nos comunicamos con nuestros hogares y artefactos. Y si bien hay ciudades y actividades que se encuentran con mayores crecimientos que otros, no existe práctica que no haya sido radicalmente intermediada por los medios digitales, por consiguiente la educación, entendida como actividad destinada a desarrollar la capacidad intelectual, moral y afectiva de las personas de acuerdo con la cultura y las normas de convivencia de la sociedad a la que pertenecen, no ha sido excluida de esta mediación.

Sin embargo, y a pesar de los esfuerzos por incorporar instrumentos digitales al medio educativo, la brecha tecnológica persiste. Esto afecta a los estudiantes hoy día que se enfrentan a un sistema educativo que no responde a sus necesidades ni a lo que la sociedad demanda. Las tecnologías evolucionan rápidamente y las herramientas digitales dejan de tener vigencia, por lo que el problema no debería enfocarse en recursos que se aplican en el ámbito académico, sino en cuáles son las características del entorno tecnológico y cultural que rodea al sistema educativo y la sociedad para poder desenvolverse en estas nuevas dinámicas con el conocimiento.

Dentro de esta coyuntura, los más recientes desarrollos e impulsos de democratización de la tecnología como el Movimiento Maker, la difusión a nivel popular de las herramientas de prototipado rápido, los laboratorios de fabricación digital FabLAB y el impulso de la educación STEM (Acrónimo del inglés Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), han generado un cambio de paradigma cultural, en donde los procesos de auto-aprendizaje y co-creación

constituyen un recurso muy potente para el desarrollo de una nueva dinámica de interacción con el conocimiento.

La Cultura Maker se caracteriza por ser una práctica humana que encuentra, en el crear, la motivación individual en querer desarrollar algún artefacto, entorno o sistema que sea significativo para la persona que lo hace. Fomenta una actitud positiva alrededor de la adquisición del conocimiento y el aprendizaje de las habilidades necesarias para seguir creando. El aprendiz se responsabiliza y elige su propio aprendizaje. El Making es altamente resiliente. La naturaleza de la resiliencia es eminentemente dinámica, puede variar a través del tiempo y las circunstancias, así como el auto-concepto y puede considerarse como la adaptación psicosocial positiva.

En una Educación STEM, los estudiantes aprenden a resolver problemas reales sobre los que deben tomar decisiones y reflexionar. Establecen hipótesis y proponen ideas, hacen conexiones entre los objetivos y los conceptos para hallar soluciones a los desafíos y los procesos planteados, retienen el conocimiento adquirido y desarrollan sus habilidades

La fuerte inercia con que lo digital irrumpe en el proceso de enseñanza-aprendizaje, hace necesario encontrar alternativas capaces de vincular conocimiento con nuevas estrategias de enseñanza en un proceso integral, viable y sostenible, atendiendo a posibilidades de implementación estratégica en contextos mixtos de producción de conocimiento, que poseen la particularidad de un medio social con un postergado desarrollo de los formatos educativos. El alto grado de segmentación (estratificación) en los currículos académicos que mantienen su inercia tanto por cuestiones socio-políticas como por otras vinculadas a la herencia histórica de nuestras casas de estudios y la falta de implementación de investigaciones que trabajen sobre la integración de sistemas educativos holísticos, que fomenten

el auto-aprendizaje y el empoderamiento del conocimiento, en nuestros contextos locales y regionales.

Nos preguntamos ¿Cómo se pensaría un ejercicio que pueda traducir los valores, la capacidad colaborativa, resiliencia, disciplina, respeto mutuo, auto-gestión en los modos con los que enseñamos? A partir de esta problemática nos interesa explorar una ejercitación para la materia IMD-DI, que desarrolle un proceso de acción donde sea posible catalizar la ventajas educativas de la Cultura Maker, la educación STEM y la transversalidad disciplinar dentro de una estrategia de Aprendizaje Basada en Problemas como forma de aproximación y generación de conocimiento.

Cultura Maker

En 2005, Dale Dougherty, lanza al mercado la revista "Make" con la finalidad de ofrecer un servicio a la creciente comunidad de "DYers" (personas vinculadas al DIY – Hágalo Usted Mismo) y junto a la formación de la "Maker Faire" en 2006, este grupo de personas se apropia del concepto y encuentra allí la identidad MAKER.

Nacido del "Hágalo Usted Mismo", el Movimiento Maker se caracteriza por estar basado en la tecnología y el conocimiento compartido en red, para crear y llevar adelante proyectos gracias a las herramientas de fabricación digital CNC (Control Numérico Computarizado) e instrumentos CAD (Diseño Asistido por Computadora).

Los Makers se desenvuelven en diferentes áreas disciplinares que abarcan desde las clásicas artes y oficios como la carpintería y herrería hasta el uso de microcontroladores, programación y sistemas de prototipado rápido CNC para desarrollar sus proyectos. Forman parte de una comunidad que es al mismo tiempo, física y virtual.

Los espacios físicos, denominados "Makerspace", son espacios de trabajo colaborativo en donde los Makers asisten para participar de la creación colectiva. Son lugares de encuentros con mesas de trabajo, máquinas herramientas eléctricas y equipo de fabricación digital como impresoras 3D, cortadoras laser y routers CNC. Contar con conexión a Internet es uno de los requisitos que estos espacios deben cumplir; los Makers se caracterizan por habitar, también, un espacio virtual en el cual compartir sus desarrollos para beneficio de la comunidad, como así también participar en proyectos de otros Makers. Lo que diferencia Dyers de Makers es que estos han digitalizado el DIY (Hágalo Usted Mismo) a través del uso herramientas digitales y softwares de diseño, de código y hardware abierto, para realizar modelos y prototipos mediante el uso conjunto de herramientas análogas y digitales.

Si bien el "Making" (entendido como la actividad humana de Crear) acompaña al hombre desde sus orígenes, son 3 los factores que se consideran posibilitadores del movimiento Maker. Chris Anderson (2012), resume las 3 características que son los cimientos de la Cultura Maker:

- 1- Gente que usa en casa herramientas digitales para diseñar nuevos productos y hacer de ellos prototipos («DIY digital»).
- 2- Una norma cultural para compartir esos diseños y colaborar con otros en comunidades en línea.
- 3- Utilizar estándares de diseño de archivo comunes para permitir que todo el mundo, si lo desea, pueda enviar sus diseños a servicios comerciales de fabricación para que los produzcan en el número que sea, con la misma facilidad que tienen ellos para fabricarlos en sus computadoras de escritorio. Esto acorta radicalmente el camino que va desde la idea al espíritu empresarial, igual que hizo la Web con el software, la información y los contenidos.

Mark Hatch (2014) dice: Creo que estamos en la cúspide de una tercera revolución industrial. Impulsada por el acceso a herramientas de fabricación digital económicas y fáciles de usar, incluyendo las mágicas impresoras 3D y la proliferación de espacios de trabajo colaborativo completamente equipados.

Una vez más los nuevos medio de producción están ofreciendo a las personas una nueva forma de industria artesanal digital, que es local y al mismo tiempo mundial gracias a Internet y a la estandarización productiva. El cambio se está produciendo de abajo hacia arriba, desde los individuos (aficionados, emprendedores y profesionales) que pueden crear empresas desde dormitorios, sin endeudarse con hipotecas y créditos para obtener su capital y con la posibilidad de realizar estudios de mercado sin haber fabricado siquiera una unidad. Es una nueva forma de economía productiva, estructurada como internet, ascendente, distribuida y de enfoque empresarial. Esto hace referencia a un principio fundamental del movimiento Maker: la tecnología para diseñar y producir nuevos productor está hoy al alcance de cualquier sujeto.

Lo que se observa son sujetos que producen de forma colaborativa con instrumentos modernos para llevar adelante una revolución productiva. Sucedió lo mismo cuando se democratizó Internet pero, ahora, está sucediendo en una mayor escala en el mundo físico gracias a la democratización de los medio de producción. El cambio se produce porque la industria es puesta en las manos de individuos y ya no son de dominio exclusivo de empresas, gobiernos e instituciones. Ese es el cambio de paradigma, las herramientas son puestas en manos de quienes mejor saben usarlas y es la gran recompensa Maker, la solución en contra de la producción seriada.

El Movimiento Maker y la educación

Doce años ya desde el lanzamiento de la revista Make, el Movimiento Maker no deja de perder impulso. Podemos ver una comunidad en línea que crece a ritmo constante, como así también crece la cantidad de Makerspaces y espacios de trabajo colaborativo. La construcción colectiva ha posibilitado la mejora significativa de nuevas tecnologías de prototipado y fabricación como la impresión 3D y micro-controladores de código abierto como Arduino. Las mismas posibilitan nuevos

desarrollos tecnológicos que vigorizan el espíritu Maker y desafían los límites impuestos. Esto ha posibilitado el surgimiento de comunidades de servicios que complementan la práctica Maker como son los sistemas de financiamiento masivo “Crowdfunding” o tiendas y fabricantes on-line, que sirven para posibilitar la concreción de proyecto y emprendimientos.

Sin embargo, la esencia del Movimiento Maker se encuentra en una práctica más exploratoria que la de comenzar una empresa. Dale Dougherty en su artículo “The Maker Mindset” la denomina “Experimental Play” (juego experimental) a raíz de la experiencia de observar como los Makers “jugaban” con la tecnología para aprender sobre ello. Se toma a una nueva tecnología como una invitación a jugar en el cual encontramos una satisfacción al hacerlo. Los Makers exploran, intervienen y crean junto a la tecnología, inclusive funciones y operaciones que no estaban predefinidas originalmente. Los Makers investigan y aprenden haciendo. Vygotski lo expresó en su “psicología del Juego”, el juego como instrumento y recurso socio-cultural, se consolida como un elemento promotor del desarrollo mental, facilitando el desarrollo de operaciones superiores de entendimiento y ampliando lo que denomina Zona de Desarrollo Próximo.

El Making se basa en compartir y difundir ideas. Los Makers se conectan en entornos ricos de posibilidades donde miembros nuevos y experimentados se comunican para trabajar en proyectos reales, asistidos por mentores y expertos y utilizando nuevas tecnologías y herramientas tradicionales.

Los Maker buscan oportunidades para aprender nuevos conocimientos mientras hacen con sus propias manos. Son proactivos, creativos e inclusivos en espíritu. El impulso nace desde el interés personal pero creen que a través del trabajo colaborativo y compartiendo en comunidad es cuando pueden lograr todo lo que imaginan. El hacer se constituye como elemento motivador, el sujeto elige sus propios retos y se responsabiliza de su aprendizaje para resolver nuevos problemas. El fracaso es visto como parte del proceso de aprendizaje, “failure as a means to success” y es importante que los mentores transmitan la confianza para experimentar sin el miedo a fallar, ayudando al desarrollo de los procesos creativos, la curiosidad, apertura de mente, persistencia, responsabilidad social y trabajo en equipo entre otros.

El Movimiento Maker ha atraído el interés de educadores preocupados por el desánimo de los estudiantes frente a las distintas disciplinas STEM dentro de los entornos educativos formales. Los Makers buscan contenido STEM para mejorar sus proyectos, y cruzan las disciplinas para lograr sus metas, en lugar de permanecer dentro de una especialidad. Se considera que este movimiento tiene el potencial de contribuir a un enfoque más participativo y de crear nuevos caminos hacia temas que los hagan más propios y significativos para los estudiantes.

El Movimiento Maker en educación puede ser descripto como un “Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)”, en el cual los estudiantes crean con sus propias manos. Piaget en su libro

“To understand is to invent” escribe que los educadores deben “guiar al niño a construir por si mismos las herramientas que lo transformaran internamente – ese es el asunto real y no solo un cambio superficial”, esa es la diferencia entre un sujeto que se le dice cómo hacer una tarea de uno que es auto-dirigido para averiguar qué hacer. Ese es el tipo de transformación personal y social que se trata de lograr.

“Una inspección cuidadosa de los métodos que han sido permanentemente exitosos en la educación formal revelará que su eficiencia depende del hecho que ellos vuelven a la situación que causa la reflexión fuera del colegio en la vida ordinaria. Le dan a los alumnos algo que hacer, no algo que aprender; y si el hacer es de tal naturaleza que demanda el pensar o la toma de conciencia de las conexiones; el aprendizaje es un resultado natural”. John Dewey

Educación STEM y Cultura Maker

El término STEM es el acrónimo de los términos en inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). El término fue acuñado por la National Science Foundation (NSF) en los años 90. El término STEM a secas únicamente sirve para agrupar a las 4 grandes áreas de conocimiento en las que trabajan científicos e ingenieros. El concepto “Educación STEM” (del inglés STEM Education) se ha desarrollado como una nueva manera de enseñar conjuntamente Ciencia, Matemáticas y Tecnología (en general, no solo informática) con dos características bien diferenciadoras:

- Enseñanza-aprendizaje de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas de manera integrada en lugar de como áreas de conocimiento compartimentadas. Por instrucción integrada se entiende cualquier programa en el que hay una asimilación explícita de conceptos de dos o más disciplinas.

- Con un enfoque de Ingeniería en cuanto al desarrollo de conocimientos teóricos para su posterior aplicación práctica, enfocados siempre a la resolución de problemas tecnológicos.

La esencia de la Ingeniería es el diseño y construcción de objetos y sistemas que resuelvan un problema. La evolución educativa que supone el Movimiento Maker en el siglo XXI es que junto a la Educación STEM y sus métodos se abran paso en los currículums educativos formales.

El vínculo entre las disciplinas STEM es indiscutible. Lo que se persigue es el desarrollo de actividades que generen el andamiaje de los conocimientos en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas que el sujeto debe internalizar a través de un proceso integral, viable y sostenible de resolución de problemas, del mismo modo que se realiza en la vida cotidiana.

El uso de estrategias de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y con un enfoque docente centrado en el estudiante (LCT), es decir, un profesor que establece parámetros generales, asegurándose de que los contenidos y objetivos puedan ser alcanzados por todos y ocupando el rol de mediador, cuya tarea es facilitar la adquisición por si mismos

de los conocimientos y habilidades necesarias, ha demostrado que, a través de la realización de proyectos, motiva y cautiva el interés de los estudiantes ya que se involucran en temas de su interés y se relacionan y forman equipos con pares que comparten esos intereses para construir soluciones tangibles.

Aprendizaje basado en problemas (ABP) y la Cultura Maker

El Dr. Howard Barrows, conocido como el padre del ABP, lo define como “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”.

El ABP, desde sus inicios en la Escuela de Medicina de la Universidad de McMaster (Canadá), se presentó como una propuesta educativa innovadora, que se caracteriza porque el aprendizaje está centrado en el estudiante, promoviendo que este sea significativo, además de desarrollar una serie de habilidades y competencias indispensables en el entorno profesional actual. El proceso se desarrolla en base a grupos pequeños de trabajo, que aprenden de manera colaborativa en la búsqueda de resolver un problema inicial, complejo y retador, planteado por el docente, con el objetivo de desencadenar el aprendizaje auto-dirigido de sus alumnos. El rol del profesor se convierte en el de un facilitador del aprendizaje. Aunque la propuesta educativa se originó y se adoptó primero en las escuelas de medicina de diferentes universidades de prestigio, los logros alcanzados han motivado que sea adoptada en una gran variedad de instituciones y especialidades en todo el mundo.

Entendiendo que una metodología es un conjunto de instrucciones que pretenden llegar a un fin prefijado y un método es una estrategia, podemos decir que el ABP no es una metodología sino que es un marco que permite reflexionar sobre el aprendizaje. Una estrategia que se acomoda a los estilos de enseñanza-aprendizaje de estudiantes y docentes en un método abierto y flexible. Es un marco de enseñanza-aprendizaje en el que se incorporan de forma natural el resto de recursos: Aprendizajes cooperativo, técnicas de creatividad, tecnología, problemas, inteligencias múltiples, gamificación, modelos de co-evaluación, etc.

Otra característica importante que tiene el ABP es ser lo contrario a una simulación. El ABP trabaja con la realidad, no se hacen supuestos sobre una hipotética realidad de la que suponemos un problema a resolver. El ABP trabaja directamente con una situación concreta, con cifras reales y, a ser posible, en la que habitan los alumnos.

Al igual que en la Cultura Maker, el ABP lleva al alumno a trabajar en “primera persona” los temas que necesita desarrollar, de forma tal que los mismos se conviertan en proyectos en los cuales ellos quieran involucrarse. Proyectos que suponen un esfuerzo de aprendizaje para satisfacer sus propios intereses y en el que los contenidos curriculares son los instrumentos para conseguirlo. No se busca desarrollar una actividad para transmitir un contenido, esto sería una simulación sin sentido, lo que se pretende es demostrar que

el contenido es útil para resolver un problema real, que permita responder a sus dudas y amplíe los instrumentos de análisis sobre el ejercicio a resolver.

Una Ejercitación: Dispositivos Reactivos

A modo de contrastación de uno de los interrogantes de la Tesis de Maestría en Docencia Universitaria ¿Cómo se pensaría un ejercicio que pueda traducir los valores, la capacidad colaborativa, resiliencia, disciplina, respeto mutuo, auto-gestión en los modos con los que enseñamos? Planteamos una ejercitación basándonos en los principios de la Cultura Maker y la educación STEM, utilizando una estrategia didáctica de Aprendizaje Basado en Problema, para el desarrollo de una actividad donde se buscará generar dispositivos reactivos relacionadas con el habitar humano en el marco de la cátedra de Introducción a los Medios Digitales (IMD) de la Licenciatura en Diseño Industrial (LDI) de la FADU-UNL. La misma cuenta con un promedio de 60 a 70 alumnos, los mismos poseen técnicas incipientes en software de diseño y desconocen el uso y la aplicación de microcontroladores.

Esto nos permitirá situarnos sobre escenarios de reflexión y acción, en donde apoyados en el pensamiento transdisciplinar, el diseño colaborativo y la aproximación a nuestra región y sus demandas, se impulsen contextualizaciones más ajustadas a los requerimientos actuales y futuros de la misma. El compromiso social de nuestras disciplinas y la transferencia de las investigaciones sobre desarrollos tecnológicos y digitales llevadas adelante por el equipo docente-investigador, puestos al servicio de las comunidades afectadas por entornos vulnerables o con alta condición de riesgo de nuestra de región, creemos, nos abre la posibilidad de formar Diseñadores Industriales resilientes.

Es importante aclarar, que al momento de escribir este artículo, el ejercicio se encuentra en desarrollo, previo a su implementación.

El diseño de dispositivos reactivos está vinculado a la activación de comportamientos por medio de estímulos predefinidos que serán diseñados y fabricados por los estudiantes. (Chiarella, Raffin, Lopaczek, Martini, Gongora, Bressan, 2014).

Experimental Play

El Movimiento Maker nos anima a “experimentar jugando” (Dougherty, 2013) promoviendo el uso de instrumentos de código abierto y la fabricación digital en conjunto al uso de herramientas tradicionales para desarrollar competencias avanzadas en una nueva dinámica de relación con el conocimiento, que zambulle a sus participantes en una práctica transdisciplinar y los invita a indagar para descubrir intereses sin temor al fracaso, adoptando al mismo como un medio para el éxito (Anderson, 2012). Según González Böhme y Calvo Barentin (2014) el desarrollo de competencias avanzadas en computación se ha vuelto un objetivo global en



Figura 1: Exploración lúdica colaborativa con desecho electrónico en taller

la formación de profesionales productivos y de calidad en esta nueva era. Este enfoque es consecuente a las necesidades formativas de diseñadores industriales que se ven enfrentado a cambios científicos-tecnológicos, sociales y económicos constantes. Según Josep Tresserras (2015), la transdisciplinariedad en diseño influye en la formación de diseñadores industriales, el diseño, como consecuencia de su complejidad, incorpora una alta interdisciplinariedad y una fuerte interrelación, especialmente debido a su carácter heurístico e iterativo.

La enseñanza STEM nos brinda los recursos más formales que posibilitarán la implementación de una didáctica Maker en un ejercicio dentro del ámbito de la educación formal superior. Esto se debe principalmente a la figura de las ciencias dentro de ésta dinámica. Lo destacable del enfoque STEM es que los estudiantes se sumergen en problemáticas reales, no es una simulación, y deben ser analizadas para tomar decisiones y actuar en consecuencia. Investigan, plantean hipótesis y posibles soluciones, deben conectar nuevos conocimientos con un método que les permita resolver la problemática y de esta manera poder interiorizar los mismos, desarrollando nuevas habilidades mentales (Felder & Brent, 2016).

Metodología. Técnica del Rompecabezas

El ABP nos brinda el enfoque de enseñanza centrado en el estudiante (LCT), donde el docente hace de mediador entre conocimientos adquiridos y nuevos. Es el estudiante el que debe intervenir en la adquisición de nuevas competencias en una dinámica de trabajo colaborativo frente a una problemática presentada (Gutiérrez Navarrete, 2014). Pero es la técnica del Jigsaw (rompecabezas) ideado por el profesor Elliot Aronson a principios de los '70 el que nos brinda la secuencia de pasos metodológicos para diseñar nuestro ejercicio. El Rompecabezas es una técnica de aprendizaje cooperativo basada en la investigación. La secuencia de pasos da estructura a la actividad y genera una interdependencia entre los estudiantes. Es esta

interdependencia "requerida" entre los estudiantes lo que hace a este método de aprendizaje único. Es la interdependencia la que anima a los estudiantes a tomar parte activa de su aprendizaje al convertirse a ellos mismos en expertos, convirtiéndose en activos valiosos para el resto del grupo. Este ejercicio pensado para estudiantes de la Licenciatura en Diseño Industrial se apoyará en estas metodologías didácticas articulándolas a la enseñanza STEM y la potencialidad de la Cultura Maker para materializar prototipos de los proyectos de cada grupo de alumnos y desarrollar así un pensamiento emprendedor en ellos.

Se desplegarán los siguientes pasos modalizando la técnica del Rompecabezas en el desarrollo de la ejercitación para la construcción de prototipos de dispositivos reactivos accionados por el uso de microcontroladores, vinculado a dar respuesta a problemáticas detectadas en nuestra región:

- 1- El curso se dividirá en grupos de 5 a 6 estudiantes.
- 2- Cada grupo propondrá un líder que surgirá de su dinámica.
- 3- Los contenidos del eje tecnológico pertinente a la asignatura IMD de la LDI se dividirá en los 3 sistemas a desarrollar: Arduino, sistemas CAD y CAM.
- 4- Cada grupo dividirá sus integrantes según los 3 sistemas que deberán aprender.
- 5- Se configurarán los grupos de expertos que discutirán y ensayarán las exposiciones que posteriormente harán en sus grupos.
- 6- Los integrantes de los grupos de expertos en cada uno de los 3 sistemas volverán a sus grupos originales y expondrán los conocimientos aprendidos. Al finalizar se propondrá un debate para que todos puedan participar reflexivamente con sus interrogantes. De éste debate deberá surgir la temática de diseño a abordar en cada grupo considerando problemáticas sociales y comenzará el proceso de diseño, articulando los ejes tecnológicos, morfológicos y funcionales, para la construcción de



Figura 2: Clase junto a los grupos de expertos en los 3 sistemas utilizando 3 cañones de proyección

prototipos de dispositivos reactivos accionados por el uso de microcontroladores.

- 7- Los docentes tendrán la tarea de moderar los pasos para así poder lograr ésta dinámica de trabajo. Se observará en el proceso de cada grupo que el líder designado cumpla una función organizativa, que los grupos de expertos puedan transmitir sus conocimientos al resto de los integrantes y el desarrollo del proceso de diseño.
- 8- Evaluación. Cuando finalice el trabajo cada grupo deberá exponer sus desarrollos al resto. Se definirá un tiempo que incluirá un espacio de pregunta donde se verificará que se hayan cumplido los objetivos de la ejercitación:
 - DOMINAR y aplicar conocimientos científico-tecnológicos avanzados para el diseño, evaluación y desarrollo de un prototipo de dispositivo reactivo accionado por el uso de microcontroladores en la Licenciatura en Diseño Industrial.
 - CONSTRUIR un diálogo transdisciplinario con las áreas del conocimiento intervinientes.
 - DESARROLLAR competencias transversales tales como: Pensamiento computacional, Creatividad orientada a la resolución de problemas, Visión tecnológica de la disciplina y Manejo de problemas no estructurados

El éxito de cada paso dependerá del involucramiento de los integrantes de cada grupo para vincularse entre sí, ayudándose y compartiendo conocimientos o formas de aprender.

Objetivos

Los objetivos que se pretenden alcanzar con la implementación de este ejercicio para la Tesis de Maestría son los siguientes:

- REFLEXIONAR sobre las implicaciones conceptuales de la Cultura Maker, educación STEM y la aplicación de estrategias de ABP en la formación de Diseñadores Industriales, a través de un ejercicio práctico de desarrollo de prototipos de dispositivos reactivos accionados por el uso de microcontroladores.
- EXPLORAR las posibilidades generativas a través del uso de diferentes herramientas de fabricación digital (Dobladora de alambre 3D, cortadora laser e impresión 3D), para lograr competencias en un pensamiento como emprendedores.
- INDAGAR aproximaciones proyectuales a través de estrategias de ideación simples para la generación, control y construcción geométrica de productos reactivos.

Conclusiones

Nuestra cultura es más rica que nunca en información y oportunidades. Sin embargo, no hemos superado el modo de enseñanza centralizado en contenidos y no en las expectativas de los estudiantes. La normativa educativa refleja la universalización de la enseñanza que tienen los organismos gubernamentales. Los maestros están preparando sujetos para un mundo que ha cambiado y que lo seguirá haciendo. Sabemos que todos los sujetos son diferentes, sin embargo

en las instituciones educativas se espera que todos sean iguales.

Imaginemos centros educativos donde los sujetos puedan identificar sus propios desafíos, resolver nuevos problemas, motivarse para completar un proyecto, realizar tareas complejas, trabajar en equipos interdisciplinarios y poder también inspirar y asesorar a sus compañeros. Todo esto lo vemos reflejado ya en la Cultura Maker y el crecimiento constante de la comunidad nos permite dilucidar la necesidad que los sujetos tienen por aprender y crear todo aquello que su curiosidad despierta. Debemos intentar llevar de nuevo el juego a las instituciones, por más difícil que sea. La educación formal se ha convertido en una práctica seria, definiendo el éxito con el pensamiento abstracto y evaluaciones complejas que "acrediten" conocimientos, no hay espacio para explorar y reflexionar. Si "jugar" es lo que se realiza fuera de la escuela, entonces ahí es donde el aprendizaje real tendrá lugar y ahí es donde se encontrará innovación y creatividad.

Los conceptos de educación STEM y ABP evidencian que los sistemas educativos están adoptando paulatinamente un modo de abordar los procesos de enseñanza-aprendizaje del mismo modo que en la Cultura Maker; brindándoles a los estudiantes herramientas e instrumentos que posibiliten la participación y el empoderamiento de los conocimientos dentro y fuera del ámbito académico. El modelo Maker nos invita a enfocarnos en qué y cómo enseñamos para que coincida con los anhelos que los sujetos y sociedades poseen en torno al aprendizaje. La resiliencia es inherente a la Cultura Maker y se integra en todos los procesos que participan del *Making*, dando una visión positiva sobre los seres humanos y la adquisición del conocimiento. Los Maker se sirven de los avances tecnológicos para aprender, hallando en la misma la motivación e inspiración para responsabilizarse sobre su propio aprendizaje y aprovechan el poder de la tecnología para que éste sea personalizado dentro de las aulas.

Nuestro desafío para la materia de IMD en la Licenciatura en Diseño Industrial de la UNL, es lograr experiencias de aprendizaje que sean significativas, que posibiliten sujetos resilientes, con capacidad de asumir riesgos y adaptarse a nuevos y cambiantes escenarios y no solo ocuparnos de volcar contenidos estipulados en los programas académicos.

Los sujetos y las sociedades requieren capacidades, habilidades y sobre todo competencias para resolver problemas, asumir riesgos y ser creativos para seguir adelante, posibilitando así el proceso de adaptación resiliente. Cuando los docentes ofrecen oportunidades para este tipo de aprendizaje, logran sujetos mejor preparados para los desafíos a los que la vida los va a enfrentar, no se quedan solo con contenidos memorísticos y compartimentados, sino que desarrollan procesos psicológicos superiores que pueden ser luego recuperados frente a nuevos desafíos.

La Cultura Maker brinda experiencias, un Mindset y una comunidad que sirve de guía para la construcción de currículums académicos integrales, flexibles y sustentables. No es necesario partir de cero y no es necesario adoptar una actitud pasiva al respecto, el cambio comienza desde el

espacio de aprendizaje a cargo, desde el docente que desdibuja los límites de su disciplina en busca de experiencias didácticas verdaderamente significativas. Se trata de formar estudiantes que sean capaces de pensar desde distintas disciplinas para resolver los problemas a enfrentar.

Nuestro anhelo es que los agentes del cambio sean los propios estudiantes. Cada vez más, la tecnología les ha dado más control sobre sus vidas, e incluso el teléfono celular más simple puede cambiar la relación de una persona respecto a los modos con los que adquiere conocimientos.

Referencias.

- Anderson, C. (2015) Makers. La Nueva Revolución Industrial (nuevos paradigmas). Barcelona: ed. Empresa Activa.
- Chiarella, M; Martini, S; Giraldo, S; Góngora, N; Picco, C (2016); Cultura Maker. Dispositivos, prótesis robóticas y programación visual en arquitectura y diseño para eficiencia energética; p. 961-968. in: xx Congreso de la sociedad iberoamericana de gráfica digital [=blucher design proceedings, v.3 n.1]. são paulo: blucher, 2016. issn 2318-6968, doi 10.5151/despro-sigradi2016- 583.
- Dougherty, D, (2013). The maker mindset. Design, make, play: growing the next generation of stem innovators, 7-11.
- Felder, R, & Brent, R. (2016) Teaching and Learning STEM: a practical guide, Jossey-Bass.
- González, L. F; Calvo, C. (2014) Desarrollo de competencias avanzadas en computación en la formación de los arquitectos latinoamericanos del siglo XXI In: GARCÍA AMEN, F., ed. Proceedings of the 18th SIGraDi Conference, 12-14 November, Montevideo, Uruguay. Facultad de Arquitectura, Universidad de la República, pp. 217-221.
- Gutiérrez, C (2014) Análisis comparativo de metodologías de aprendizaje colaborativo, jigsaw y aprendizaje basado en problemas, haciendo uso de objetos de aprendizaje reutilizables, para el aprendizaje de la geometría, en alumnos de primero medio. Tesis para optar al grado de Magister en Educación. Facultad de Ciencias Sociales Universidad de Chile.
- Hatch, M (2014). The Maker Movement Manifiesto. McGraw-Hill Education. ISBN: 978-0-07-182113-1
- Makerspace team (2013) Makerspace Playbook. Maker media. Under an attribution-non-commercial-sharealike creative commons license (cc by-nc-sa.)
- Tresserras, J (2015) Diseño e interdisciplinariedad. Una vision. Universitat de Girona. ISBN: 1139-7365
- Aronson, E. Técnica de Rompecabezas. Recuperado en 2017 de <https://www.jigsaw.org/>