

# Interacción Humano-Computadora como Puente entre la Educación Tradicional en Pregrado y el Enfoque Maker

**Ricardo Mendoza-González**

Tecnológico Nacional de México/IT Aguascalientes  
P.O. Box 20257, Mexico  
mendozagric@mail.ita.mx

**Huizilopoztli Luna-García**

Universidad Autónoma de Zacatecas  
P.O. Box 98000, Mexico  
hlugar@uaz.edu.mx

**Alfredo Mendoza-González**

Instituto de Investigación Desarrollo e Innovación en Tecnologías Interactivas AC  
P.O. Box 20130, Mexico  
mendoza.uaa@gmail.com

**Mario A. Rodríguez-Díaz**

Tecnológico Nacional de México/IT Aguascalientes  
P.O. Box 20257, Mexico  
mard812@hotmail.com

**Laura Rodríguez-Martínez**

Tecnológico Nacional de México/IT Aguascalientes  
P.O. Box 20257, Mexico  
lcrodriguez2001@yahoo.com.mx

**Héctor Macías-Figueroa**

Tecnológico Nacional de México/IT Aguascalientes  
P.O. Box 20257, Mexico  
banquero@hotmail.com

**Marco Hernández-Vargas**

Tecnológico Nacional de México/IT Aguascalientes  
P.O. Box 20257, Mexico  
mahernan2001@yahoo.com.mx

**José Arceo-Olague**

Universidad Autónoma de Zacatecas  
P.O. Box 98000, Mexico  
arceojg@uaz.edu.mx

**Roberto Solís-Robles**

Universidad Autónoma de Zacatecas  
P.O. Box 98000, Mexico  
rsolis@uaz.edu.mx

## ABSTRACT

El objetivo de este artículo fue describir una iniciativa orientada a fomentar en estudiantes de pregrado el desarrollo de la filosofía STEM/Maker mediante la asignatura Interacción Humano-Computadora. La propuesta se ha venido ajustando a lo largo de seis años para fomentar la identificación e implementación del pensamiento crítico; innovación; y creatividad; en la solución de problemas reales (componentes fundamentales de la filosofía STEM/Maker y requerimientos de múltiples empleadores en la actualidad). La propuesta se concentra en aprovechar las virtudes del enfoque de Diseño Centrado en el Usuario, y las técnicas de Interacción Humano-Computadora para entrelazarlas de manera natural con ejemplos de aplicación y estrategias para el análisis y generación de ideas que permiten la apropiación de los componentes fundamentales de la filosofía STEM/Maker. Se han identificado varios casos de éxito donde exalumnos aplican el enfoque del curso; siendo el más significativo la obtención del Premio Estatal a la Juventud.

## CCS CONCEPTS

Human-centered computing → HCI theory; concepts and models

## KEYWORDS

Interacción Humano-Computadora; Diseño Centrado en el Usuario; Pensamiento Crítico; Creatividad; Innovación

## INTRODUCCIÓN

Durante su discurso “Anouncement of the “*Change the Equation*” Initiative” en septiembre de 2010, el entonces Presidente de los Estados Unidos Barack Obama, enfatizaba que el futuro de las compañías de ese país dependía del aseguramiento de ideas de dinamismo, innovación, y

creatividad en sus futuros líderes; y que, a su vez, el liderazgo del mañana dependería de cómo se integran dichas ideas en la educación/capacitación de los estudiantes de hoy, particularmente en ciencias, tecnología, ingeniería, y matemáticas [1].

Relacionado con lo anterior, un estudio del Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) [2], visualizó que para el año 2020, en promedio, más de un tercio de los conjuntos de habilidades básicas de la mayoría de las ocupaciones serán compuestos por competencias que actualmente no se consideran como cruciales en muchos lugares (sobre todo en países en desarrollo). Algunas de estas habilidades involucran la solución de problemas mediante la aplicación y uso del pensamiento crítico, la creatividad, y la innovación.

En este sentido, han surgido varias propuestas de modelos y paradigmas educativos orientados a fomentar las competencias mencionadas en estudiantes que se encuentran cursando la secundaria o preparatoria (rango de edades entre los 12 y los 17 años), tales como STEM Education; y Maker Education.

A grandes rasgos, STEM Education, es una iniciativa que en 2006 fue puesta en marcha por la administración Obama en Estados Unidos; y se caracteriza por transmitir la importancia de entender que el éxito no radica en saber, sino en lo que se puede hacer con lo que se sabe; este enfoque se aplica directamente en la solución de problemas complejos del mundo real mediante la enseñanza integrada de las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería, y las Matemáticas [3]. El enfoque Maker Education está fuertemente asociado a

STEM; fomenta en los estudiantes (makers) la capacidad para solucionar problemas reales con ideas y proyectos sustentados por la creatividad y la innovación interpolando conocimientos de diferentes áreas usando la observación, la experiencia vivencial, y el diseño como herramientas de aprendizaje enfatizando la búsqueda de conocimiento colectivo para usarlo colaborativamente en la construcción (making) de soluciones [4, 5, 6].

Iniciativas de educación como STEM y Maker Education son necesarias para enfrentar los retos tecnológicos y sociales de la actualidad y, sobre todo, futuros. Sin embargo; no todos tendrán acceso inmediato a dichos enfoques educativos debido a distintos factores asociados al rezago económico, tecnológico, y social, aunado a la resistencia al cambio en los sistemas educativos de muchos países. Por otro lado (aun cuando en varias instituciones de educación superior privadas de países como México se han implementado estrategias para desarrollar dichas iniciativas), muchos estudiantes de pregrado próximos a egresar no han recibido algún tipo de capacitación específicamente orientada a resolver problemas reales en sus diferentes áreas de conocimiento aplicando creatividad, innovación, colaboración, y pensamiento crítico de manera sistemática, ordenada, y justificada.

Si bien el panorama luce complicado, es posible establecer estrategias de implementación inmediata que ayudarían a reforzar la capacitación de los estudiantes de pregrado en este escenario. Varias materias o cursos de los programas de pregrado (sobre todo aquellos relacionados con la tecnología) en instituciones públicas se pueden orientar de manera natural al enfoque STEM/Maker, uno de estos cursos es Interacción Humano-Computadora.

A lo largo del artículo se presenta de manera general una propuesta que se ha venido estructurando y ajustando para dicho fin desde 2012. En las siguientes secciones se describen los componentes básicos del curso y su relación con los conceptos pensamiento crítico, creatividad, e innovación; enfatizando las estrategias para su aplicación en la solución de problemas reales. Se presenta un caso de aplicación del enfoque por estudiantes, quienes por iniciativa propia lo siguieron para solventar un proyecto integral de dos asignaturas posteriores al curso de HCI. Finalmente, se presenta una serie de aspectos concluyentes y de posibles rutas a explorar en el futuro.

## LOS ELEMENTOS GENERALES DEL CURSO

### Estructura y Operación General del Curso

El curso consta de cuatro unidades tres de las cuales establecen per se, las etapas de un proceso básico de diseño centrado en el usuario; que, a su vez, engloba la definición de Interacción Humano Computadora: *“Es el diseño, implementación, y evaluación de interfaces de usuario (Traducido del inglés al español)”* [7].

### Unidad 1: Introducción.

En esta unidad se presentan los acontecimientos más relevantes que dieron origen a la Interacción Humano-Computadora. Asimismo, se explican a detalle las premisas del Diseño Centrado en el Usuario y se analizan sus implicaciones en la generación de tecnología, así como las consecuencias de omitirlas, enfatizando aspectos como: Las características de los buenos diseños; La importancia de establecer procesos adecuados para lograr buenos diseños tecnológicos; y La asociación del enfoque de Diseño Centrado en el Usuario al término Interacción Humano-Tecnología.

### Unidad 2: Conceptualización del Diseño.

Bajo el contexto establecido en la Unidad 1, en la segunda unidad se inicia la preparación y desarrollo de un proyecto de diseño tecnológico que, bajo un enfoque holístico, integra los conocimientos de las unidades restantes del curso; y que permite interpolar conocimientos de distintas materias como: Administración de Proyectos; Fundamentos de Investigación; Desarrollo de Emprendedores; e Ingeniería de Software, para conformar una solución interdisciplinaria y colaborativa.

El proyecto de diseño es propuesto a partir del análisis (por equipos) de situaciones cotidianas que los mismos integrantes han enfrentado al interactuar con tecnología, o bien que han observado en otras personas.

En esta etapa, se solicita a los estudiantes que visualicen y estructuren un proceso para identificar el problema de diseño que daría vida al proyecto. Los procesos resultantes deben explicarse y justificarse mediante una presentación por equipo en la que todos los estudiantes, en conjunto con el profesor, pueden aportar ideas de mejora.

Posteriormente, se establecen explicaciones sobre como métodos y técnicas actualmente usadas en la industria se pueden implementar dentro del proceso de Diseño Centrado en el Usuario para: Definir a la audiencia objetivo; Seleccionar y reclutar participantes; Identificar las actividades de la audiencia objetivo; Entender las necesidades asociadas a las actividades de la audiencia objetivo; Analizar los workflows de las actividades identificadas; y Asociar las metas de la audiencia objetivo con las metas de la tecnología que se está diseñando.

Tras la explicación de cada aspecto se proponen mesas de discusión por equipo con el fin de reforzar la apropiación del conocimiento y de definir estrategias de selección y reclutamiento de participantes en el contexto definido por la audiencia objetivo y el problema de diseño identificado. Los estudiantes deben implementar las estrategias generadas para planificar y realizar observaciones y entrevistas con el fin de obtener información contextual (Necesidades; metas; valores; objetivos; intenciones; comportamientos; background; etc.) sobre la audiencia objetivo con relación a la actividad bajo análisis. A partir de un “Trial Run” los estudiantes analizarán la información recabada y determinarán si se requieren cambios en las estrategias y

herramientas utilizadas para la observación y entrevista, o bien corroborarán la efectividad de las mismas para justificar claramente su implementación en la solución del problema de diseño identificado.

Los estudiantes utilizan esta información para establecer la conceptualización de las metas del diseño que servirá como puente entre el contexto de las personas y sus actividades, y el diseño como tal. Finalmente, los estudiantes contrarrestan su modelo conceptual con la percepción de los participantes, y analizan el feedback obtenido para ajustar el modelo e identificar las características críticas del mismo, aquellas que conducirán a la generación de un diseño que se integre de manera natural al ambiente de trabajo de los usuarios objetivo al reflejar las actividades que los usuarios ya realizan, pero con mejores workflows (más rápidos, más fáciles, menor carga cognitiva).

#### *Unidad 3: Construcción del Diseño.*

Aquí, se explica a los estudiantes como utilizar el modelo conceptual (generado en la unidad 2) para definir las fronteras dentro de las cuales se propondrán ideas de diseño. Se discute la importancia y potencial del prototipado como estrategia para lograr buenos diseños mediante una evolución controlada y consistente de las ideas de diseño en función de las metas persona-actividad-diseño, a través de técnicas para: Definir escenarios; Construir maquetas de baja fidelidad; y Construir maquetas de alta fidelidad.

La explicación de esta evolución se complementa con múltiples ejemplos en los que se refleja la implementación de este enfoque para conducir el diseño y obtener feedback específico con cada técnica.

Posteriormente, se realizan mesas redondas para discutir y reflexionar sobre diferentes aspectos, tales como: ¿Qué es, y qué no (necesariamente) es un prototipo? ¿Cuál es la finalidad general de un prototipo? ¿Qué se puede prototipar?

Cada equipo de estudiantes selecciona (con la asesoría del profesor) las técnicas de prototipado más apropiadas para el problema de diseño que identificaron. Al final las técnicas seleccionadas se implementan para la materialización de la idea de diseño; la cual ira tomando forma en un proceso pensar-construir-obtener feedback, promoviendo una evolución controlada y consistente hacia la solución completa de diseño.

#### *Unidad 4: Evaluación del Diseño.*

Esta unidad permite que los estudiantes experimenten una iteración completa del proceso de Diseño Centrado en el Usuario y visualicen las entradas para la siguiente iteración a partir del feedback obtenido tras la evaluación.

Como parte esencial, se analiza el concepto de usabilidad [8] y se reflexiona sobre la importancia de determinar su cumplimiento en el prototipo final generado en la unidad 3. Se explica a los estudiantes como se puede obtener y utilizar la percepción de las personas para justificar dicho fin desde dos perspectivas: Audiencia objetivo, y Expertos técnicos.

Dichas explicaciones se complementan con ejemplos de la industria (e.g. Apple, Google, IBM, Microsoft) donde se realizan el mismo tipo de evaluaciones y los mismos procesos para el diseño y desarrollo de tecnología.

Posteriormente, los estudiantes analizan, estructuran, planifican, e implementan una estrategia para evaluar la usabilidad de su propuesta de diseño. Cabe mencionar que la obtención de feedback desde la perspectiva de Expertos Técnicos se realiza mediante la participación de estudiantes de otros grupos (generalmente la materia se imparte a 2 o 3 grupos diferentes cada semestre).

Al final, se realiza un coloquio en donde los estudiantes de los diferentes grupos presentan un resumen de su problema de diseño; la idea de diseño para mitigarlo; el proceso para obtenerla; los resultados logrados; y sus experiencias como diseñadores de tecnología.

### **El Curso y su relación con: El Pensamiento Crítico; la Creatividad; y la Innovación**

#### *Pensamiento Crítico.*

A través del pensamiento crítico las personas mejoran la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes del acto de pensar y al someterlas a estándares intelectuales (Claridad; exactitud; precisión; relevancia; profundidad; imparcialidad, lógica, e importancia) [9]. El pensamiento crítico propicia la formulación de problemas; la recopilación de información relevante analizándola considerando el problema identificado; la generación de conclusiones que se pueden probar mediante criterios relevantes [10]. Uno de los aspectos más importantes del pensamiento crítico es que implica una comunicación efectiva para la solución de problemas y la consideración de aspectos contextuales (por encima del egocentrismo y socio-centrismo natural del ser humano) para plantear soluciones [9, 10].

En este sentido, el uso del Pensamiento Crítico se fomenta desde la Unidad 1 del curso, al solicitar a los estudiantes el análisis reflexivo de los conceptos e importancia de la Interacción Humano-Computadora y sus implicaciones en la búsqueda de los buenos diseños; sin embargo, se propicia su implementación a partir de la Unidad 2 donde los estudiantes identifican un problema de diseño real al analizar de manera individual situaciones cotidianas que posteriormente se argumentan en equipo hasta lograr la idea definitiva tomando en cuenta puntos de vista, propósitos, y relevancia. Como se menciona al inicio de esta sección, el curso se representa las etapas de un proceso de Diseño Centrado en el Usuario, lo cual propicia que los estudiantes generen ideas de una manera estructurada permitiéndoles una mejor toma de decisiones compatibles con los estándares intelectuales y sustentadas por el entendimiento de las actividades y necesidades de los usuarios objetivo. Asimismo, las técnicas de Interacción Humano-Computadora y de Diseño Centrado en el Usuario abordadas en el curso facilitan la obtención de información relevante y propician una comunicación

efectiva al establecer una ruta clara, ordenada, y consistente, hacia la solución del problema de diseño.

*Creatividad.*

Paul Rand, uno de los más importantes Diseñadores Gráficos de la historia, en su famosa charla en el Media Lab del MIT en 1996, puntualizó que “La habilidad fundamental de un diseñador es el talento. El talento es una ventaja poco común, es todo intuición. Y, no se puede enseñar la intuición (Traducido del inglés al español)” [11]. Ante esta verdad, el diseñador David Sherwin hace una sugerencia interesante en [12]; Él indica que es posible ejercitar la intuición de los estudiantes mediante la solución de problemas divergentes siguiendo procesos bien definidos. El pensamiento divergente se relaciona estrechamente con la creatividad; puede entenderse como un proceso que promueve la visualización y análisis de varias ideas alternativas para la solución de un mismo problema [13]. En este sentido, conforme los estudiantes aprenden a acceder a su intuición a través del pensamiento divergente, se vuelven más creativos progresivamente [12].

Con esta filosofía, en la unidad 3 los estudiantes aplican los conocimientos presentados por el profesor para construir prototipos mediante técnicas de prototipado rápido siguiendo un proceso basado en el enfoque de “Prototipado Paralelo” [14] el cual, básicamente, propicia la generación de múltiples versiones de un mismo prototipo en paralelo. Las diferentes configuraciones del prototipo se van descartando y mejorando con respecto al feedback obtenido, realizándose varias iteraciones hasta identificar la versión más adecuada. Cada iteración representa una oportunidad para generar ideas creativas que abarcan desde la selección de los materiales para la construcción del prototipo (generalmente se inicia con prototipos de papel), hasta la integración de elementos que ayuden a ejemplificar o simular funcionalidades.

*Innovación.*

La innovación puede entenderse como “El proceso de implementar nuevas ideas que generen valor para una organización (Traducido del inglés al español)” [15]. Considerando esta definición y algunas otras relacionadas; se hace énfasis desde el inicio del curso en el hecho de que innovar no necesariamente se trata de generar algo que nunca se haya visto, sino más bien de identificar y justificar aquellas características de un artefacto que lo hagan valioso para una persona, grupo de personas, organización, o institución.

Desde la primera unidad se reflexiona sobre este enfoque analizando puntos de vista de expertos, lo cual contribuye a que los estudiantes entiendan que las ideas para un nuevo diseño están ya presentes en artefactos o ambientes que los usuarios ya utilizan, o bien reflejadas en actividades que realizan; e incluso en la naturaleza. Lo cual coincide a su vez con la visión de Bill Buxton de que las compañías deben enfocarse en refinar tecnologías existentes cuando están en busca de innovaciones [16]. El entender de esta manera a la innovación ayuda a que los estudiantes perciban a las

necesidades de los usuarios como fuente importante de inspiraciones para el diseño.

En la unidad 2 se concientiza a los estudiantes sobre el papel crucial que tienen los usuarios en el Diseño Centrado en el Usuario, y se les proporcionan herramientas que les facilitan empatizarse con los usuarios objetivo y definir el contexto del diseño mediante el involucramiento de las personas para la comprensión de las necesidades asociadas a las tareas que componen las actividades que realizan. Se hace énfasis en que el diseño debe ser inspirado por la solución de problemas, los cuales deben ser analizados en conjunto con las personas que enfrentan dichos problemas. Los estudiantes aprenden a usar herramientas, estrategias y enfoques para establecer una innovación estructurada; la colaboración; y la creatividad.

Los estudiantes aprenden a integrar estos elementos para otorgar valor a sus ideas de diseño, pudiendo justificar que el uso del diseño final ayudará a satisfacer una necesidad real de los usuarios objetivo al completar de mejor manera una actividad específica promoviendo con ello mejores experiencias de uso. La unidad 4 provee a los estudiantes de una estrategia útil para identificar problemas de usabilidad y resumir las percepciones de satisfacción que usuarios y expertos técnicos pudieran tener sobre el nuevo diseño lo cual contribuye a justificar de mejor manera el valor del nuevo diseño.

**UN CASO DE APLICACIÓN DEL ENFOQUE POR ESTUDIANTES**

Sin duda, uno de los casos más destacados es el de la realización del proyecto GAMATA.

El proyecto GAMATA se realizó a mediados de 2017 por parte de un equipo integrado por seis estudiantes; todos ellos con el curso de Interacción Humano-Computadora acreditado. A grandes rasgos, el proyecto consistió en la construcción de una solución tecnológica que coadyudara al proceso de germinación y trasplante de un cultivo mediante el monitoreo del estado de las plántulas a través de diferentes sensores de temperatura; humedad; y movimiento.

Por propia iniciativa, los estudiantes analizaron la problemática desde el enfoque propuesto en el curso de Interacción Humano-Computadora. Durante una charla informal los estudiantes comentaron sus experiencias enfatizando que gracias al enfoque de la asignatura, pudieron visualizar oportunidades de aplicación de conocimiento de varias materias previas incluyendo: permitiéndoles contextualizar el problema mediante la recopilación de información y la identificación de necesidades asociadas a una serie de tareas que componían una actividad general. Los estudiantes comentaron también que aplicaron las estrategias para la generación de ideas creativas de la materia de Interacción Humano Computadora; lo cual les facilitó la visualización de alternativas de solución, y la toma de decisiones del proyecto pudiendo administrar mejor los recursos disponibles y establecer una planificación confiable para el desarrollo estructurado y organizado del proyecto. A

su vez, explicaron que el enfoque de Parallel Prototyping (Prototipado en Paralelo) y las técnicas de Prototipado Rápido aprendidas en Interacción Humano-Computadora fueron clave para establecer la solución tecnológica al problema planteado. Esto les permitió materializar las ideas del equipo, y presentarlas claramente a los posibles usuarios y obtener feedback de utilidad para mejorar el diseño; así como resaltar detalles específicos durante la exposición de avances a los profesores correspondientes.

El proyecto GAMATA fue conducido por los profesores de las materias de redes, e Internet de las Cosas sin la participación del profesor de Interacción Humano-Computadora por lo que no hubo ningún tipo de influencia en la aplicación del enfoque para enfrentar la problemática.

Este proyecto fue también sometido a revisión en la convocatoria del Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica 2017 el cual tiene como objetivo desarrollar proyectos disruptivos o incrementales orientados a fortalecer las competencias creativas; emprendedoras; e innovadoras de los participantes a través de la transferencia tecnológica y comercialización, dando respuesta a las necesidades de los sectores estratégicos del país; obteniéndose el primer lugar en la fase local (más de 70 participantes registrados), y se llegó a las etapas finales de la fase Regional (más de 250 participantes registrados).

Los buenos resultados obtenidos fueron motivantes para que el equipo de trabajo (estudiantes y profesores) detectaran puntos de mejora y sometieran nuevamente el proyecto a revisión, pero esta vez atendiendo a la convocatoria para el Premio Estatal de la Juventud. En este caso, se enfatiza la contribución de los jóvenes para el mejoramiento del Estado donde viven, identificando y analizando problemáticas de la sociedad y proponiendo soluciones en alguna de las siguientes categorías: Contribución al Desarrollo Social; Innovación Tecnológica; Medio Ambiente; Mérito Emprendedor; y Estrategias de Prevención de Conductas de Riesgo. La organización del evento entrega al primer lugar de cada categoría un premio económico de doce mil pesos, así como un reconocimiento a los proyectos que destaquen en el desarrollo del Estado.

En este sentido los estudiantes hicieron énfasis en que los prototipos que construyeron fueron cruciales para las demostraciones exigidas en ambas convocatorias. Del mismo modo los estudiantes afirmaron que las explicaciones y presentaciones que acompañaban a las demostraciones fueron estructuradas con facilidad al poder identificar claramente aquellos elementos que ayudaban a justificar el valor de la idea vinculando sus características específicas a necesidades particulares que las personas tenían con relación al proceso seleccionado; pudiendo establecer puntos de mejora y soluciones muy precisas.

Los estudiantes finalizaron la charla comentando que los evaluadores de ambos eventos se mostraron interesados en el proceso que siguieron para abordar la problemática planteada, ya que durante las demostraciones los estudiantes

presentaban la evolución de sus ideas conjuntas de diseño y como se iban materializando evolutivamente con el prototipado rápido hasta llegar al prototipo con la fidelidad más amplia, lo cual contribuye a justificar de mejor manera el valor del nuevo diseño.

## CONCLUSIONES

Es difícil asegurar si el enfoque educativo STEM/Maker funcionará como se espera; sin embargo, es lo que demandarán muchos empleadores (y muchas situaciones para el emprendedurismo) de los estudiantes que están próximos a egresar. La materia de Interacción Humano-Computadora conducida bajo lo planteado en este artículo se enfoca en proporcionar a los estudiantes una visión básica sobre el uso del pensamiento crítico, la creatividad, y la innovación para solucionar problemas de las personas en diferentes contextos.

Sin ánimos de pretender que una sola materia pueda proporcionar a los estudiantes este enfoque educativo, sí se les otorga la capacidad de entender un proceso de Diseño Centrado en el Usuario sencillo que puede ser aplicado para conceptualizar, diseñar, e implementar soluciones a problemas reales (tecnológicos o no). Dicho proceso provee a los estudiantes de una perspectiva diferente a la que tienen programada para analizar y resolver problemas. Cuando los estudiantes apropian esta nueva perspectiva se dan cuenta de que pueden integrar (de forma estructurada y coherente) el background adquirido en otras materias (en este caso: Administración de Proyectos; Fundamentos de Investigación; Desarrollo de Emprendedores; e Ingeniería de Software) para idear una solución adecuada al problema que se esté atendiendo. Asimismo, la estructura y flujo del curso fomenta que el conocimiento se adquiera mediante actividades que abarcan problemáticas (más que temas específicos) que se van solventando mediante la explicación e implementación de estrategias y técnicas promoviendo un enfoque integral y holístico.

Del mismo modo, la estructura del curso hace énfasis en la propia naturaleza del proceso de Diseño Centrado en el Usuario para fomentar la colaboración activa de los involucrados. El trabajar con los usuarios objetivo desde las etapas tempranas del proceso, y construir alternativas de solución a través de una sociedad colaborativa personas-diseñadores que permite entender las necesidades de los usuarios, es uno de los aspectos que más cambia la perspectiva de los estudiantes quienes aprenden a aprender de los demás para solucionar un problema específico.

El concepto de innovación (como se presenta en el curso) es otro aspecto que cambia radicalmente la percepción previa de los estudiantes. Los estudiantes aprenden a generar ideas innovadoras buscando inspiración en antecedentes de las actividades y ambientes de los usuarios y stakeholders vinculados al proyecto de diseño. La investigación que se realiza (como parte del proyecto de diseño) para entender las actividades, metas, y necesidades de las personas; la experimentación que se lleva a cabo mediante la

conceptualización y diseño de alternativas de solución; y la evaluación del diseño, ayudan a que los estudiantes apropien un esquema completo que contribuirá en la justificación del valor de las soluciones de diseño que se propongan. Este aspecto se relaciona también con el hecho de la necesidad de culturización sobre lo que en verdad es innovación y las funciones del prototipado para demostrarla y fomentar la generación de ideas creativas; lo cual contribuiría a establecer criterios adecuados para evaluar estos aportes en eventos académicos o de otra índole.

En el curso se resalta la importancia de tener un proceso que sea fácilmente adaptable a diferentes situaciones problemáticas y el fomento de la creatividad. Los estudiantes aprenden a utilizar el proceso de Diseño Centrado en el Usuario complementado con un “subproceso” para la generación de ideas creativas fundamentado en Idear-Evaluar-Iterar el cual fomenta la generación de múltiples alternativas de solución (enfoque que se refuerza en la etapa de Diseño mediante el Prototipado en Paralelo), proporcionando a los estudiantes la oportunidad de ejercitar su creatividad con cada iteración.

El realizar pequeñas modificaciones y adaptaciones (integrando estrategias para el fomento del pensamiento crítico; la creatividad y la innovación) en los programas/temarios actuales de las asignaturas de pregrado para “montarlos” sobre procesos orientados a la solución de problemas reales puede representar una alternativa, relativamente sin costo e inmediata, para el enfoque STEM/Maker; al utilizar los elementos, herramientas, artefactos, y espacios ya disponibles para la operación normal de las asignaturas; sin necesidad de adquirir los costosos elementos para establecer Makerspaces.

#### REFERENCIAS

- [1] The White House. 2010. Remarks by the President Obama at the Announcement of the "Change the Equation" Initiative. Recuperado Marzo, 16, 2018 de: <https://goo.gl/iqspfS>
- [2] World Economic Forum. 2016. The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Reporte. Recuperado Marzo, 16, 2018 de: [goo.gl/XzxaKr](https://goo.gl/XzxaKr).
- [3] U.S. Department of Education. Science, Technology, Engineering and Math: Education for Global Leadership. Recuperado Marzo 18, 2018 de [goo.gl/HZnTaU](https://goo.gl/HZnTaU)
- [4] Erica R. Halverson, and Kimberly Sheridan. 2014. The maker movement in education. *Harvard Educational Rev* 84,4: 495-504.
- [5] Yang Xianmin, and Li Jihong. 2015. The Potential Value of Maker Education and Its Disputes. *Modern Distance Education Research* 2: 23-34.
- [6] Preben Hansen, and Sung-Lin Lee. 2018. Developing a Curriculum of Maker Education in Taiwan Higher Education. In *Emerging Technologies for Education: Second International Symposium (SETE 2017)*, Held in Conjunction with ICWL 2017, Cape Town, South Africa, September 20-22, 2017, Revised Selected Papers. Springer. p. 433.
- [7] Scott R. Klemmer. 2015. Human Centered Design, MOOC, UC San Diego, Recuperado Marzo 21, 2018 de: [goo.gl/DJ1aXc](https://goo.gl/DJ1aXc).
- [8] International Organization for Standardization ISO. 1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability.
- [9] Richard Paul, and Linda Elder. 2003. La mini-guía para el Pensamiento Crítico Conceptos y Herramientas. Recuperado Marzo 29, 2018 de [goo.gl/H3MFS7](https://goo.gl/H3MFS7).
- [10] Robert H. Ennis. 1962. A concept of critical thinking. *Harvard Educational Review*, 32, 1: 81-111.
- [11] John Maeda. 1996. Thoughts on Paul Rand. Lecture. Recuperado Marzo 27, 2018 de [bit.ly/2JjkYG9](https://bit.ly/2JjkYG9).
- [12] David Sherwin. 2010. Creative workshop, 80 challenges to sharpen your design skills. How Books Publisher.
- [13] Carmen Ferrándiz, Mercedes Ferrando, Gloria Soto, Marta Sáinz, & María-Dolores Prieto. 2017. Pensamiento Divergente y sus Dimensiones: De qué hablamos y qué evaluamos. *Anales de Psicología* 33, 1: 40-47.
- [14] Steven P. Dow, Alana Glassco, Jonathan Kass, Melissa Schwarz, Daniel L. Schwartz, & Scott R. Klemmer. 2010. Parallel Prototyping Leads to Better Design Results, More Divergence, and Increased Self-Efficacy. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 17, 4: Article 18.
- [15] Yale University. 2018. What is Innovation?. Information Technology Services. Recuperado Marzo 29, 2018 de [bit.ly/2uR51Co](https://bit.ly/2uR51Co).
- [16] Bill Buxton. 2008. The Long Nose of Innovation. *Business Week*.