

# Desarrollo de Competencias Blandas en Ingeniería en el Marco de la Educación 4.0

## Fostering Soft Skills in Engineering in the Education 4.0 Framework

Patricia Caratozzolo<sup>1</sup>, Alvaro Alvarez-Delgado<sup>2</sup>, Ziranda Gonzalez-Pineda<sup>3</sup>, Gabriela Sirkis<sup>4</sup>, Clara Piloto<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup>Tecnologico de Monterrey, Mexico, [pcaratozzolo@tec.mx](mailto:pcaratozzolo@tec.mx), [alvarez.delgado@tec.mx](mailto:alvarez.delgado@tec.mx), [ziranda@tec.mx](mailto:ziranda@tec.mx),

<sup>4</sup>Universidad del CEMA, Argentina, [gsirkis@ucema.edu.ar](mailto:gsirkis@ucema.edu.ar)

<sup>5</sup>Massachusetts Institute of Technology, US, [piloto@mit.edu](mailto:piloto@mit.edu)

**Resumen—** Las competencias transversales requeridas en la Cuarta Revolución Industrial hacen que la modalidad de pensamiento lógico-científico tradicional (utilizada en los métodos de enseñanza en ingeniería) resulte insuficiente para el grado de innovación y disrupción que exige la agenda laboral internacional. Es por ello que surge la necesidad de considerar innovaciones educativas específicas para los nuevos programas curriculares que signifiquen una mejora en la formación y en los planes de estudio. Las universidades y otras instituciones de educación superior se encuentran en este momento con un compromiso doble: atender las necesidades y requerimientos planteados por los empleadores y adecuar en forma flexible los enfoques andragógicos para sus técnicas de enseñanza-aprendizaje. El presente trabajo muestra los resultados y hallazgos de la implantación educativa de diferentes teorías cognitivas, adaptadas específicamente para estudiantes de ingeniería pertenecientes a las generaciones Y / Z, que recibieron instrucción especializada en la modalidad de pensamiento narrativo-creativa para: adquirir competencias transversales de un alto grado de innovación e integrar perspectivas flexibles y divergentes. La investigación se realizó con una metodología mixta experimental sobre una muestra de 601 estudiantes, que fueron evaluados con diferentes tipos de instrumentos para conocer el nivel de adquisición de ocho competencias transversales. El análisis de los resultados obtenidos en doce semestres demuestra que el enfoque diseñado promovió las habilidades deseadas entre los estudiantes de ingeniería, con una mejor comprensión de los conceptos científicos y adicionalmente, una mayor capacidad y compromiso intelectual para transformar ideas y soluciones.

**Palabras Clave—** cuarta revolución industrial, pensamiento crítico, educación superior, competencias blandas en ingeniería, innovación educativa.

**Abstract—** The soft skills required in the Fourth Industrial Revolution make the traditional logical-scientific thought modality (used in engineering teaching methods) insufficient for the degree of innovation and disruption required by the international labor agenda. That is why the need arises to consider specific educational innovations for the new curricular programs that mean an improvement in training and study plans. Universities and other institutions of higher education are at this time with a double commitment: to meet the needs and requirements raised by employers and flexibly adapt andragogic approaches to their teaching-learning techniques. The present work shows the results and findings of the educational implementation of different cognitive theories, specifically adapted for engineering students belonging to the Y / Z generations, who received specialized instruction in the narrative-creative thinking modality to: acquire transversal competences of a high degree of innovation and integrate flexible and divergent perspectives. The research was carried out with an experimental mixed methodology on a sample of 601 students, who were evaluated with different types of instruments to know the level of acquisition of eight transversal competences. The analysis of the results obtained in twelve semesters shows that the designed approach promoted the desired skills among engineering students, with a better understanding of scientific concepts and additionally, a greater capacity and intellectual commitment to transform ideas and solutions.

**Keywords—** Fourth Industrial Revolution, critical thinking, higher education, engineering soft skills, educational innovation.

**Digital Object Identifier:** <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.195>

**ISBN:** 978-958-52071-8-9 **ISSN:** 2414-6390

**DO NOT REMOVE**

# Desarrollo de Competencias Blandas en Ingeniería en el Marco de la Educación 4.0

## Fostering Soft Skills in Engineering in the Education 4.0 Framework

Patricia Caratozzolo<sup>1</sup>, Alvaro Alvarez-Delgado<sup>2</sup>, Ziranda Gonzalez-Pineda<sup>3</sup>, Gabriela Sirkis<sup>4</sup>, Clara Piloto<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup>Tecnologico de Monterrey, Mexico, [pcaratozzolo@tec.mx](mailto:pcaratozzolo@tec.mx), [alvarez.delgado@tec.mx](mailto:alvarez.delgado@tec.mx), [ziranda@tec.mx](mailto:ziranda@tec.mx),

<sup>4</sup>Universidad del CEMA, Argentina, [gsirkis@ucema.edu.ar](mailto:gsirkis@ucema.edu.ar)

<sup>5</sup>Massachusetts Institute of Technology, US, [piloto@mit.edu](mailto:piloto@mit.edu)

**Resumen—** *Las competencias transversales requeridas en la Cuarta Revolución Industrial hacen que la modalidad de pensamiento lógico-científico tradicional (utilizada en los métodos de enseñanza en ingeniería) resulte insuficiente para el grado de innovación y disrupción que exige la agenda laboral internacional. Es por ello que surge la necesidad de considerar innovaciones educativas específicas para los nuevos programas curriculares que signifiquen una mejora en la formación y en los planes de estudio. Las universidades y otras instituciones de educación superior se encuentran en este momento con un compromiso doble: atender las necesidades y requerimientos planteados por los empleadores y adecuar en forma flexible los enfoques andragógicos para sus técnicas de enseñanza-aprendizaje. El presente trabajo muestra los resultados y hallazgos de la implantación educativa de diferentes teorías cognitivas, adaptadas específicamente para estudiantes de ingeniería pertenecientes a las generaciones Y / Z, que recibieron instrucción especializada en la modalidad de pensamiento narrativo-creativa para: adquirir competencias transversales de un alto grado de innovación e integrar perspectivas flexibles y divergentes. La investigación se realizó con una metodología mixta experimental sobre una muestra de 601 estudiantes, que fueron evaluados con diferentes tipos de instrumentos para conocer el nivel de adquisición de ocho competencias transversales. El análisis de los resultados obtenidos en doce semestres demuestra que el enfoque diseñado promovió las habilidades deseadas entre los estudiantes de ingeniería, con una mejor comprensión de los conceptos científicos y adicionalmente, una mayor capacidad y compromiso intelectual para transformar ideas y soluciones.*

**Palabras Clave—** cuarta revolución industrial, pensamiento crítico, educación superior, competencias blandas en ingeniería, innovación educativa.

**Abstract—** *The soft skills required in the Fourth Industrial Revolution make the traditional logical-scientific thought modality (used in engineering teaching methods) insufficient for the degree of innovation and disruption required by the international labor agenda. That is why the need arises to consider specific educational innovations for the new curricular programs that mean an improvement in training and study plans. Universities and other institutions of higher education are at this time with a double commitment: to meet the needs and*

*requirements raised by employers and flexibly adapt andragogic approaches to their teaching-learning techniques. The present work shows the results and findings of the educational implementation of different cognitive theories, specifically adapted for engineering students belonging to the Y / Z generations, who received specialized instruction in the narrative-creative thinking modality to: acquire transversal competences of a high degree of innovation and integrate flexible and divergent perspectives. The research was carried out with an experimental mixed methodology on a sample of 601 students, who were evaluated with different types of instruments to know the level of acquisition of eight transversal competences. The analysis of the results obtained in twelve semesters shows that the designed approach promoted the desired skills among engineering students, with a better understanding of scientific concepts and additionally, a greater capacity and intellectual commitment to transform ideas and solutions.*

**Keywords—** Fourth Industrial Revolution, critical thinking, higher education, engineering soft skills, educational innovation.

### I. INTRODUCCIÓN

El informe *Future of Jobs*, del World Economic Forum [1] incluye un listado de las habilidades requeridas por los futuros profesionales para enfrentar el desafío de la Cuarta Revolución Industrial. La creatividad, que estaba en el décimo puesto hace cinco años, ocupa hoy el tercer lugar, y lo mismo sucede con otras competencias y habilidades blandas como: pensamiento crítico, liderazgo e inteligencia emocional, tal como se muestra en la Tabla 1. La denominación *competencias blandas* surgió como una forma de distinguirlas de las *competencias duras* tales como: el diseño tecnológico, el pensamiento analítico y el análisis de sistemas [2]. El desarrollo efectivo de algunas competencias blandas como el pensamiento crítico en los planes de estudio actuales de ingeniería, requiere enfoques innovadores adaptados a las características de los estudiantes de la Generación Z. Tanto los empleadores como las agencias internacionales de acreditación están muy interesados en el desarrollo de estas competencias y consideran que deben

incorporarse transversalmente en los programas de ingeniería [3]. De allí que actualmente se las conozca también como competencias transversales, que es la denominación que usaremos indistintamente en este documento.

Nuestra propuesta para incluir el desarrollo de competencias transversales en la currícula de ingeniería fue extender el enfoque de STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*) con proyectos multidisciplinares de apreciación creativa y narrativo-artística. Aprovechamos el hecho de que en la primera parte del estudio (2015 a 2017) pudimos realizar experiencias con estudiantes de la Generación Y, lo cual nos permitió entender la importancia de considerar la incorporación de herramientas metacognitivas adicionales, para que todas las experiencias diseñadas para el desarrollo de competencias pudieran implantarse transversal e interdisciplinariamente. De este modo, en la segunda parte del estudio (2018 a 2020) los estudiantes de la Generación Z pudieron desarrollar las competencias blandas de manera progresiva, curso por curso, a lo largo de la currícula de ingeniería [4]. Las condiciones en las que se llevó a cabo este estudio fueron privilegiadas ya que ambas generaciones de estudiantes estuvieron representadas en un 50% y eso permitió no solo obtener resultados para la actual Generación Z sino disponer de valiosos hallazgos comparativos de la validez inter-generacional de las pruebas.

TABLA 1  
COMPETENCIAS MÁS DEMANDADAS PARA EL 2022 [1]

1	Pensamiento Analítico e Innovación
2	Aprendizaje Activo y Estrategias de Aprendizaje
3	Creatividad, Originalidad e Iniciativa
4	Diseño Tecnológico y Programación
5	Pensamiento Crítico y Análisis
6	Resolución de Problemas Complejos
7	Liderazgo e Influencia Social
8	Inteligencia Emocional
9	Razonamiento, Ideas para la Resolución de Problemas
10	Análisis de Sistemas y Evaluación



## II. MARCO TEÓRICO

### A. Educación 4.0 y Generación Z

La educación en la Cuarta Revolución Industrial se puede identificar con cuatro competencias y cuatro características de aprendizaje que aseguran la alta calidad en lo que finalmente se denomina Educación 4.0 [5], tal como se muestran en la Tabla 2. Está claro que la Educación 4.0 está cambiando la forma en que los jóvenes estudiantes de hoy vivirán, trabajarán e interactuarán durante sus carreras en el futuro. En el presente estudio hemos considerado que el “Uso de Tecnología” sea evaluada como una competencia transversal ya que los avances tecnológicos deben actuar como habilitadores de apoyo en las reinterpretaciones modernas de las teorías cognitivas y las técnicas de enseñanza,

especialmente en lo que se refiere al desarrollo de las otras competencias blandas de los jóvenes de la Generación Z.

TABLA 2  
MARCO TEÓRICO DE LA EDUCACIÓN 4.0

<i>Competencias</i>
Ciudadanía global Innovación y creatividad Uso de tecnologías Inteligencia interpersonal
<i>Características de aprendizaje</i>
Personalizado y a ritmo propio Accesible e inclusivo Colaborativo Centrado en el estudiante

Los estudiantes de la Generación Z difieren en muchos aspectos de los estudiantes de la generación anterior, especialmente en lo que respecta a los estilos de aprendizaje. Sin embargo, la mayoría de los estudios comparativos demuestran que las teorías educativas basadas en el desarrollo cognitivo por etapas siguen siendo válidas para ambas poblaciones de estudiantes [6][7]. Los hallazgos realizados en ambas partes del estudio (315 estudiantes de la Generación Y-286 estudiantes de la Generación Z) refuerzan la validez de los instrumentos diseñados y así lo mostraremos en la sección de resultados. Para el diseño de instrumentos específicos para los estudiantes de la Generación Z, hemos considerado que sus principales características son:

- Preferencia por realizar actividades visuales pasivas
- Comodidad al leer solo textos pre-digeridos
- Fuerte falta de concentración
- Incapacidad de motivación intrínseca para acometer esfuerzos cognitivos
- Prevalencia de la vida social en redes sociales virtuales
- Uso inadecuado del lenguaje de mensajería rápida (*texting*) en documentos escritos formales.

La combinación simultánea de todas estas características representó un desafío adicional para diseñar un enfoque educativo integral basado en la teoría de que “el pensamiento está hecho del lenguaje”, porque los jóvenes aparentemente han creado su propio lenguaje para los mensajes de texto de la vida cotidiana, que han trasladado inevitablemente a su redacción académica. Esto provoca que realicen los reportes y trabajos escritos copiando y pegando documentos, confiando en procesadores de texto automáticos para corregir la ortografía y utilizando plataformas sociales digitales para “contar” historias. Desde el comienzo de este estudio quedó claro que el lenguaje de los mensajes de texto no podía ser considerado una herramienta útil para el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes ya que todos estos hábitos narrativos debilitan la fuerza de sus argumentos, dificultan la adquisición de vocabulario y no contribuyen al desarrollo de las habilidades de criticidad. Adicionalmente,

los hábitos de discurso esporádico y fragmentario promovidos por las redes sociales, sumado al uso de símbolos paralingüísticos (emoticones, gifs o memes) en su lenguaje escrito, ejercen una influencia intelectual desintegradora sobre su capacidad de pensamiento crítico. Teniendo esto en cuenta, consideramos que era imprescindible incluir en nuestro proyecto el ejercicio y la práctica de la continuidad y el ordenamiento de significados, que es lo que finalmente da coherencia a un discurso, ya sea oral o escrito.

### B. Niveles de desarrollo cognitivo en estudiantes universitarios

Un aspecto particular que permanece someramente abordado en la literatura es que los estudiantes de la Generación Z llegan a la universidad con diferentes niveles de desarrollo cognitivo y habilidades de comprensión y criticidad. Kieran Egan propuso una teoría educativa centrada en los aspectos del desarrollo de la comprensión cognitiva, el aprendizaje y la motivación para lograr el compromiso del estudiante que fueron ampliamente utilizadas para los estudiantes de la Generación Y, que nosotros hemos revisitado en nuestro estudio [8]. Egan plantea que el desarrollo educativo es un proceso de progreso cualitativo a través de diferentes niveles para llegar a la madurez de comprensión cognitiva.

Que el pensamiento de un estudiante universitario es sustancialmente diferente al de un profesional adulto debería ser bastante obvio; sin embargo, este hecho no ha sido adecuadamente considerado por los diseñadores de planes de estudios de ingeniería, que se basan en las competencias de “egreso” de los estudiantes, es decir, de los futuros ingenieros. En cada una de las cuatro etapas del desarrollo cognitivo (mítico, romántico, filosófico e irónico) los estudiantes comprenden el mundo y viven la experiencia del mismo de diferentes formas, y eso determina varios requisitos en la selección y organización de conocimientos y estrategias educativas en cada fase del proyecto educativo. En la Tabla 3 se incluye una breve descripción de las etapas de comprensión cognitiva según Egan. Con base en las características de los estudiantes de cada etapa (mítica, romántica, filosófica e irónica), se diseñó una Matriz de Tratamiento, con experiencias que incluyeron herramientas cognitivas y metacognitivas, que se explicarán en detalle en la sección Metodología.

### C. Las teorías cognitivas y sus herramientas

Existe una falsa percepción de que los ingenieros deberían usar solo los principios de criticidad en lugar de los de creatividad; sin embargo, las emociones y la estética enriquecen la solución de problemas ya que, por un lado, es imposible realizar juicios críticos basándose únicamente en argumentos racionales [9] y, por otro lado, el pensamiento crítico no es suficiente para cubrir la complejidad de la

resolución de problemas, toda vez que el conocimiento es un proceso construido en etapas [6], que debe contemplar diferentes enfoques en cada una de las siguientes dos fases:

*Fase Divergente:* generación de gran cantidad de ideas, independientemente de su calidad; requiere pensamiento creativo para asegurar un proceso generativo, inmediato y sin prejuicios.

Tabla 3  
NIVELES DE COMPRENSIÓN COGNITIVA SEGÚN EGAN [8]

<i>Características de la etapa mítica (edades 12+)</i>
En la etapa mítica, la principal habilidad a desarrollar por el estudiante es el uso del lenguaje oral. Las actividades y dinámicas consisten en interiorizar historias que destacan: binarios opuestos; metáforas y estereotipos; sentido absoluto del bien y del mal, y categorías emocionales y morales.
<i>Características de la etapa romántica (edades 15+)</i>
En la etapa romántica, la principal habilidad a desarrollar por el estudiante es el dominio de la alfabetización. Las actividades y dinámicas consisten en interiorizar historias que destacan: los límites de la realidad; variedad de sentimientos y ambivalencias; sentimientos, cualidades humanas y trascendencia.
<i>Características de la etapa filosófica (edades 18+)</i>
En la etapa filosófica, la principal habilidad a desarrollar por el estudiante es el dominio del uso teórico del lenguaje. Las actividades y dinámicas consisten en interiorizar historias que destacan: hipótesis y experimentación; transición de actor trascendental a agente histórico; definición de autoconciencia y ansia de generalidad.
<i>Características de la etapa irónica (edades 21+)</i>
En la etapa irónica, la principal habilidad a desarrollar por el estudiante es el dominio de los usos reflexivos y los límites del lenguaje. Las actividades y dinámicas consisten en interiorizar historias que destacan: De la alienación a la flotabilidad; uso del lenguaje autorreflexivo; otros tipos de comprensión y apreciación de la ambigüedad.

*Fase Convergente:* calidad al descartar ideas de escasa practicidad; requiere pensamiento crítico para garantizar un proceso selectivo, analítico, evaluativo y racional. El uso de herramientas cognitivas para el desarrollo de las habilidades del pensamiento creativo debe complementarse con el empleo de herramientas metacognitivas para influir también en el ejercicio de habilidades de reflexión [10]. La hipótesis de nuestro trabajo fue que el ejercicio de la *creatividad en criticidad* fomenta la aparición de las disposiciones específicas del temperamento, necesarias para un aumento sustancial de las habilidades de pensamiento creativo en los estudiantes, a saber: La capacidad de combinar ideas, imágenes o experiencias existentes de manera original; La experiencia de pensar, reaccionar y trabajar de manera imaginativa; y, un alto grado de innovación y toma de riesgos.

Existen dos modalidades de funcionamiento cognitivo que ofrecen formas características de construir la realidad y ordenar la experiencia: la lógico-científica y la artístico-

narrativa [11]. La primera modalidad cumple el ideal de un sistema matemático con el que los estudiantes de ingeniería están capacitados para regular un lenguaje con coherencia y evitar la contradicción. La segunda modalidad se atribuye a cómo asociamos el significado con diferentes experiencias, y aborda las acciones y las intenciones humanas, así como los desafíos y consecuencias que marcan su curso. Hasta la fecha, las teorías educativas han tratado de evitar la incorporación de la modalidad artístico-narrativa en los cursos de ingeniería para preservar el rigor de la búsqueda de la verdad empírica. De hecho, numerosos informes solo consideran las herramientas cognitivas relacionadas con las tecnologías de la información y la comunicación mientras subestiman las investigaciones sobre herramientas metacognitivas para el desarrollo de ingeniería [12].

Las herramientas cognitivas y metacognitivas elegidas fueron diseñadas no solo para que los estudiantes sepan elegir en qué modalidad de pensamiento conviene ejercitar en cada momento sino, también la flexibilidad cognitiva para pasar alternativamente entre una modalidad y otra, que en inglés se conoce como Mode Shifting Ability [13]. En cuanto a la validez del constructo tuvimos en cuenta los conceptos que se resumen en la Tabla 4.

TABLA 4  
CONSIDERACIONES TEÓRICAS DEL DISEÑO

Principios de la <i>Teoría de la Especificidad del Dominio</i> [15]
El conocimiento previo es esencial para el pensamiento creativo en un dominio dado. La transferencia del pensamiento creativo entre dominios se hace posible cuando se acompaña de una instrucción para dicha transferencia. Es probable que la instrucción de especificidad fuerte, o incluso moderada, sea más efectiva que las instrucciones generales de pensamiento creativo en forma de complementos posteriores.
Vectores del <i>Marco Conceptual de Torrance</i> [16]:
La capacidad de pensamiento creativo puede analizarse mediante la evaluación independiente de los siguientes vectores: <i>Fluidez</i> (producción de una gran cantidad de ideas relevantes) <i>Originalidad</i> (generación de ideas únicas, poco comunes o inusuales en un contexto dado) <i>Flexibilidad</i> (incorporación de diferentes perspectivas, puntos de vista y categorías / espectros de pensamiento) <i>Elaboración</i> (capacidad de mejorar las ideas proporcionando detalles adicionales).

Adicionalmente, para desarrollar al máximo las habilidades y competencias de los estudiantes con diferentes niveles de comprensión cognitiva, se incorporaron al diseño dos conceptos fundamentales [14]: el *Andamiaje (Scaffolding)* y la *Zona de Desarrollo Próximo (ZPD, Zone of Proximal Development)*.

#### D. Uso de *Serious-Storytelling* para el desarrollo de competencias blandas en ingeniería

Los profesionales, más allá de las habilidades específicas, se vuelven más eficaces si pueden contar su tarea a quienes no son eruditos. Los humanos entendemos y recordamos por los relatos y no por los datos duros. Esta capacidad es intrínseca de las áreas sociales, sin embargo, no ha sido desarrollada en

las ciencias duras porque de acuerdo a la mirada del siglo XX, la ingeniería era solo para ingenieros. El siglo XXI mostró que la tecnología se involucró como nunca antes en la vida cotidiana y entonces la necesidad de la interdisciplinariedad se volvió un mandato. Los equipos deben intercambiar opiniones y para ello el relato o storytelling es una herramienta muy valiosa.

La narración de historias, *Storytelling*, se considera un proceso creativo por excelencia y puede ser una herramienta ideal para fortalecer competencias y habilidades blandas en los estudiantes de ingeniería, quienes generalmente están expuestos al pensamiento analítico [17]. Por eso, para el diseño del tratamiento utilizado en este estudio, se consideraron herramientas específicas de *Serious-Storytelling* para desarrollar el pensamiento creativo y mejorar la capacidad de analizar y combinar ideas e imágenes existentes a través de nuevas soluciones disruptivas y alternativas. El enfoque de *Serious-Storytelling* difiere del storytelling no académico en que permite desarrollar opiniones y perspectivas en contextos del campo científico / técnico y utiliza narrativas con un propósito más allá del entretenimiento [18]. Una de las mejores estrategias para la incorporación de las actividades -diseñada teniendo en cuenta los niveles cognitivos reales del pensamiento de los estudiantes- fue en forma de intervenciones didácticas y experiencias con enfoque infusión-inmersión, realizadas en cursos curriculares de ingeniería tal como se detalla en la sección Metodología. Dado que las historias (entendidas como un relato cronológico de eventos) son un componente fundamental de la memoria humana y la base de los eventos cognitivos más fundamentales, es comprensible que las emociones y la reflexión sean dos de los aspectos fundamentales de la narración [19]. La adición de experiencias de narración de historias al proceso de aprendizaje crea una relación personal entre el instructor y la audiencia, así como una herramienta poderosa para involucrar a los estudiantes y formar conexiones emocionales con los temas en estudio. Los cuatro elementos esenciales de la narración de historias son:

*Perspectiva*: Es un punto de vista subjetivo e incluye características de la historia como la cognición y la emoción.

*Narrativa*: Es el contenido real de la historia e incluye características como mimesis y diégesis.

*Interactividad*: Es la interacción esencial entre el orador y la audiencia e incluye características como el compromiso y la decisión.

*Medio*: Es el mensaje e incluye características como contenido y formularios.

La narración de historias resultó ser una herramienta cognitiva ideal para incluir en el enfoque de *creatividad en criticidad* porque se basa en el aprendizaje activo y

colaborativo y se produce a través del conocimiento y la experiencia previa de los estudiantes [8]. Es importante subrayar que, para que las herramientas de narración de historias pudieran considerarse como Serious-Storytelling, las experiencias narrativo-artísticas se diseñaron de manera que se lograran las siguientes características:

- Provisión de comprensión del mundo real
- Contexto autorreflexivo e introspectivo
- Motivación intrínseca
- Relevancia con un asunto de importancia y conocimiento
- Auto-empoderamiento y avance personal

### III. METODOLOGÍA

*Desarrollo del Estudio:* Este proyecto de innovación educativa tuvo como objetivo afianzar ocho competencias blandas que consideramos fundamentales para el desarrollo de los profesionales del siglo XXI, incluyendo a las cuatro declaradas en el denominado marco teórico de la Educación 4.0. La problemática identificada en nuestra universidad fue que las competencias blandas no son atendidas explícitamente en ninguna materia curricular de los programas de ingeniería y solo se desarrollan en forma superficial en el primer tercio de los planes de estudio tradicionales. La propuesta consistió en identificar cuáles eran las mejores estrategias para promover la articulación de estas competencias, mediante la creación de espacios experienciales que denominamos de *creatividad en criticidad*, en conjunto con la evaluación y medición de resultados.

*Enfoque:* El enfoque mixto infusión-inmersión consistió en una combinación de los enfoques separados y tuvo la ventaja de que la instrucción del tratamiento fue explícita y que los estudiantes pudieron identificar, practicar y transferir habilidades, no solo en las diferentes áreas de contenido de la materia sino en otros contextos [20].

*Diseño metodológico:* El primer paso de nuestra metodología fue definir las características cognitivas de cada una de las cuatro etapas de la teoría del desarrollo educativo de Egan, que fueron elegidas para caracterizar a nuestros estudiantes, como se explicó en la sección de Marco Teórico. Es importante destacar que, teóricamente, todos los estudiantes hubieran alcanzado la madurez de comprensión irónica, dada la edad de los estudiantes de la muestra; sin embargo, pudimos comprobar que, sin importar que los estudiantes pertenecieran a la Generación Y o a la Generación Z, las proporciones de estudiantes en cada uno de los niveles evidenciaba las fuertes diferencias de capacidad de desarrollo de la criticidad. Los lectores pueden encontrar los hallazgos relacionados con madurez de comprensión cognitiva en la Sección V, de Hallazgos y resultados. Se realizaron pruebas metodológicas sobre la incorporación de las actividades de modalidad artístico-narrativa en materias curriculares de

ingeniería y se analizaron las diferencias en el nivel de desarrollo de ocho competencias y habilidades (cuatro de ellas correspondientes al marco Educación 4.0 y las otras cuatro elegidas para este estudio):

1. Ciudadanía global
2. Innovación y creatividad
3. Inteligencia interpersonal
4. Uso de tecnología
5. Pensamiento crítico
6. Auto-conciencia
7. Perspectiva
8. Toma de riesgos

*Método:* El diseño elegido para el proyecto se centró en la investigación experimental mixta, cualitativa-cuantitativa, tipo Salomón de 4-grupos (Cohen *et al*, 2002). Dos grupos completaron pruebas previas, *Pre-Tests*, y otros dos no; dos grupos participaron en las experiencias de creatividad en criticidad, tratamiento, y otros dos no; finalmente todos los grupos realizaron las evaluaciones finales, *Post-Test*. El diseño metodológico se explica en la Fig. 1.

*Criterio de definición de Grupos:*

*GE-PreT:* Grupo experimental con *Pre-Tests* y tratamiento

*GE:* Grupo experimental sin *Pre-Tests*, sólo tratamiento

*GC-PreT:* Grupo de control con *Pre-Tests*

*GC:* Grupo de control sin *Pre-Tests*

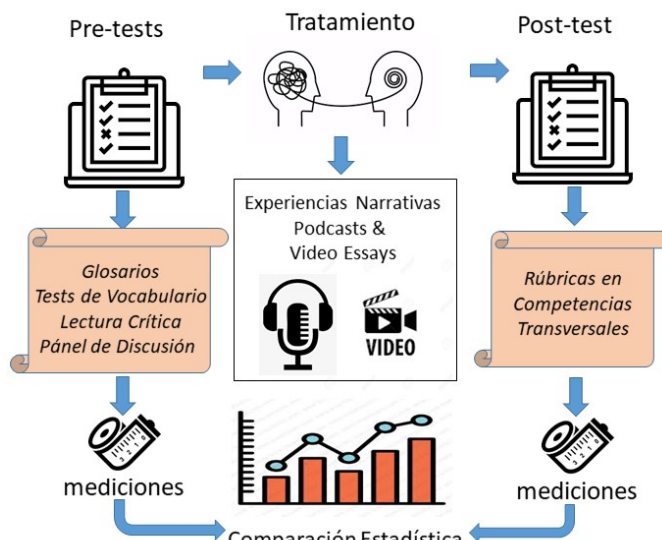


Fig. 1. Diseño metodológico.

*Participantes:* Un total de veintiocho grupos de la Escuela de Ingeniería de nuestra Universidad participaron durante doce semestres (S1 a S12), de enero de 2015 a diciembre de 2020, como se muestra en la Tabla 5. La investigación se realizó con una muestra de 601 estudiantes que se unieron voluntariamente al estudio, 296 de ellos se sometieron a instrucción cognitiva y metacognitiva (grupo experimental),

mientras que 305 estudiantes permanecieron sin capacitar (grupo de control). Los participantes que contribuyeron a este estudio tenían una edad promedio de 22 años al momento de presentar los Post-Tests. Del total de estudiantes, 315 fueron considerados como pertenecientes a la Generación Y (nacidos antes del 31 de diciembre de 1994) y 286 estudiantes fueron considerados como pertenecientes a la Generación Z (nacidos después del 1° de enero de 1995), tal como puede observarse en la columna GEN de la Tabla 5. La distribución en los grupos experimentales tuvo el siguiente esquema:

- S9 (18 estudiantes, actividad presencial)
- S10 (61 estudiantes, actividad presencial)
- S11 (29 estudiantes, actividad virtual rediseñada)
- S12 (51 estudiantes, actividad virtual rediseñada)

El estudio se aplicó solamente en cinco cursos (la identificación oficial de cada curso aparece entre paréntesis) impartidos por el primer autor, de la siguiente manera: Electrónica Aplicada (TE2033), Actuadores (MR2003), Ingeniería de Control (MR2004), Sistemas para la Generación de Energía (M2005) y Tecnologías para el Uso Eficiente de la Electricidad (TE2042).

TABLA 5  
DISEÑO METODOLÓGICO UTILIZADO EN EL ESTUDIO

Tipo	Personas en la muestra	#	Personas en los grupos	GEN	Curso y Semestre
GE-PreT	163	1	21	Y	MR2003-S1
		2	18	Y	MR2004-S3
		3	15	Y	TE2033-S2
		4	17	Z	TE2033-S10
		5	8	Y	TE2042-S1
		6	9	Y	TE2042-S2
		7	13	Z	TE2042-S8
		8	32	Z	TE2042-S12
		9	30	Y	M2005-S5
GE	133	10	14	Y	MR2003-S3
		11	23	Y	TE2033-S4
		12	29	Z	TE2033-S11
		13	16	Y	TE2042-S4
		14	18	Z	TE2042-S9
15	33	Z	M2005-S7		
Sub Total	296	Grupo Experimental			
CG-PreT	161	16	31	Y	MR2003-S5
		17	25	Y	TE2033-S6
		18	19	Z	TE2033-S12
		19	29	Y	TE2042-S6
		20	21	Z	TE2042-S10
		21	20	Y	M2005-S1
CG	144	22	16	Z	M2005-S8
		23	34	Y	MR2003-S3
		24	26	Z	TE3053-S6
		25	15	Z	TE2042-S7
		26	21	Z	TE2042-S11
		27	22	Y	M2005-S3
		28	26	Z	M2005-S11
Sub Total	305	Grupo de Control			
Total	601				

*Procedimiento:* La implantación del enfoque de infusión-inmersión consistió en una agenda flexible de 3 intervenciones por semestre en el aula (aproximadamente 15 minutos cada una) en conjunto con la realización de actividades fuera del aula que los estudiantes hicieron individualmente (aproximadamente 2 horas cada uno).

*Instrumentación y recolección de datos:* Se utilizaron diversos tipos de instrumentos en este estudio. En los Pre-Tests, por ejemplo: se utilizaron pruebas de vocabulario, con preguntas de opción múltiple y preguntas tipo verdadero/falso diseñadas para establecer el léxico aproximado de cada estudiante, en comparación con el CREA (Corpus de Referencia del Español Actual) [21][22]; se utilizaron auto-reportes de escalas de creatividad; y [8] listas de cotejo de habilidades de pensamiento lateral. Finalmente, para evaluar qué tan bien los estudiantes realizaron cada resultado y considerando que evaluar la evidencia de competencias como pensamiento crítico y creatividad típicamente involucra juicios subjetivos con respecto a productos o comportamientos, también usamos un segundo tipo de instrumento, adaptando una rúbrica ya existente, las Rúbricas VALUE (Valid Assessment of Learning in Undergraduate Education), desarrolladas por la AAC&U (Association of American Colleges and Universities) para evaluar resultados de aprendizaje esenciales [23].

#### IV. EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE ACTIVO

Una situación problemática que se presentó en la fase de diseño de este estudio fue que no parecía posible desarrollar ocho competencias del enfoque *creatividad en criticidad* con un solo tipo de herramienta didáctica y para un único nivel de comprensión cognitiva [24]. Fue por este motivo que la Matriz de Tratamiento incluye múltiples tipos de actividades, con diferentes técnicas didácticas para cada nivel diagnóstico de comprensión cognitiva. Todas las experiencias se diseñaron para ejercitar las habilidades y competencias en la modalidad de pensamiento artístico-narrativa y el enfoque STEAM: expresiones de la cultura, la apreciación artística, el enriquecimiento léxico y la literatura universal [25][26].

El objetivo de incorporar estas experiencias en el salón de clase fue compartir ideas transformando el modo de enseñanza hacia un estilo dialógico en espacios argumentativos. Esto permitió el compromiso intelectual de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje. Los ejemplos incluidos en la siguiente sección describen, de forma sucinta, las actividades desarrolladas y algunas estrategias de instrucción metacognitiva, utilizando los conceptos de *Scaffolding* y *ZPD*, antes mencionados.

A continuación, se describen 4 experiencias de un total de 36 que formaron la Matriz de Tratamiento utilizada durante el estudio. Para cada experiencia se brindan detalles sobre los recursos, herramientas metacognitivas, nivel de

comprensión cognitiva al que iba dirigida, objetivos de aprendizaje y una breve descripción de los procedimientos.

<i>Experiencia artística # 1</i> Surrealismo y otros "ismos"	
<i>Ejemplo de recurso:</i> "Fluxkit", maletín creado por el artista lituano Fluxus, Jurgis Maciunas en 1965.	
<i>Nivel de comprensión cognitiva de Egan:</i> Mítica	
<i>Competencia / Habilidad blanda abordada:</i> Auto-Consciencia	
<i>Procedimiento de intervención:</i> Los alumnos realizaron recorridos virtuales para conocer las inquietudes artísticas de la sociedad de la época; trabajaron individualmente completando hojas de trabajo siguiendo el método de cuatro pasos de crítica de arte y juicio estético; luego el grupo se dividió en equipos, realizó una breve actividad de dramatización y grabaron entrevistas para un documental con sus teléfonos celulares; y finalmente construyeron un Fluxkit y lo presentaron al grupo como modelo para ser presentado en una galería de arte estudiantil.	
<i>Herramientas metacognitivas del campo artístico:</i> La complejidad deriva de la presencia de contradicciones, por ello es que manifestaciones artísticas como el surrealismo abrazaron elementos irreconciliables explorando lo absurdo y lo extravagante. La interpretación artística de técnicas como el collage y el grattage desafía el impulso natural de eliminar contradicciones y permitir lidiar con la ambigüedad y la incertidumbre.	<i>Herramientas cognitivas de STEM:</i> Los estudiantes de ingeniería deben desarrollar su capacidad para enfrentar incertidumbres, ambigüedades y volatilidades con el fin de resolver problemas complejos sin provocar condiciones falsas y descripciones incompletas. La complejidad de los problemas puede desencadenar un sesgo cognitivo, <i>cierre prematuro</i> , que les impide perseverar ante los obstáculos.

<i>Experiencia artística # 2</i> <i>La paradoja consciente de contar historias con imágenes</i>	
<i>Ejemplo de recurso:</i> " Never morning wore to evening, but some heart did break", obra pintada por el artista inglés Walter Langley en 1894.	
<i>Nivel de comprensión cognitiva de Egan:</i> Romántica	
<i>Competencia / Habilidad blanda abordada:</i> Auto-Consciencia	
<i>Procedimiento de intervención:</i> Los estudiantes interpretaron críticamente la imagen y escribieron sus propias historias y anécdotas de sus pasatiempos utilizando el estilo de los críticos de arte de hoy. Se analizaron las respuestas de los estudiantes a cinco conjuntos de preguntas (basadas en la forma verbal B de la prueba Torrance TTCT): Hacer preguntas sobre la imagen; Adivinar las causas de la acción en la imagen; Adivinar consecuencias inmediatas o a largo plazo sobre la imagen; Suposición de hipótesis sobre situaciones improbables; Proponer mejoras para el desenlace que desafíen la tendencia natural al <i>cierre prematuro</i> .	
<i>Herramientas metacognitivas del campo artístico:</i> Cuando contamos lo que experimentamos y sentimos al observar un artefacto, construimos una comprensión del objeto y articulamos en el lenguaje lo que de otro modo quedaría confuso, fragmentado y desconectado.	<i>Herramientas cognitivas de STEM:</i> Ser capaz de dividir una pregunta en sub-preguntas para comprender y abarcar todas las respuestas posibles, incluidas aquellas no probadas y potencialmente riesgosas, adoptando perspectivas divergentes.

El diseño instruccional se basó en que la técnica andragógica del método de discusión-debate es un enfoque que estimula el aprendizaje individual a través de una experiencia de grupo en la reflexión y la discusión, y también que los estudiantes de ingeniería podían desarrollar enormemente sus potenciales cognitivos cuando practicaban habilidades sociales [27]. El

método incluyó una preparación previa de los estudiantes en temas específicos, luego la realización de una serie de tareas para estimular la reflexión individual y luego la redacción y presentación de ensayos (en forma escrita, oral o en video) sobre las experiencias.

<i>Experiencia artística # 3</i> <i>De la foto a la historia y viceversa</i>	
<i>Ejemplo de binomio de recursos:</i> "El llano en llamas", libro de cuentos escrito por el escritor mexicano Juan Rulfo en 1953; "El México de Juan Rulfo", libro de fotografías tomadas por el propio Rulfo entre los años 1945-1955.	
<i>Nivel de comprensión cognitiva de Egan:</i> Filosófica	
<i>Competencia / Habilidad blanda abordada:</i> Pensamiento Crítico	
<i>Procedimiento de intervención:</i> Los estudiantes leyeron extractos de los cuentos e investigaron sobre las inquietudes artísticas y sociales de la época y del país; establecieron una relación personal con algunas de las historias y algunas de las fotos en una sesión de discusión; luego se dividieron en equipos y realizaron una actividad de juego de roles en la que grabaron escenas testimoniales para un video documental con sus teléfonos celulares; finalmente, los estudiantes eligieron una fotografía de un paisaje de sus lugares de origen y escribieron un cuento usando el estilo de Rulfo.	
<i>Herramientas metacognitivas del campo artístico:</i> La percepción es una acción recíproca. Un artista puede controlar la imagen, pero no la reacción ante ella. La fotografía se puede utilizar como testimonio de acontecimientos políticos, sociales y culturales, o también como un medio para mentir o manipular. La interpretación fotográfica subsana el <i>analfabetismo de la imagen</i> y evita los riesgos de una mala o incompleta interpretación.	<i>Herramientas cognitivas de STEM:</i> Los estudiantes de ingeniería sacan conclusiones de la interpretación de gráficos, imágenes y resultados de simulación. Aunque se supone que deben inferir solo lo que respaldan los datos y verificar la coherencia interna y externa de esas inferencias, existe el riesgo de interpretaciones apresuradas, al no identificar claramente los supuestos que les permitieron llegar a esas conclusiones.

<i>Experiencia artística # 4</i> <i>El sutil arte de evadir la censura</i>	
<i>Ejemplo de recurso:</i> "A Modest Proposal", ensayo satírico escrito por Jonathan Swift en 1729.	
<i>Nivel de comprensión cognitiva de Egan:</i> Irónico	
<i>Competencia / Habilidad blanda abordada:</i> Perspectiva	
<i>Procedimiento de intervención:</i> Los estudiantes realizaron una breve investigación sobre los antecedentes del tema, el contexto histórico y el papel del panfleto anónimo utilizado en los siglos XVIII y XIX para articular ideologías políticas y tratar de moldear la opinión pública; practicaron ejercicios de sátira, sarcasmo e ironía, como recursos de argumentación en un video-ensayo; y finalmente, participaron en una discusión sobre conceptos como colonialismo, codicia, inhumanidad, sociedad, misantropía e irracionalidad.	
<i>Herramientas metacognitivas del campo artístico:</i> No todos los textos literarios operan en el mismo marco de perspectiva; por ejemplo, los folletos, notas de opinión y ensayos a menudo utilizan la sátira, la ironía, el cinismo y otras técnicas para eludir la censura. El entrenamiento en el juicio estético de este sistema de representación <i>no literal</i> permite al lector adquirir esta habilidad.	<i>Herramientas cognitivas de STEM:</i> Los estudiantes de ingeniería deben realizar su razonamiento desde un punto de vista específico (perspectiva / tesis / hipótesis) considerando la complejidad de un tema y los puntos de vista de los actores de otra cultura en relación a sus valores, estilos de comunicación, economía, creencias y prácticas.



## V. HALLAZGOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para verificar que los estudiantes del grupo experimental y el grupo de control tenían condiciones iniciales similares de corpus léxico, se compararon los resultados de la prueba previa de vocabulario en ambos grupos. La comparación inicial entre los 324 estudiantes (178 de la Generación Y - 146 de la Generación Z) que hicieron los PreTests #1 (Diagnóstico Léxico) no reveló diferencias significativas en su corpus léxico.

De la misma forma se utilizaron pruebas los Pre-Tests para conocer el nivel diagnóstico de desarrollo de las competencias y habilidades blandas de interés. En la Fig. 2 se muestran los resultados realizados en los Pre-Test-#2 (Diagnóstico Competencias) en cuatro semestres. Puede apreciarse que en la mayoría de las competencias no se detectaron diferencias significativas, salvo un mejor desempeño en la Toma de Riesgos de la Generación Z, un mejor desempeño en la Inteligencia Interpersonal de la Generación Y, un marcado buen desempeño en las habilidades de Uso de Tecnología en ambas generaciones y un muy bajo nivel de desempeño general en lo que respecta al Pensamiento Crítico en todos los semestres.

Otro resultado interesante para tener en cuenta fue el relacionado con las pruebas diagnósticas de los niveles de comprensión cognitiva de ambas generaciones. En las pruebas denominadas Pre-Tests #3 (Diagnóstico Niveles Egan) pudieron apreciarse los siguientes hallazgos:

- 32% de los estudiantes en el nivel Mítico
- 34% de los estudiantes en el nivel Romántico
- 25% de los estudiantes en el nivel Filosófico
- 9% de los estudiantes en el nivel Irónico

Los hallazgos descubiertos en las pruebas diagnósticas fueron de gran utilidad para decidir el diseño de las experiencias (tratamiento) que se iban realizando en los grupos experimentales (GE). El hecho de que prácticamente un tercio de los estudiantes estuviera en un nivel de comprensión Mítica fue el motivo por el cual se rediseñara la Matriz de Tratamiento original para incorporar una mayor proporción de experiencias de ese nivel.

En cuanto al desarrollo de competencias, los PostTests #2 en los que se utilizaron las rúbricas AAC&U mostraron que el grupo experimental (GE) logró una notable mejora en comparación con los estudiantes del grupo de control (GC), en el nivel superior de “Capstone”, y una importante disminución en el número de estudiantes que permanecieron en el nivel más bajo, “Benchmark” de la rúbrica. Estos resultados se encuentran comparados en la Fig. 3, en la que se puede observar que las formas de las campanas gaussianas tuvieron en el caso del GE un sesgo a la izquierda y en el caso del GC, una asimetría a la derecha. Puede observarse que el GE la mejora es del 37% en comparación con los estudiantes

del GC en el nivel “Capstone” y que la disminución es del 35% en el nivel “Benchmark” más bajo de la rúbrica. Estos resultados se muestran en la Tabla 6 para una mayor comprensión.

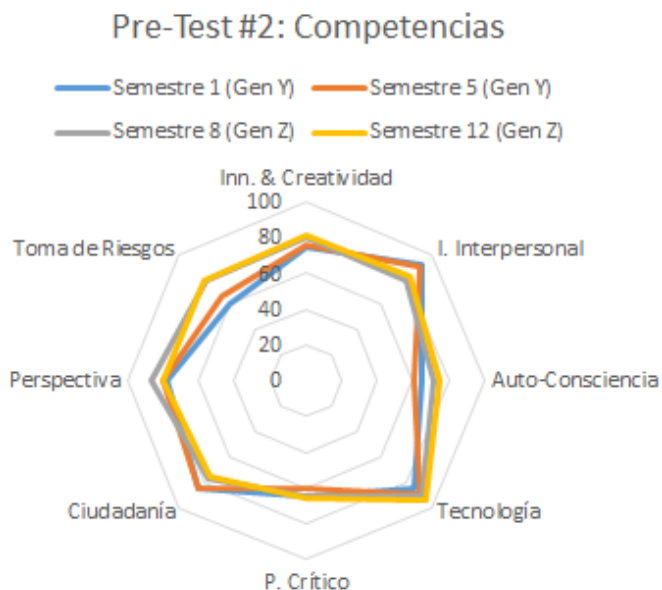


Fig. 2. Pruebas de Pre-Tests #2, (Diagnóstico Competencias)

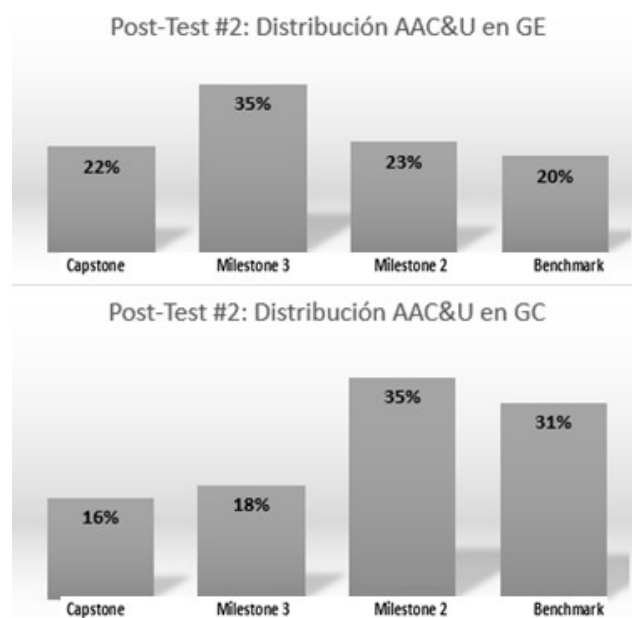


Fig. 3. Pruebas de Post-Tests #2 (Resultados Competencias)

*Discusión sobre la evaluación de competencias y habilidades blandas:* las rúbricas se utilizaron con la intención de evaluar y discutir el aprendizaje relacionado con el pensamiento crítico de los estudiantes, no la calificación. Las rúbricas permitieron posicionar el aprendizaje dentro de un marco básico de expectativas. En la Tabla 7 se muestra un ejemplo de rúbrica adaptada de las Rúbricas VALUE de la AAC&U

[28]. Finalmente, los autores desean resaltar las fortalezas que cimientan el presente estudio: (i) el trabajo fue realizado utilizando una metodología y herramientas previamente validadas por los autores en proyectos anteriores; (ii) la instrucción fue distribuida en una amplia muestra de estudiantes en un diseño de investigación experimental mixto; y (iii) los hallazgos fueron evaluados con instrumentos especialmente diseñados para el campo educativo.

TABLA 6  
DISTRIBUCIÓN DE LOS NIVELES DE LAS RÚBRICAS AAC&U

Grupos	Rúbricas VALUE			
	Capstone 4	Milestones 3 2		Benchmark 1
GE	22 %	35 %	23 %	20 %
GC	16 %	18 %	35 %	31 %
	+ 37 %	+ 94 %	- 34 %	- 35 %

La Fig. 4 muestra el impacto de una de las experiencias (mencionada en la Sección IV como Experiencia artística #4) incorporada durante los últimos 4 semestres (años 2019 y 2020). Se puede observar que existe una fuerte correlación

entre las calificaciones que obtuvieron los estudiantes en la realización de sus video-ensayos con la evaluación en los Post-Tests de las ocho competencias. Los resultados son similares tanto para el Grupo Experimental, que se sometió a un PreTest (EG-PreT), como para el Grupo Experimental que no tuvo un Pre-Test (EG).

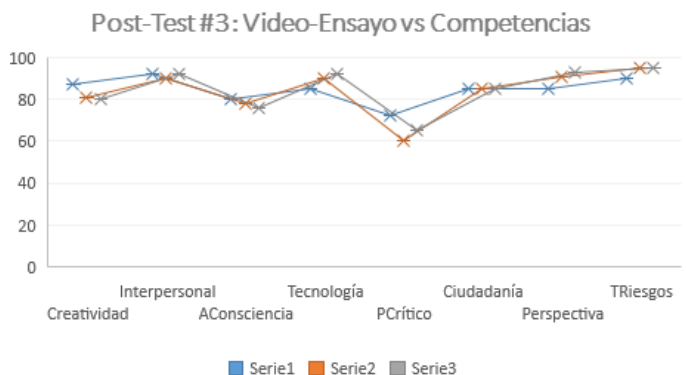


Fig. 4. Calificaciones obtenidas en los Video-Ensayos críticos vs. Nivel de Competencias en los GE

TABLA 7  
DOS EJEMPLOS DE RÚBRICA USADA COMO POST-TEST.

	Capstone 4	Milestone 3	Milestone 2	Benchmark 1
<i>Inteligencia Interpersonal</i>	Inicia y desarrolla interacciones con otros culturalmente diferentes. Propone juicios al valorar sus interacciones con otras personas culturalmente diferentes.	Comienza a desarrollar interacciones con otros de diferentes culturas. Comienza a proponer juicios en sus interacciones con otros culturalmente diferentes.	Expresa apertura a la mayoría de las interacciones con otras personas culturalmente diferentes. Tiene dificultad para emitir juicios en sus interacciones con otras personas culturalmente diferentes, pero es consciente de su propio juicio y expresa una voluntad de cambio.	Receptivo a interactuar con otros culturalmente diferentes. Tiene dificultad para emitir cualquier juicio en sus interacciones con otros culturalmente diferentes, pero no es consciente de ello.
<i>Perspectiva</i>	Evalúa y aplica diversas perspectivas a temas complejos dentro de los sistemas naturales y humanos frente a posiciones múltiples e incluso conflictivas (es decir, culturales, disciplinarias y éticas).	Sintetiza otras perspectivas (como culturales, disciplinarias y éticas) al investigar temas dentro de sistemas naturales y humanos.	Identifica y explica múltiples perspectivas (como culturales, disciplinarias y éticas) al explorar temas dentro de los sistemas naturales y humanos.	Identifica múltiples perspectivas al tiempo que mantiene una preferencia de valor por su propio posicionamiento (cultural, disciplinario o ético).

## V. CONCLUSIONES

Formar a los futuros ingenieros de la Cuarta Revolución Industrial –hoy estudiantes de la Generación Z- exige de parte de profesores e instituciones estar a la altura de los requerimientos del Marco de la Educación 4.0. Es por ello que las técnicas didácticas que se diseñen para los procesos de enseñanza-aprendizaje deben imaginarse más allá de la simple innovación tecnológica: deber ser una auténtica disrupción de *creatividad en criticidad*. Los estudiantes que participaron en el presente estudio participaron activamente en experiencias de la modalidad de pensamiento narrativo-artística, diseñadas para fomentar el desarrollo de competencias y habilidades blandas que no suelen estar

contempladas de manera transversal y a lo largo de todo el plan de estudio de ingeniería. Los resultados indican que el fortalecimiento del pensamiento creativo está íntimamente relacionado con el desarrollo de la capacidad para formar juicios adecuados en diferentes situaciones. Se presentan adicionalmente hallazgos que muestran una fuerte correlación entre la práctica del cambio de modo de pensamiento y el desarrollo de un alto grado de capacidad para hacer frente a la incertidumbre, la ambigüedad y la volatilidad. Finalmente, se pudo verificar que el trabajo de los grupos creativos heterogéneos favoreció la auto-motivación, en el sentido de que la mayoría de los estudiantes manifestó lograr metas personales independientemente de las influencias externas; la autoconciencia, en el sentido de que los estudiantes

manifestaron ser conscientes de los propios pensamientos, conductas y sentimientos; y, una mejora sustancial del manejo de las habilidades interpersonales no rutinarias, en el sentido de consentir al trabajo interdisciplinario en ambientes de diversidad global.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el apoyo financiero de Writing Lab, TecLabs, TecLabs, Tecnológico de Monterrey, en la producción de este trabajo. Los autores desean agradecer el apoyo financiero del Fondo Novus con PEP no. PHHT090-19ZZ00008, TecLabs, Tecnológico de Monterrey, en la producción de esta obra.

### REFERENCES

- [1] World Economic Forum Boston Consulting Group, "Towards a reskilling revolution: A future of jobs for all," 2018. Accessed: Aug. 25, 2020. [Online]. Available: <https://www.voced.edu.au/content/ngv:78746>.
- [2] D. Jelonek, T. Nitkiewicz, and P. Koomsap, "SOFT SKILLS OF ENGINEERS IN VIEW OF INDUSTRY 4.0 CHALLENGES," *Conf. Qual. Prod. Improv. – CQPI*, vol. 2, no. 1, pp. 107–116, Oct. 2020, doi: 10.2478/cqpi-2020-0013.
- [3] K. Howells, "The future of education and skills: education 2030: the future we want," 2018, Accessed: Aug. 25, 2020. [Online]. Available: [http://create.canterbury.ac.uk/17331/1/E2030 Position Paper \(05.04.2018\).pdf](http://create.canterbury.ac.uk/17331/1/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf).
- [4] L. R. Lattuca, D. B. Knight, H. K. Ro, and B. J. Novoselich, "Supporting the Development of Engineers' Interdisciplinary Competence," *J. Eng. Educ.*, vol. 106, no. 1, pp. 71–97, 2017, doi: 10.1002/jec.20155.
- [5] "Schools of the Future, Defining New Models of Education... - Google Scholar." [https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=en&as\\_sdt=0%2C5&q=Schools+of+the+Future%2C+Defining+New+Models+of+Education+for+the+Fourth+Industrial+Revolution&btnG=](https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Schools+of+the+Future%2C+Defining+New+Models+of+Education+for+the+Fourth+Industrial+Revolution&btnG=) (accessed Dec. 11, 2020).
- [6] P. Caratozzolo, A. Alvarez-Delgado, and S. Hosseini, "Strengthening critical thinking in engineering students," *Int. J. Interact. Des. Manuf.*, vol. 13, no. 3, 2019, doi: 10.1007/s12008-019-00559-6.
- [7] E. J. Cilliers, "The challenge of teaching Generation Z. PEOPLE," *Int.J.Soc.Sci.*, vol. 3, pp. 188–198, 2017.
- [8] K. Egan, *The educated mind: How cognitive tools shape our understanding*. 1997.
- [9] S. Spuzic *et al.*, "The synergy of creativity and critical thinking in engineering design: The role of interdisciplinary augmentation and the fine arts," *Technol. Soc.*, vol. 45, pp. 1–7, 2016, doi: 10.1016/j.techsoc.2015.11.005.
- [10] K. Rawat, W. Qazi, and S. Hamid, "Creativity and education," *Acad. Research Int.*, vol. 2, no. 2, pp. 264–275, 2012, Accessed: Aug. 26, 2020. [Online]. Available: [http://www.academia.edu/download/35872692/creativity\\_ed.pdf](http://www.academia.edu/download/35872692/creativity_ed.pdf).
- [11] J. Bruner, *Actual minds, possible worlds*. 2009.
- [12] P. Gardenfors and P. Johansson, *Cognition, education, and communication technology*. 2014.
- [13] A. Pringle and P. T. Sowden, "The Mode Shifting Index (MSI): A new measure of the creative thinking skill of shifting between associative and analytic thinking," *Think. Ski. Creat.*, vol. 23, pp. 17–28, Mar. 2017, doi: 10.1016/j.tsc.2016.10.010.
- [14] B. Eun, "The zone of proximal development as an overarching concept: A framework for synthesizing Vygotsky's theories," *Educ. Philos. Theory*, vol. 51, no. 1, pp. 18–30, Jan. 2019, doi: 10.1080/00131857.2017.1421941.
- [15] R. H. Ennis, "Critical Thinking and Subject Specificity: Clarification and Needed Research," *Educ. Res.*, vol. 18, no. 3, pp. 4–10, 1989, doi: 10.3102/0013189X018003004.
- [16] Y.-S. Lin, "Fostering Creativity through Education – A Conceptual Framework of Creative Pedagogy," *Creat. Educ.*, vol. 02, no. 03, pp. 149–155, 2011, doi: 10.4236/ce.2011.23021.
- [17] A. Lugmayr, E. Sutinen, J. Suhonen, C. I. Sedano, H. Hlavacs, and C. S. Montero, "Serious storytelling – a first definition and review," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 76, no. 14, pp. 15707–15733, 2017, doi: 10.1007/s11042-016-3865-5.
- [18] P. Caratozzolo, A. Alvarez-Delgado, and S. Hosseini, "Perspectives on the use of Serious-Storytelling for Creative Thinking Awareness in Engineering," in *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, Oct. 2020, vol. 2020-October, doi: 10.1109/FIE44824.2020.9273994.
- [19] H. Nishioka, "Analysing language development in a collaborative digital storytelling project: Sociocultural perspectives," *System*, vol. 62, pp. 39–52, 2016, doi: 10.1016/j.system.2016.07.001.
- [20] R. H. Ennis, "Critical Thinking Across the Curriculum: A Vision," *Topoi*, vol. 37, no. 1, pp. 165–184, 2018, doi: 10.1007/s11245-016-9401-4.
- [21] "CREA | Real Academia Española." <https://www.rae.es/banco-de-datos/crea> (accessed Jan. 29, 2021).
- [22] "Corpus del Español: 10 billion words: Dialects / Genres / Historical." <https://www.corpusdelespanol.org/> (accessed Jan. 29, 2021).
- [23] T. Rhodes, *Assessing Outcomes and Improving Achievement: Tips and Tools for Using Rubrics | Association of American Colleges & Universities*. 2010.
- [24] M. Lai, Emily R; Viering, "Assessing 21 st Century Skills : Integrating Research Findings National Council on Measurement in Education," no. April, pp. 1–67, 2012.
- [25] D. Ketelle, "What is storytelling in the higher education classroom?," *Storytell. Self, Soc.*, vol. 13, no. 2, pp. 143–150, Nov. 2018, doi: 10.13110/storselfsoci.13.2.0143.
- [26] H. Truong-White and L. Mclean, "Digital Storytelling for Transformative Global Citizenship Education," vol. 38, no. 2, pp. 1–28, 2015, doi: 10.2307/canajeducrevucan.38.2.11.
- [27] A. Berglund and F. Heintz, "Integrating Soft Skills into Engineering Education for Increased Student Throughput and more Professional Engineers," *Proc. LTHs 8e Pedagog. Inspirationskonferens (PIK), Lund, Sweden Lunds Univ. , 2014*, no. december, 2014.
- [28] M. J. Allen, "Using Rubrics to Grade, Assess, and Improve Student Learning," *Strength. Our Roots Qual. Oppor. Success Prof. Dev. Day Miami-Dade Coll.*, pp. 1–82, 2014.