

# **PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA BASADA EN RETOS: ENFOQUE EDUCATIVO STEM Y EDUCACIÓN 4.0**

## *CHALLENGE-BASED PROBABILITY AND STATISTICS: STEM EDUCATIONAL APPROACH AND EDUCATION 4.0*

### **Salustia Teresa Cano Ibarra**

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*teresa.cano@itcelaya.edu.mx*

### **Patricia Galván Morales**

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*patricia.galvan@itcelaya.edu.mx*

### **Sergio Briseño Canchola**

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*sergio.briseno@itcelaya.edu.mx*

### **María Azul Plascencia Cano**

Instituto Politécnico Nacional de México, México  
*mplascenciac1900@alumno.ipn.mx*

**Recepción:** 17/noviembre/2021

**Aceptación:** 11/abril/2022

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo es presentar el desarrollo de la asignatura de Probabilidad y Estadística bajo el enfoque educativo relacionado con el concepto STEM (del inglés Science- Technology-Engineering–Mathematics) y la educación 4.0, con estudiantes que cursan la carrera de ingeniería en Sistemas Computacionales. La investigación es de naturaleza cualitativa y de corte exploratorio, se basa en la conducta observable de los estudiantes y los resultados palpables en el desarrollo de los productos de aprendizaje. Se describe el contenido del método STEM para las dos primeras unidades temáticas de la asignatura. Los resultados muestran respuestas de los estudiantes a los desafíos planteados de manera creativa, interesante e innovadora y se aprecia la adquisición de competencias como, resolución de problemas complejos, pensamiento crítico y trabajo colaborativo entre otras cosas.

**Palabras Clave:** Educación 4.0, Educación STEM, Evaluación basada en retos, Probabilidad y Estadística.

## **Abstract**

*The main objective of this work is to present the development of the evaluation of the Probability and Statistics subject in engineering students in Computer Systems under the educational approach related to the STEM concept (Science-Technology-Engineering-Mathematics) and education 4.0. The research is qualitative in nature and exploratory in nature, it is based on the observable behavior of the students and the tangible results in the development of learning products. The content of the evaluation process for the first two thematic units of the subject is described. The results show the students' responses to the challenges posed in a creative, interesting and innovative way, and the acquisition of competences such as complex problem solving, critical thinking and collaborative work, among other things, is appreciated.*

**Keywords:** *Education 4.0, Education STEM, Challenge – based assessment, Probability and statistics.*

## **1. Introducción**

El cambio de paradigma industrial denominado como industria 4.0 basado fundamentalmente en la automatización de los procesos y la comunicación entre las maquinas a través de la digitalización implica nuevas necesidades que debe cubrir la educación. A estas nuevas necesidades se le conoce como educación 4.0 [Toro González, 2019]. Esto es un gran reto para las instituciones de educación superior (IES) que tienen que generar profesionales y técnicos con el perfil necesario que se requiere para el desarrollo del país.

El desarrollo de la ciencia y tecnología busca satisfacer los retos actuales de un mundo cambiante en relación a los desafíos económicos, políticos, ambientales y sociales que permitan mejorar las condiciones de vida de los seres humanos, y no contar con profesionales preparados obstaculiza el crecimiento de la productividad y el desarrollo económico. La economía global se caracteriza porque la productividad y la competitividad se basan en la generación de nuevos conocimientos y acceso a la información organizada en atención a una demanda mundial cada vez más cambiante y valores culturales versátiles [Osorio, 2004].

Aprender en base a problemas reales del entorno regional y nacional conlleva a desarrollar proyectos educativos que den soluciones viables a dichos problemas, constituye una forma afectiva para aprender a hacer, a conocer, a ser, a trabajar en equipo y a asumir responsabilidad sobre su aprendizaje [Guevara, 2011]. Existe una metodología llamada STEM que relaciona las disciplinas ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas y que enfatiza un enfoque educativo interdisciplinario para acoplar los conceptos académicos a situaciones reales [Lupiáñez & Ruiz-Hidalgo, 2016].

Este artículo describe esta metodología aplicada a la asignatura de Probabilidad y Estadística en estudiantes de la carrera de ingeniería en Sistemas Computacionales que ha sido desarrollada durante tres semestres, se presenta la descripción de dos unidades temáticas con sus respectivos criterios de evaluación, así como algunos de los resultados obtenidos por los estudiantes.

### **Marco de referencia**

La Educación 4.0 es la respuesta a las necesidades de la Revolución 4.0 donde humanos y tecnología se encuentran alineados para permitir nuevas posibilidades y aprovechar el potencial de las tecnologías digitales, el contenido de código abierto, los datos personalizados y una humanidad alimentada por la tecnología y conexión global [Fisk, 2017].

Tal como lo plantean en el Congreso Internacional de Educación, en la Educación 4.0 el aprendizaje se construye alrededor de cuánto, dónde y cómo aprender, y el seguimiento del desempeño se realiza mediante una base de datos personalizada, los compañeros se vuelven muy significativos en su aprendizaje, ya que aprenden juntos los unos de los otros, mientras los maestros asumen el papel de facilitadores [Pérez Romero, Rivera Zarate, & Hernández Bolaños, 2019].

De acuerdo con Toro [2019] la educación 4.0 tiene como características principales.

- La cooperación entre estudiante y docente es la base de la enseñanza.
- La comunicación es el principal vehículo del aprendizaje.
- Se fomenta la resolución de problemas reales.
- La evaluación es un proceso constante para mejorar y progresar.

- Incorpora el juego y la creación de entornos reales como el principal motor del aprendizaje.
- Utiliza las TIC como herramientas de acceso, organización, creación y difusión de los contenidos.
- Aprendizaje basado en proyectos.

Por otro lado, la efectividad en la enseñanza de la asignatura de Probabilidad y Estadística y el logro de razonamiento estadístico se favorece si es basado en investigaciones y proyectos [Batanero & Díaz, 2011]. Estos proyectos pueden ser planteados por el profesor o propuestos por los mismos estudiantes. Si conjuntamos la sugerencia de la enseñanza de la Estadística con los retos de la cuarta revolución industrial que se identifica como un término integrador de las tecnologías en la cadena de valor a los sistemas ciber físicos (CPS), el internet de las cosas (IoT) y el internet de los servicios entre otras [Carvajal, 2017], se puede identificar la metodología STEM como una estrategia en la educación que contribuya en el logro de las habilidades que los nuevos empleos van a exigir, en los que además de las habilidades específicas de cada sector o categoría profesional existen habilidades genéricas o transversales que deben ser desarrollados, entre ellas, la inteligencia emocional y la flexibilidad cognitiva así como la solución de problemas complejos, creatividad y pensamiento crítico.

El concepto STEM se concibe como una enseñanza a través de centros de redes integrados en los que los estudiantes utilizan las habilidades y procesos aprendidos en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas para pensar profundamente, hacer preguntas no-“googleables” y resolver problemas [Riley, 2013]. Según Domínguez, Oliveros, Coronado, & Valdez [2019] sugieren que en el enfoque STEM, los estudiantes deben contar con los siguientes atributos:

- Solucionar problemas: capaces de enmarcarlos como rompecabezas y luego poder aplicar la comprensión y el aprendizaje a estas situaciones novedosas (argumento y evidencia);
- Innovación: “poder para buscar una investigación independiente y original” utilizando los procesos de diseño;

- Inventar: reconocen las necesidades del mundo y creativamente idean e implementan soluciones;
- Autosuficiencia: capaces de establecer sus propias agendas, desarrollar y ganar confianza en sí mismo y trabajar dentro de plazos de tiempo específicos;
- Pensamiento lógico: capaz de hacer los tipos de conexiones para afectar la comprensión de los fenómenos naturales;
- Alfabetización tecnológica: comprensión de la naturaleza de la tecnología, dominar las habilidades necesarias y aplicarla de manera adecuada. No obstante, existen problemas complejos que no pueden ser resueltos solo por la ciencia y la tecnología, pero se resuelven combinando las humanidades, la sociología y la ciencia [Kim, Ko, Han & Hong, 2014].

## **2. Métodos**

La investigación es de naturaleza cualitativa y de corte exploratorio. La metodología cualitativa se refiere a la investigación que produce datos descriptivos basados en las propias palabras de las personas ya sea de forma verbal o escrita y en la conducta observable [Villegas & González , 2011]. Por su parte Denzin y Lincoln, mencionado por [Barberá & Fuentes, 2012] deducen que el fundamento de una investigación de tipo cualitativo es el estudio en el propio contexto natural y, a partir de ahí, inferir e interpretar las situaciones en función de los significados que proporcionan los propios sujetos. Los sujetos de estudio fueron los estudiantes de ingeniería en Sistemas Computacionales que cursaban la asignatura de Probabilidad y Estadística en tres semestres diferentes de enero -junio del 2020, agosto-diciembre 2020 y enero-junio 2021.

Contexto. El documento Visión STEM para México explica que la educación en áreas STEM propone el trabajo colaborativo y en equipo incluyente. Además, trabaja los campos de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas de forma interdisciplinaria y transdisciplinaria, así como las habilidades asociadas a las disciplinas, en particular la indagación. Aplica el proceso de diseño de ingeniería (investigar, imaginar, planear, crear un prototipo, practicar y evaluar, mejorar e iterar

y finalmente preguntar) y desarrolla habilidades de lenguaje y comunicación, impulsando a plantear soluciones con una comunicación rápida, ágil y eficaz [Alianza para promover la educación en STEM, 2019].

## Descripción

Se presenta la propuesta de la asignatura de Probabilidad y Estadística considerando los retos de la educación 4.0 y el concepto de competencia STEM. En la tabla 1 se describe el contenido del proceso evaluativo para el primer parcial de la asignatura.

Tabla 1 Propuesta primera unidad temática.

Unidad temática	Estadística descriptiva
Competencia	Analizar, discutir y sacar conclusiones sobre la estadística descriptiva
Desafío o reto	Análisis estadístico descriptivo aplicado a la ingeniería en Sistemas Computacionales
Modalidad	En equipo, máximo 4 integrantes
Escenario	<p>Uno de los grandes desafíos del Ingeniero en Sistemas es el correcto manejo de las bases de datos, el ingeniero es diseñador, constructor y gerente de un cumulo de datos, es decir, se encargan de la arquitectura, los procesos y son dueños del rendimiento y calidad de los datos. Una empresa muy importante a nivel internacional que desarrolla software entre otras cosas tiene la intención de ubicarse en Celaya y quiere contratar a un grupo de estudiantes de medio tiempo, la remuneración económica es muy buena y existe la posibilidad de que se capaciten en la matriz ubicada en San Francisco, California, USA. Para ello ha decidido poner a prueba a los aspirantes, solicitando que presenten un estudio estadístico descriptivo relacionado con alguna las siguientes bases de datos:</p> <p>Base de datos del sistema de gestión en una empresa. Base de datos relacionadas con la salud. Base de datos científica (biología, química, mecánica, etc.) Base de datos de organizaciones sin ánimo de lucro. Base de datos de algún deporte (básquetbol, futbol, etc.) Base de datos de la industria del entretenimiento (videojuegos, cine, teatros, etc.). Base de datos de alguna problemáticas social, local o mundial.</p> <p>Ustedes deben buscar la base de datos, analizar y realizar un <b>estudio descriptivo</b> de la base de datos correspondiente, debe incluir al menos dos variables cuantitativas discretas y dos continuas y 3 variables cualitativas. Los datos de las variables deben ser lo más actuales posible (no más de 5 años) e incluir al menos 400 datos.</p>
Evaluación	Realizarán y presentarán un informe con los resultados, dicho informe debe incluir: Introducción. Antecedentes. Objetivo general. Objetivos específicos (al menos tres). Limitaciones. Desarrollo y presentación de los resultados. Conclusiones (en español e inglés). Referencias (formato APA). La presentación será realizada el día y hora pactada, utilizarán software y se evaluará con la lista de cotejo correspondiente (Anexo 1).
Ponderación de calificaciones	Solución al desafío: 50% (Autoevaluación (5%), Coevaluación (5%), Heteroevaluación (90%)) Problemarios: 20%. Examen rápido: 15%. Prácticas: 15%

Fuente: Elaboración propia

Es importante comentar que se solicitó el permiso a la academia de Probabilidad y Estadística en el área de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional de México en Celaya para la implementación de esta modalidad, en dicha academia, se ha establecido que en la asignatura se desarrollen las siguientes competencias

genéricas: capacidad de análisis y síntesis, habilidades básicas de manejo de la computadora, solución de problemas, trabajo en equipo, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica que coincide con la propuesta del concepto STEM. Para finalidad de este trabajo, se presentan solamente el diseño de dos unidades temáticas. Para la unidad 2, se presenta la propuesta de manera muy similar, pero cambia el contexto en función al contenido temático de dicha unidad, la tabla 2 se describe el contenido.

Tabla 2 Propuesta segunda unidad temática.

Unidad	Fundamentos de Probabilidad
Competencia	Utilizar las teorías de experimentos y reglas de conteo. Así como de los diferentes tipos de eventos y las relaciones de probabilidad y sus tipos y características.
Desafío o reto	Jugando con la Probabilidad
Modalidad	En equipo, máximo 4 integrantes
Escenario	La Secretaría de Educación de Guanajuato (SEG) los ha contratado para diseñar un juego que se presentará a los niños de 5 y 6 de primaria. Este juego busca introducir la probabilidad mediante simuladores, debe ser atractivo y didáctico a la vez e incluir: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El azar. Sus leyes</li> <li>• Simulación de procesos aleatorios</li> <li>• Frecuencias relativas</li> <li>• Manejo de muestras de tamaño creciente</li> <li>• Sucesos aleatorios</li> <li>• Cálculo probabilístico de sucesos elementales, etc.</li> </ul>
Evaluación	Realizarán y presentarán un informe con los resultados, dicho informe debe incluir: 1. Hoja de presentación. Introducción (descripción del juego, conceptos teóricos utilizados, leyes, etc.). Desarrollo del juego. Conclusiones (en español y en inglés). Fuentes de referencia (formato APA). La presentación será realizada el día y hora pactada, utilizarán software y se evaluará con la lista de cotejo correspondiente (Anexo 1).
Ponderación de calificaciones	Solución al desafío: 50% (Autoevaluación (5%), Coevaluación (5%), Heteroevaluación (90%)), Problemarios: 15%. Examen rápido: 15%. Prácticas: 15%. Reporte del documental "El poder de las predicciones", 5%.

Fuente: Elaboración propia

### 3. Resultados

El desarrollo de la asignatura de probabilidad y estadística utilizando esta modalidad lleva cuatro semestres consecutivos, los últimos tres se ha enfocado en la carrera de ingeniería en Sistemas Computacionales. En la figura 1 se presentan algunos de los títulos presentados por los estudiantes para la primera unidad.

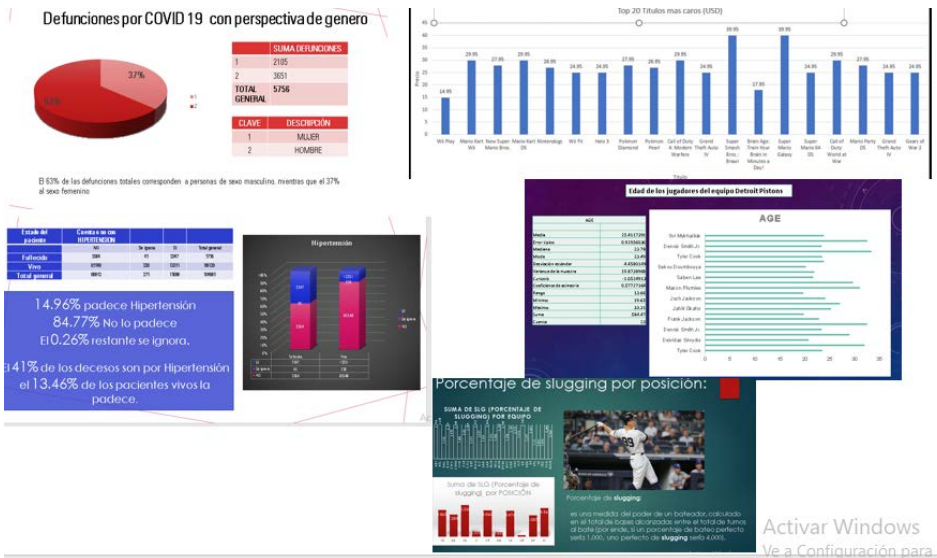
Se puede apreciar los diferentes temas que decidieron utilizar los estudiantes para el desarrollo del desafío, que van desde análisis deportivo, de video juegos, de COVID 19 y hasta los refugiados en Afganistán, se dio libertad de elección del tema para que fuera de su interés. En el análisis descriptivo presentaron tablas, y gráficos

de diferentes tipos con la respectiva interpretación de estos tal como se aprecia en la figura 2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1 Temas desarrollados en el desafío 1.



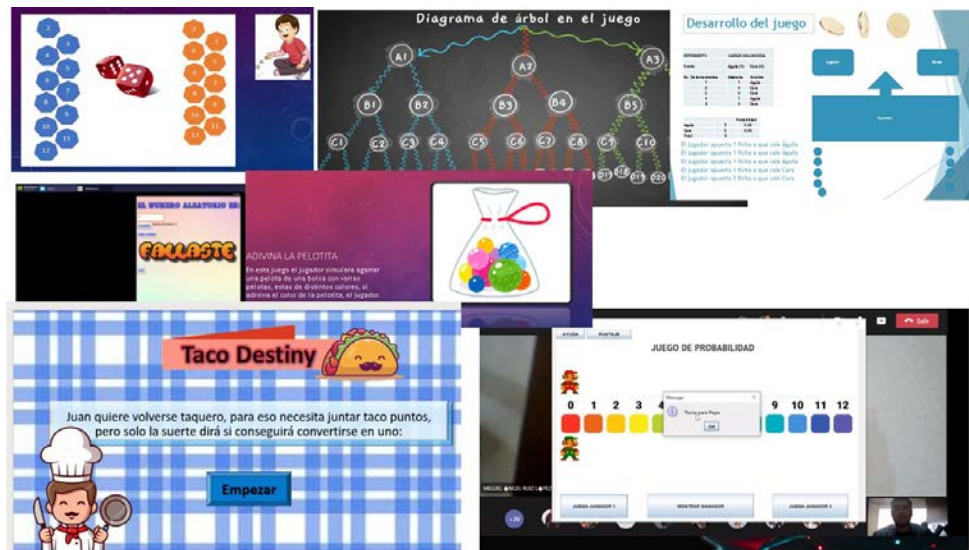
Fuente: Elaboración propia

Figura 1 Análisis descriptivo de diferentes temas.

En el desafío de la segunda unidad temática cuyo objetivo era diseñar un juego para niños de primaria que los introduzca en los temas relacionados con la Probabilidad, se presenta la figura 3 con una muestra de algunos de los juegos diseñados, es



importante mencionar que los estudiantes se encuentran en su mayoría cursando el segundo semestre y aun no tienen mucho conocimiento de programación, sin embargo, algunos equipos dieron un “plus” y pudieron programar el juego haciéndolo más atractivo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3 Desafío 2 Juego probabilístico.

Con base en los resultados se puede apreciar la creatividad de los estudiantes para aplicar los conceptos de Probabilidad en el diseño de un juego para niños de primaria.

#### 4. Discusión

La evolución y transformación del mundo tan vertiginoso implica cambios en todos los aspectos del ser humano y la educación no es la excepción. La industria 4.0 crea nuevas necesidades educativas y exige que los estudiantes adquieran competencias como adaptación al cambio, resolución de problemas complejos, pensamiento crítico y trabajo colaborativo entre otras cosas. El enfoque educativo STEM busca generar aprendizaje significativo en las disciplinas relacionadas con la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. El desarrollo de esta propuesta tiene mucha similitud con la presentada por Domínguez, Oliveros, Coronado y Valdez [2019] en su proyecto “retos de ingeniería” en el que un grupo de estudiantes

desarrollan un material didáctico que permite a estudiantes de nivel primaria y secundaria incursionar en los conceptos básicos de ingeniería y la ciencia y encontrar diferentes formas de solucionar un mismo problema con una cantidad limitada de elemento. La diferencia en esta propuesta es el uso de la tecnología y bases de datos grandes para el análisis y solución de los retos que se presentaron. Tal como lo plantean Huerta y Velázquez [2020], se coincide en que el profesor es fundamental en el desarrollo de esta modalidad, ya no es el que enseña, es un facilitador, creador de estrategias innovadoras de aprendizaje, fomenta las actividades grupales con proyectos que representen retos, el profesor es líder y empodera a los estudiantes para que también lo sean. Las dificultades encontradas por los estudiantes corresponden a la redacción de los informes más que al desarrollo en la solución del reto, es decir presentan deficiencias en la redacción de los objetivos, la introducción, conclusiones, etc. Es importante mencionar que se solicitó presentaran y expusieran las conclusiones en el idioma inglés para fomentar en ellos la competencia no menos importante de saber comunicarse en otro idioma.

## **5. Conclusiones**

La forma de enseñar tradicional necesita modificarse pues se encuentra lejos de muchos aspectos de la realidad actual. La velocidad de cambio que lleva la tecnología, la industria y la sociedad no esta acorde a la educación, los docentes debemos adaptar la enseñanza a estas tendencias de innovación y cambio y centrarnos en las competencias del siglo XXI, como la autodidactica, autoevaluación, autodirección y trabajo en equipo. Considerando la cooperación entre estudiantes y maestro como base de la enseñanza, fomentar la resolución de problemas reales, la incorporación del juego y la creación de entornos reales como el motor principal del aprendizaje y sobre todo el uso de las TIC como herramienta de acceso, organización, creación y difusión de los contenidos.

A través de los tres semestres de aplicar esta metodología, se ha podido constatar que los estudiantes se entusiasman por enfrentarse a la solución de retos y a pesar del desconcierto que presentan cuando se les explica el desafío y la impresión de ser algo de mucha dificultad, les llena de satisfacción presentar el logro del desafío.

Se sienten empoderados al culminar y presentar la respuesta que dieron a los retos solicitados.

El verdadero reto es para los docentes pues existe desconocimiento del modelo de educación 4.0 y por ende se carece de capacitación al respecto. Implica también el uso de herramientas de tecnologías y aplicarlas en el aula, pero sobre todo ser facilitadores del conocimiento, no ser los que enseñan sino utilizar las plataformas y recursos tecnológicos como las redes sociales, videos, podcast, tutoriales y el internet como un medio no como un fin para abrir al estudiante a la auto gestión del conocimiento. Es recomendable continuar la aplicación de esta modalidad STEM para las demás asignaturas no solamente en la carrera de ingeniería en Sistemas Computacionales sino en todas las demás que tiene la institución y proponer un modelo de evaluación que permita medir la satisfacción de los estudiantes de manera más tangible.

## **6. Bibliografía y Referencias**

- [1] Alianza para promover la educación en STEM. (2019). *Visión STEM para México*. Ciudad de México: CCE talento aplicado.
- [2] Barberá, J., & Fuentes, M. (2012). Estudios de caso sobre las percepciones de los estudiantes en la inclusión de las TIC en un centro de educación secundaria. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16(3), 285-305.
- [3] Batanero, C., & Díaz, C. (2011). *Estadística con proyectos*. Granada: ReproDigital. Facultad de Ciencias.
- [4] Carvajal, J. (2017). La cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su impacto en la educación superior en ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Global Partnerships for Development and Engineering Education. Boca Ratón, EE UU.
- [5] Domínguez, P., Oliveros, M., Coronado, M., & Valdez, B. (2019). Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A. *Innovación Educativa*, 19(80), 15-32.
- [6] Fisk, P. (24/enero/2017). *Gamechangers*: <https://www.thegeniusworks.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/>.

- [7] Guevara, G. (2011). Aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica para la enseñanza del tema de la recursividad. *InterSedes*, 11(20): <https://revistas.ucr.ac.cr/>.
- [8] Huerta, C. & Velázquez, M. (2020). Educación 4.0 como respuesta a la Industria 4.0: un estudio analítico descriptivo. *Ciencia Latina*.
- [9] Kim, D., Ko, D., Han, M. & Hong, S. (2014). The effects of science lessons applying STEAM education program on the creativity and interest levels of elementary students. *Journal of the Korean Association for Science Education*: [http://www.koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=GHHGOBX\\_2014](http://www.koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=GHHGOBX_2014)
- [10] Lupiáñez, J. & Ruiz-Hidalgo, F. (2016). Diseño de tareas para el desarrollo de la competencia STEM: los problemas de modelización matemática. *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*, 1-7.
- [11] Osorio, C. (2004). Los efectos de la ingeniería en el aspecto humano. Conferencia presentada en la XXIX convención panamericana de ingeniería, UPAI 2004. Los efectos de la ingeniería en el aspecto humano. Ciudad de México: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Obtenido de <https://www.oei.es/historico/>
- [12] Pérez Romero, P., Rivera Zarate, I. & Hernández Bolaños, M. (2019). La Educación 4.0 de forma simple. Posgrado Educación UATx. Tlaxcala: Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- [13] Riley, S. (2013). Pivot point: At the crossroads of STEM, STEAM and arts integration. *Edutopia*: <https://www.edutopia.org/blog/pivot-point-stem-steam-artsintegration->.
- [14] Toro González, J. (2019). Con visión de futuro. *Conversus*, 4-7.
- [15] Villegas, M., & González, F. (2011). La Investigación Cualitativa de la Vida Cotidiana. Medio Para la Construcción de Conocimiento Sobre lo Social a Partir de lo Individual. *Psicoperspectivas. Individuo y Sociedad*, 10(2).