



# EL LORO HUASTECO

## Órgano de Divulgación Científica y Tecnológica del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

---

### Industria 4.0 y la tecnología hacia la responsabilidad social de las organizaciones automotrices

Marco Antonio Díaz Martínez<sup>1</sup>, Reina Verónica Román Salinas<sup>1</sup>, Jesús Gómez Castellanos<sup>1</sup>  
Instituto Tecnológico Superior de Pánuco<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El propósito de este artículo consiste en valorar los efectos positivos o negativos que tienen algunos factores como responsabilidad social, procesos, producto, personas y negocios respecto a la tecnología de las organizaciones automotrices ubicadas en la ciudad de México, Tamaulipas de los municipios de Tampico, Madero y Altamira.

**Palabras claves:** *Industria 4.0, mejora continua, condiciones organizacionales, alfa de Cronbach.*

#### ABSTRACT

The purpose of this article is to assess the positive or negative effects that some factors have such as social responsibility, processes, product, people and businesses regarding the technology of automotive organizations located in Mexico City, Tamaulipas of the municipalities of Tampico, Madero and Altamira.

**Keywords:** *Industry 4.0, continuous improvement, organizational conditions, Cronbach's alpha.*

## INTRODUCCIÓN

En el campo de los procesos de fabricación, avances en ciencia y tecnología están apoyando continuamente el desarrollo de la industrialización en varias partes del mundo. (Valeria, 2013). Una revolución industrial desde la perspectiva de la evolución tecnológica puede identificarse en cuatro etapas comunes (Maynard, 2015; Kagermann, 2013), en las que las primeros tres tomaron alrededor de dos siglos y son el resultado, respectivamente: 1) la introducción de agua y vapor en el funcionamiento de los procesos mecánicos; 2) la aplicación de tecnologías de producción en masa y 3) la combinación de electrónica y tecnologías de la información (TI) para generar un respaldo hacia la automatización de la fabricación (Drath, 2014). En la actualidad, la atención al Internet de las cosas (IoT) y sus intervenciones en procesos industriales, así como a los ciber-sistemas (CPS), gobiernos e industrias de todo el mundo han notado ésto (Atzori, 2010; Khaitan, 2015).

Industry 4.0 (I4.0) se originó en Alemania en 2011 como Cuarta Revolución Industrial, con su implementación pretende optimizar la cadena de valor a través de la fabricación autónoma y el intercambio de información (Blanco, González y Rodríguez, 2007; Blanco, Fontrodona y Proveda, 2017). I4.0 tiene influencia en las empresas y en quienes lo administran, la toma de decisiones en la industria es útil a través de la adopción de la tecnología de la comunicación y permite desarrollar una ventaja competitiva en la cadena de valor de los productos comercializados. (Bearzotti, 2017; Joyanes, 2017; Baena et al., 2017).

Con la aplicación de I4.0, la compañía Siemens logró reducir el tiempo de comercialización en un 30%. Además, obtuvieron un incremento de 70,000 combinaciones en su modelo automotriz Ghibli y aumentaron la eficiencia de su sistema de producción, tres veces más de lo que solían tener (SIEMENS, 2019). Ford ha intentado cambiar la forma de construir sus productos a través de la tecnología; estos esfuerzos han resultado en un ahorro del 25% del tiempo utilizado para realizar un cambio dentro de la línea de producción (Ford, 2019).

Las nuevas tecnologías han permitido desarrollar productos y prototipos en todas las disciplinas para su comercialización. La influencia de la digitalización y la impresión 3D está relacionada con I4.0, esta actividad facilita la experimentación con nuevos productos (Rodríguez et al., 2018). Los modelos de negocios han permitido dar un valor agregado al producto comercializado derivado del avance y la innovación tecnológica, en contrapartida, ésto ha ocasionado una reducción del ciclo de vida del producto, haciéndolos obsoletos rápidamente (Cornelios y Strandhagen, 2017; López, Pereira y Alves 2017; Müller & Voigt, 2018). La fabricación inteligente se considera un principio básico de la industria 4.0, mientras que los productos inteligentes se consideran un valor agregado (German, Santos & Fabián, 2019). Además, I4.0

hace énfasis en la digitalización, optimización, personalización del producto y servicios de valor agregado (Lu, 2017).

Hoy en día, las empresas han implementado acciones de responsabilidad social como parte estratégica de su modelo de negocios, con estas acciones mejoran sus resultados y generan una difusión positiva en la empresa con una mayor aceptación social; procuran obtener resultados financieros positivos que no estén en contra de la política en favor de la responsabilidad social y el medio ambiente. (Setó & Angla, 2011).

Actualmente tenemos conocimiento sobre los elementos de la industria 4.0 y cómo funciona cada uno de ellos, sin embargo, es muy importante contar con un instrumento que pueda determinar el grado de madurez o las condiciones en que se encuentran cualquier organización, no solo para conocer las necesidades sino también para tomar las mejores decisiones e implementar estrategias hacia una mejora continua orientada a la industria 4.0 (Pazo, 2016)

## **ESQUEMA CONCEPTUAL, VARIABLES E HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

En este apartado se detallan los conceptos de las variables de estudio como la hipótesis a comprobar para la valoración por parte de los usuarios, de la variable tecnología, así como su relación con la responsabilidad social de la organización. Esto implica la definición de las variables incluidas en el instrumento, así como su relación causal (teórica) a comprobar.

### **Procesos**

Un proceso es cualquier actividad o grupo de actividades mediante los cuales uno o varios insumos son transformados y adquieren valor agregado, obteniéndose así un producto para un cliente y en una fábrica consiste en un cambio físico o químico para transformar materias primas en productos (Carro & González 2012). Al analizar esta variable se obtendrá información útil para determinar el nivel en que se ubican los conocimientos de los diferentes procesos productivos o de servicios de la empresa, el nivel en que se realiza la supervisión de los procesos productivos, nivel de consideración adecuada de los procesos productivos en la organización y si se considera que los procesos productivos o de servicios se pueden mejorar.

### **Producto**

El producto no termina con las limitaciones físicas en que pensamos normalmente. O sea, el artículo que, cuando se vende, desaparece para siempre. De modo semejante, en cualquier compañía el producto es el centro de sus actividades y se relaciona con todas las fases de las actividades corporativas (Burgoa, Gonzalo 2006). El analizar esta variable podremos

conseguir información útil para determinar el nivel de vida de un producto o servicio, el grado de implementación de la tecnología, tener un producto ganador y si las nuevas tecnologías han traído mejoras en los productos o servicios.

### **Personas**

Como en todo lo que tiene que ver con las empresas y la gestión de personas, ha habido una evolución muy importante al hilo de la experiencia acumulada, la formación de las personas en las organizaciones y el desarrollo de las competencias personales. La productividad personal es el resultado de aplicar un conjunto de técnicas orientadas a la consecución de resultados eficientes (Aranda, 2013). El analizar esta variable se obtendrá información útil para determinar el nivel de productividad de las personas por área de trabajo, si las personas están comprometidas con las estrategias de mejora que implementa la empresa, capacitar al personal en el uso y manejo de tecnologías para mejorar el modelo negocio y si cuentan actualmente con personal que cuenta con una formación orientada a la tecnología.

### **Negocios**

La globalización de los mercados, la apertura económica, los tratados de libre comercio y el entorno de competencia exigen empresas y organizaciones que sean capaces de enfrentar su futuro con parámetros de eficiencia y eficacia. Las soluciones tecnológicas solicitadas por los clientes para mantener y aprovechar el crecimiento empresarial de largo plazo en gestión, hacen que soluciones como BPM (Business Process Management) apoyen estas condiciones, convirtiendo la gestión de procesos de negocios en una técnica estratégica, que permite generar y controlar “cambios” de forma ágil, oportuna, confiable y de calidad, con miras al logro de los objetivos estratégicos establecidos por dichas empresas (Díaz, 2008).

El analizar esta variable podremos determinar el nivel de implementación de la tecnología que facilite las compras de los clientes, hacer propuestas novedosas de base tecnológicas como ventaja competitiva, considerar que la industria 4.0 destaca como la base de la economía, que la tecnología debe ser parte estratégica de su modelo de negocio y que la organización debe crear nuevos productos, servicios y modelos de negocio orientados hacia un nuevo tipo de cliente.

### **Responsabilidad social**

El concepto de responsabilidad social (RSE) acoge ideas afines al funcionamiento de las empresas en el marco del desarrollo del sistema económico-social. La RSE afianza la naturaleza y el quehacer de la empresa en un mundo cada vez más competitivo. Cabe mencionar que la RSE se conformó como concepto a partir de determinadas exigencias sociales y, concretamente, del mercado (Almeida, 2018). El analizar esta variable determinaremos si los procesos utilizados en la empresa están amortizados para no afectar el medio ambiente, el personal realiza actividades vinculadas con la cultura dentro y fuera de la empresa, si se destinan recursos orientados a sensibilizar la importancia del medio ambiente en los trabajadores, la empresa respeta las normatividades en materia de seguridad industrial y medio ambiente y si los residuos y desechos derivados de la producción están controlados y son resguardados.

La hipótesis propuesta implica la valoración de la responsabilidad social y la tecnología.

*H<sub>0a</sub>: La valoración de la responsabilidad social no tiene un efecto positivo con respecto a la tecnología.*

*H<sub>1a</sub>: La valoración de la responsabilidad social tiene un efecto positivo con respecto a la tecnología.*

En esta investigación se propone evaluar las variables independientes (causas) procesos, responsabilidad social, personas, producto y negocios con respecto a la variable dependiente (consecuencias) tecnología a través de las siguientes hipótesis.

*H<sub>0b</sub>: La valoración de los procesos, responsabilidad social, personas, producto y negocios no tiene un efecto positivo en los procesos de digitalización.*

*H<sub>1b</sub>: La valoración de los procesos, responsabilidad social, personas, producto y negocios tiene un efecto positivo en los procesos de digitalización.*

## **Tecnología**

Las tecnologías constituyen un conjunto de aplicaciones, sistemas, herramientas, técnicas y metodologías asociadas a la digitalización de señales analógicas, sonidos, textos e imágenes, que pueden ser manejados en tiempo real (Gil, 2002). Por su parte, (Ochoa & Cordero, 2002), establecen que son un conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (hardware y software), soportes y canales de comunicación, relacionados con el almacenamiento, procesamiento y la transmisión digitalizada de la información. Asimismo, (Thompson & Strickland, 2004) definen las tecnologías

de información y comunicación, como aquellos dispositivos, herramientas, equipos y componentes electrónicos, capaces de manipular información que soportan el desarrollo y crecimiento económico de cualquier organización. Al analizar esta variable tendremos información útil para determinar si sería óptimo adquirir nueva tecnología para la mejora de la producción y competitividad de la empresa, estar familiarizados con términos de tecnología, si la organización cuenta con presupuesto para la implementación de tecnología y si cuenta con medios electrónicos de difusión como diferenciador de competencia organizacional.

## **METODOLOGÍA**

Para analizar el modelo conceptual propuesto, se empleó la técnica multivariada de regresión de mínimos cuadrados parciales (o PLS, por *Partial Least Squares*), perteneciente al conjunto de métodos de sistemas de ecuaciones estructurales (o SEM, por *Structural Equation Models*), con la ventaja de admitir tamaños de muestras más bajos que en los métodos basados en covarianza (Marcoulides *et al.*, 2009; Shackman, 2013). Con una combinación de regresión múltiple, el análisis de componentes principales (Abdi, 2004) y la regresión de componentes principales (Geladi y Kowalski, 1986), el PLS permite resolver un modelo teórico construido a partir de las relaciones causales entre un grupo de variables (Rosipal y Krämer, 2006). El *software* empleado para los cálculos fue XLSTAT versión *Demo* 2014, con el uso de las librerías *PLSPM* (para resolver el modelo estructural bajo un esquema centroide) y *SPSS V. 25 Demo* (para el cálculo de la colinealidad entre variables estructurales).

Los datos fueron recolectados de una muestra inicial de 18 organizaciones del ramo automotriz en el estado de Tamaulipas, México y se tomaron como estudio los municipios de Tampico, Madero y Altamira, quienes manifestaron estar relacionados ampliamente en los procesos internos y externos de la organización. La muestra fue seleccionada cubriendo todas las organizaciones automotrices de los tres municipios. La consulta fue realizada mediante entrevista directa en las organizaciones durante el segundo trimestre del año 2019- Por un lapso de 1 mes-, cuyo instrumento de recolección correspondió a un cuestionario estructurado de preguntas tipo Likert de 7 puntos. La tasa de aplicación de los cuestionarios fue del 94% ya que en el municipio de Tampico la empresa Peugeot no mostro interés en la realización del estudio y se anuló dicha participación. Se incluyeron variables socio-demográficas para caracterizar los elementos de la muestra, donde se identificó una porción mayoritaria de encuestados (60%) con edades entre 30 y 40 años, donde un 90% registraron niveles de estudios técnicos, tecnológicos y universitarios. Por su parte, el 63% de las personas encuestadas fueron mujeres.

La consulta fue realizada mediante una entrevista semiestructurada que presenta un mayor grado de flexibilidad que las estructuradas (véase tabla 1), ya que comienzan con preguntas planificadas, que se pueden adaptar a los entrevistados. Su ventaja es la posibilidad de adoptar sujetos con enormes posibilidades para motivar al interlocutor, aclarar términos, identificar ambigüedades y reducir formalidades (Díaz, 2013).

**Tabla 1.**  
Fases de la entrevista

Primera fase		
<b>Preparación</b>		
Recopilación de información	Planificación de la entrevista	Preparación de la cita
Segunda fase		
<b>Apertura</b>		
Hacer explícito: razón, confidencialidad y duración	Acordar los propósitos y condiciones	
Tercera fase		
<b>Desarrollo</b>		
Intercambio de información	Identificación de puntos de acuerdo	
Cuarta fase		
<b>Cierre</b>		
Obtener conclusiones explícitas	Realizar resumen	

El instrumento fue diseñado a través de un análisis de los elementos que intervienen en la industria 4.0 hacia las organizaciones. Se estructuraron 16 aspectos a evaluar, distribuidas en forma secuencial en el instrumento, agrupadas por factores (véase tabla 2).

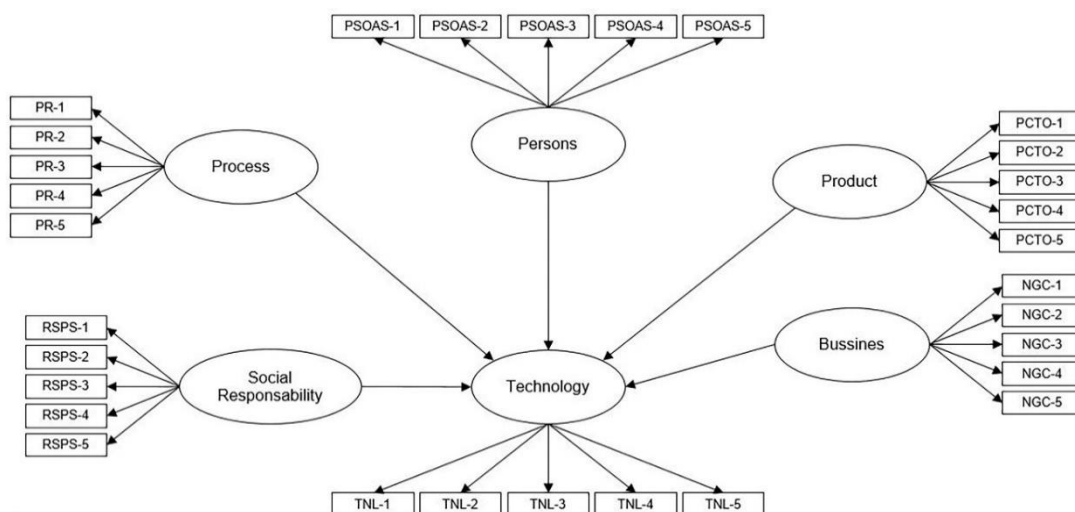
**Tabla 2.**  
Aspectos a evaluar y variables relacionadas con el instrumento de medición

Factor	Pregunta	Aspecto a evaluar
Procesos	P1	Conocimiento de los procesos productivos y

		servicios de su empresa
	P2	Nivel que realiza la supervisión de los procesos productivos o de servicios que ofrece su empresa
	P3	Nivel de los procesos productivos y servicios que ofrece la empresa
	P4	Nivel de innovación de los procesos productivos y servicios que ofrece la empresa
	P5	Estar de acuerdo que los procesos productivos y servicios se pueden mejorar
Producto	P6	Nivel que considera que la mejora continua incrementa la vida de un producto o servicio
	P7	Considera que la implementación de la tecnología mejora los estándares de competitividad
	P8	Consideración de un producto ganador
	P9	Las tecnologías traen beneficios de mejora al producto o servicio
	P10	La nube y los sistemas de información ha traído beneficios a la digitalización de los productos
Personas	P11	La productividad de las personas en las diferentes áreas de trabajo es la adecuada para su empresa
	P12	Compromiso de las personas en relación con las estrategias de la empresa
	P13	Capacitación del personal en las nuevas tecnologías para beneficio de los procesos de la organización
	P14	Cuenta con personal orientada en las nuevas tecnologías
	P15	Nivel ubica la capacitación de personal que realiza la empresa para mejorar los procesos productivos o servicios
Tecnología	P16	Adquirir nuevas tecnologías para la mejora de la producción y competitividad
	P17	Conocimiento de los términos de la tecnología
	P18	Presupuesto destinado para la implementación de tecnología
	P19	El ancho de banda de internet es adecuado para cubrir las necesidades organizacionales
	P20	Utiliza los medios electrónicos de difusión como un diferenciador de competitividad
Negocios	P21	Nivel de implementación de tecnología en su empresa que facilite las compras de sus clientes
	P22	Propuesta novedosa de base tecnológica como

		ventaja competitiva de su empresa
	P23	La industria 4.0 destaca la trascendencia como base de la nueva economía
	P24	La tecnología debe ser parte estratégica de su modelo de negocio
	P25	La organización este obligada a transformarse estratégicamente para crear nuevos productos
Responsabilidad Social	P26	Los procesos utilizados en su empresa están armonizados para no afectar el medio ambiente
	P27	Su personal realiza actividades vinculadas con la cultura ambiental dentro y fuera de la empresa
	P28	Se destinan recursos orientados a sensibilizar la importancia del medio ambiente en sus trabajadores
	P29	Su empresa respeta las normatividad en materia de seguridad industrial y medio ambiente
	P30	Control de los residuos o desechos derivados de la producción de bienes o servicios

El modelo completo muestra las variables observables (P1 a P30). Por cada pregunta, los encuestados podrían expresar su opinión a través de una escala de tipo Likert de 7 puntos, donde 1 es totalmente en desacuerdo y 7 totalmente de acuerdo. En orden a probar la consistencia interna del instrumento a través de constructos o factores, se empleó el coeficiente de Alfa de Cronbach, arrojando como resultado un valor mínimo de 0.80, superando el valor mínimo recomendado de 0.70 (Tavakol y Dennick, 2011). En la figura 1 se puede observar un esquema conceptual donde se muestran las variables latentes y las variables manifiestas empleadas en la valoración de la tecnología.



**Figura 1.** Esquema conceptual propuesto con variables observables empleadas en la valoración de las tecnologías

## RESULTADOS

### Descripción de los datos

El conocimiento de los términos de la tecnología (P17) promedió 5.9 puntos aproximados, y es el valor más alto en esta variable observable seguido por la adquisición de nuevas tecnologías para la mejora de la producción y competencia (P16) con un promedio de 5.5. La puntuación más baja se obtuvo en el aspecto del personal orientado en las nuevas tecnologías (P14) seguido por la implementación de la tecnología de la empresa para facilitar las compras de los clientes (P21). Los resultados descriptivos de las variables observables se registran en la tabla 3.

**Tabla 3.**  
Descripción de datos

Variable Observable	Media	Desviación Estándar
P1	4.6	0.99
P2	5.9	0.89
P3	6.0	0.96
P4	6.0	0.93
P5	6.1	0.92
P6	6.0	0.79
P7	6.8	0.33
P8	6.1	0.72
P9	6.8	0.33
P10	6.6	0.48
P11	5.8	0.79
P12	5.9	0.33
P13	6.2	0.72
P14	4.2	0.33
P15	4.7	0.48
P16	5.5	1.32
P17	5.9	0.89
P18	5.4	0.93
P19	5.3	1.79
P20	5.2	1.29
P21	4.5	1.36
P22	4.7	1.71
P23	5.6	1.15

P24	5.5	1.54
P25	5.8	1.42
P26	6.1	1.21
P27	5.3	1.53
P28	6.3	1.44
P29	5.4	1.69
P30	5.9	1.29

### Fiabilidad y validez del instrumento

El modelo o esquema propuesto de tipo reflectivo presenta niveles satisfactorios de validez y fiabilidad (Prieto, 2010; Vizcaíno, 2014). Tomando en cuenta la comparación de las 5 variables exógenas latentes con respecto a la variable endógena de tecnología (véase tabla 4). Para la validez –convergente–, se calculó la varianza promedio extraída (o AVE, por *Average Variance Extracted*) por constructo relacionado con la variable de tecnología, obteniendo valores superiores a 0.22, estando por encima de 0.50 la variable de responsabilidad social, que es el valor mínimo recomendado (Hair et al., 2016). También se realizó una evaluación de modelo y se obtuvo un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0.70.

**Tabla 4.** Tipos de variables y coeficientes de AVE por constructo

Factor	Tipo	AVE
Procesos	Exógeno	0.37
Producto	Exógeno	0.22
Personas	Exógeno	0.39
Negocios	Exógeno	0.31
Responsabilidad Social	Exógeno	0.52
Tecnología	Endógeno	1.0

Por otra parte, la estimación del factor de inflación de la varianza (o VIF, por *Variance Inflation Factor*) indica que no existe multicolinealidad entre pares de constructos o factores independientes (véase tabla 5), obteniendo un valor máximo de 1.95 (Chen, 2012).

**Tabla 5.** Tolerancia y VIF por constructo

Factor	Tolerancia	VIF
Procesos	0.675	1.483
Producto	0.727	1.375
Personas	0.513	1.950
Negocios	0.531	1.883
Responsabilidad Social	0.554	1.806

Por último, la validez discriminante aplicada al modelo sugiere que cada constructo es independiente a los otros constructos, excepto de aquel que es teóricamente asociado en el esquema propuesto (Henseler *et al.*, 2015), comparando cada coeficiente de regresión, carga o efecto individual con los efectos cruzados de cada variable observada para los demás constructos (véase tabla 6).

**Tabla 6.** Matriz de efectos cruzados

	<b>Procesos</b>	<b>Producto</b>	<b>Personas</b>	<b>Tecnología</b>	<b>Negocios</b>	<b>Resp. Social</b>
P1	<b>-0.115</b>	0.098	0.363	0.038	0.143	0.143
P2	<b>-0.280</b>	-0.217	0.473	0.357	0.156	0.226
P3	<b>-0.395</b>	-0.510	0.667	0.160	0.555	0.558
P4	<b>0.708</b>	0.347	-0.036	-0.424	0.043	-0.303
P5	<b>0.877</b>	0.386	-0.291	-0.430	-0.263	-0.390
P6	0.396	<b>-0.228</b>	0.441	0.128	0.523	0.368
P7	0.480	<b>0.520</b>	-0.141	-0.177	-0.181	-0.197
P8	0.608	<b>0.621</b>	-0.081	-0.205	0.056	-0.201
P9	0.068	<b>0.456</b>	-0.165	-0.058	0.171	-0.128
P10	0.529	<b>0.771</b>	-0.344	-0.463	-0.462	-0.329
P11	-0.614	-0.298	<b>0.777</b>	0.697	0.542	0.683
P12	-0.526	-0.501	<b>0.793</b>	0.477	0.563	0.567
P13	0.046	0.174	<b>-0.165</b>	0.021	0.097	-0.133
P14	-0.010	-0.474	<b>0.695</b>	0.237	0.569	0.578
P15	-0.197	-0.217	<b>0.662</b>	0.254	0.282	0.622
P16	0.183	-0.347	-0.166	<b>-0.287</b>	0.025	-0.037
P17	-0.042	0.209	-0.117	<b>-0.305</b>	-0.020	-0.327
P18	-0.417	0.114	0.141	<b>0.362</b>	-0.021	0.063
P19	-0.584	-0.478	0.428	<b>0.942</b>	0.404	0.498
P20	-0.530	-0.396	0.790	<b>0.886</b>	0.705	0.890
P21	0.109	-0.370	0.332	0.144	<b>0.469</b>	0.409
P22	-0.002	-0.638	0.310	0.085	<b>0.655</b>	0.247
P23	0.253	0.302	0.016	0.056	<b>0.197</b>	-0.060
P24	-0.370	-0.404	0.663	0.620	<b>0.973</b>	0.777
P25	-0.257	-0.236	0.091	0.027	<b>0.018</b>	-0.188
P26	0.048	0.184	-0.215	-0.054	0.126	<b>-0.151</b>
P27	-0.464	-0.468	0.846	0.659	0.675	<b>0.924</b>
P28	-0.552	-0.503	0.808	0.755	0.691	<b>0.891</b>
P29	-0.530	-0.417	0.706	0.563	0.719	<b>0.937</b>
P30	-0.069	-0.338	0.193	-0.036	0.453	<b>0.185</b>

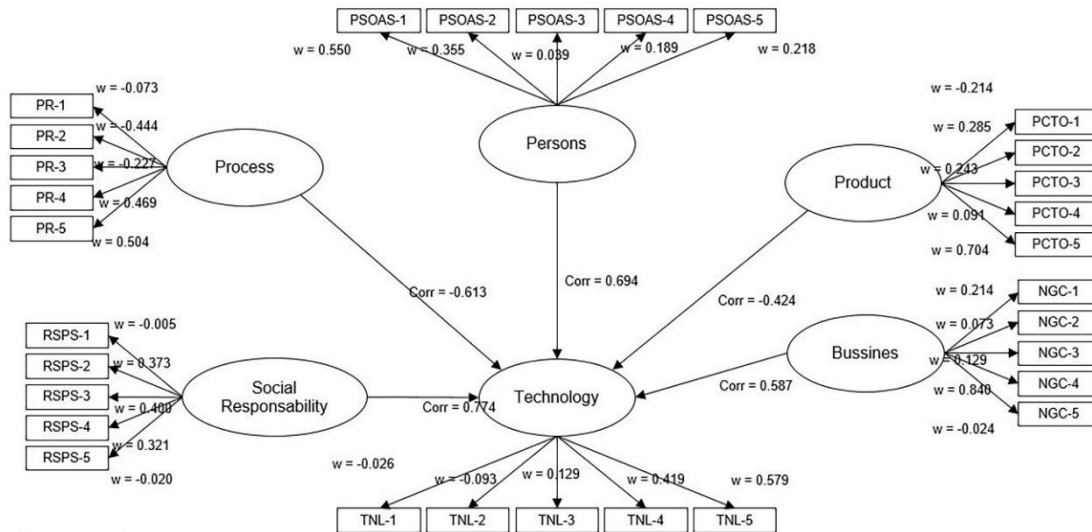
### Análisis del modelo estructural

En la tabla 7 se puede observar los pesos externos y las correlaciones de cargas estandarizadas que se agrupan en dos tablas grandes. Si estudiamos las correlaciones entre las variables manifiestas y las variables latentes podemos observar que las variables manifiestas de responsabilidad social (RSPS-3) tienen un mayor efecto sobre el modelo de responsabilidad social que RPS-1, RPS-2, RPS-4 y RPS-5. Esta tabla permite ver el impacto de cada variable manifiesta asociada en su variable latente asociada. En la figura 2, se muestra el diagrama de la valoración de la tecnología empleando la técnica de PLS donde se muestra los pesos y correlaciones de las variables latentes y las variables manifiestas.

**Tabla 7.** Modelo externo de variables latentes

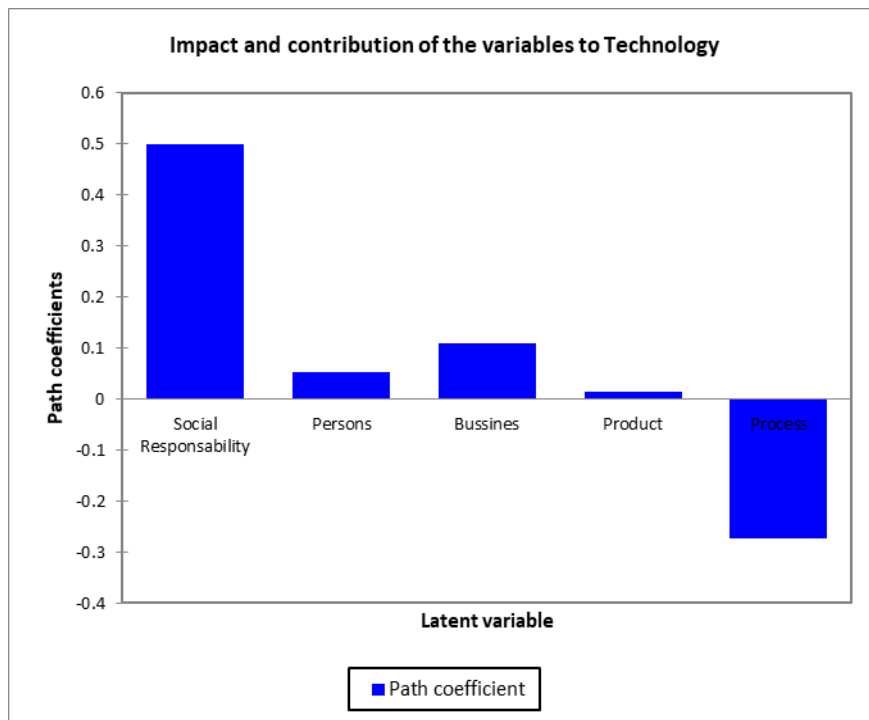
Variable latente	Variables manifiestas	Pesos Externos	Correlación de cargas estandarizadas	Límite inferior	Límite superior
Procesos	PR-1	-0.073	-0.163	-0.942	0.923
	PR-2	-0.444	-0.347	-0.871	0.726
	PR-3	-0.227	-0.433	-0.947	0.766
	PR-4	0.469	0.649	-0.239	0.966
	PR-5	0.504	0.855	-0.007	0.966
Producto	PCTO-1	-0.214	-0.089	-0.960	0.921
	PCTO-2	0.285	0.703	-0.303	0.950
	PCTO-3	0.243	0.448	-0.658	0.884
	PCTO-4	0.091	0.420	-0.741	0.931
	PCTO-5	0.704	0.900	-0.678	0.971
Personas	PSOAS-1	0.550	0.858	-0.889	0.969
	PSOAS-2	0.355	0.875	-0.370	0.968
	PSOAS-3	0.039	-0.160	-0.684	0.871
	PSOAS-4	0.189	0.595	-0.895	0.953
	PSOAS-5	0.218	0.508	-0.817	0.876
Tecnología	TNL-1	-0.026	-0.284	-0.880	0.896
	TNL-2	-0.093	-0.348	-0.861	0.881
	TNL-3	0.129	0.393	-0.614	0.879
	TNL-4	0.419	0.893	-0.181	0.975
	TNL-5	0.579	0.925	-0.477	0.982
Negocios	NGC-1	0.214	0.520	-0.773	0.951
	NGC-2	0.073	0.596	-0.419	0.953
	NGC-3	0.129	0.291	-0.630	0.887
	NGC-4	0.840	0.960	-0.637	0.981
	NGC-5	-0.024	-0.048	-0.819	0.895
Responsabilidad Social	RSPS-1	-0.005	-0.149	-0.854	0.950
	RSPS-2	0.373	0.924	-0.443	0.978

	RSPS-3	0.400	0.900	-0.420	0.976
	RSPS-4	0.321	0.928	-0.133	0.972
	RSPS-5	-0.020	0.178	-0.480	0.881



**Figura 2.** Resultados del modelo para la valoración de la tecnología empleando la técnica de PLS.

A continuación, se muestra la contribución de las variables de responsabilidad social, personas, negocios y producto que actúan positivamente con respecto a la variable de tecnología y la variable de procesos que actúa negativamente (véase figura 3).



**Figura 3.** Diagrama de coeficientes y varianzas explicadas

En la figura anterior la variable de responsabilidad social se relaciona de forma positiva con la variable de tecnología, es decir las organizaciones tienen amortizados sus procesos para no afectar el medio ambiente, su personal realiza actividades vinculadas con la cultura ambiental dentro y fuera de la empresa, se destinan recursos para sensibilizar la importancia del medio ambiente en sus trabajadores y respetar las normativas en materia de seguridad industrial y medio ambiente. La variable de procesos tiene una relación negativa con respecto a la variable de tecnología y es debido a que entre más tecnología exista se requiere más conocimiento de los procesos productivos, servicios de la organización y al tener nueva tecnología será necesario tener una mejor supervisión en tiempo real de los diferentes procesos de la organización.

De acuerdo con los resultados, la variable de responsabilidad social tuvo un efecto positivo con la tecnología, por tanto, se aceptó esta hipótesis, mientras que de igual manera las variables de producto, personas, negocios actúan positivamente, sin embargo, la variable de procesos no tuvo efecto positivo, rechazándose este planteamiento.

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

El objetivo principal del artículo se concentró en la valoración, por parte de los usuarios, del impacto que tiene la responsabilidad social respecto a la tecnología en las organizaciones a la cual pertenecen en Tampico, Tamaulipas, México a través de la aplicación de la técnica de regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS), que permitiera identificar los factores determinantes de la responsabilidad social y la tecnología. Para este estudio, se consideraron las variables *responsabilidad social, tecnología, procesos, personas, productos y negocios*.

Los resultados del modelo propuesto muestran que la media más alta en la variable de tecnología está representada por el conocimiento de los términos de la tecnología. También se realizó el cálculo de la varianza promedio extraída (AVE) donde la consistencia del constructo de responsabilidad social fue aceptada y la consistencia interna del instrumento de investigación es aceptable con un coeficiente de Alpha de Cronbach de 0.80.

Por otra parte, la estimación del factor de inflación de la varianza (o VIF, por *Variance Inflation Factor*) indica que no existe multicolinealidad entre pares de constructos o factores independientes.

Por último, es necesario tener en cuenta que, para este tipo de estudios, deben considerarse las limitaciones de aceptabilidad por parte de las organizaciones ya que algunas presentan desconocimiento sobre los elementos que integran la industria 4.0 y es necesario aplicar el instrumento a personas que cuenten con

años de experiencia laboral y que estén completamente relacionados con los procesos industriales y digitales de su organización.

Las repercusiones de esta investigación relacionado con la industria 4.0 es que las organizaciones optimicen sus sistemas de fabricación, acorten el ciclo de desarrollo de nuevos productos, reduzcan los costos de fabricación y cuenten con procesos productivos totalmente integrados y automatizados, con máquinas capaces de autoadministrarse y mantenerse. Igualmente, la Industria 4.0 podría generar cambios en la fuerza laboral, requiriendo nuevas capacidades, aptitudes y roles, porque este concepto supone un cambio de mentalidad muy importante y una gran transformación en las empresas. Es importante no quedarse al margen, porque la Cuarta Revolución Industrial supondrá una fuente de competitividad para las industrias occidentales tanto en costes de mano de obra, energía, así como en niveles de compromiso social.

## REFERENCIAS

Abdi, H. (2004). Partial Least Squares (PLS) Regression. En: M.S. Lewis-Beck, A. Bryman & T.F. Liao (eds.), *The SAGE Encyclopedia of Social Sciences Research Methods* (pp. 792-795), Thousand Oaks: SAGE.

Almeida, M. & Arrechavaleta, G. (2018). Responsabilidad social empresarial y sus limitaciones en el contexto académico universitario. *Business Social Responsibility an its Restrictions in the University Academic Context*, 2(87), 1-17.

Aranda, I. (2013). Productividad personal. Observatorio de recursos humanos y relaciones laborales. Sitio Web: [https://factorhuma.org/attachments\\_secure/article/10577/c402\\_como\\_organizar\\_nos\\_para\\_conseguir\\_resultados\\_extraordinarios.pdf](https://factorhuma.org/attachments_secure/article/10577/c402_como_organizar_nos_para_conseguir_resultados_extraordinarios.pdf)

Atzori, L., Antonio, I., & Giacomo M. "The Internet of Things: A survey," *Computer Networks* Vol. 54, no.15, 2010.

Baena, F., Guarin, A., Mora, J., Sauza, J. & Retat, S. (2017). Learning Factory: The path to Industry 4.0. 7th Conference on Learning Factories. doi: 10.1016/j.promfg.2017.04.022

Bearzotti, L. (2017). Industria 4.0 y la gestión de la cadena de suministros: el desafío de la nueva revolución industrial. *Gaceta Sansana*, 3(8), 1-7.

Blanco, M., González, K. & Rodríguez, J. (2007). Propuesta de una arquitectura de la industria 4.0 en la cadena de suministro desde la perspectiva de la ingeniería industrial. *Ingeniería Solidaria*, 13(23), 77-90.

Burgoa, A. & Gonzalo, L. (2006). Los productos en la vida corporativa. *Perspectivas*, 9(18), 127-160.

Cano, G. (2018). Las TICs en las empresas: evolución de la tecnología y cambio estructural en las organizaciones. *Revista científica dominio de las ciencias*. Vol. 4, (1), 206-217.

Carro, P., Gonzalez, D. (2012). El Sistema de producción y operaciones. Administración de las operaciones. Sitio Web: [http://nulan.mdp.edu.ar/1606/1/01\\_sistema\\_de\\_produccion.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1606/1/01_sistema_de_produccion.pdf)

Chen, J. *Advances in Hospitality and Leisure. Bingle: Emerald Group Publishing*, Vol. 8, 2012.

Cornelios, J. & Strandhagen, J. (2017) An Industry 4.0 research agenda for sustainable business models”, *Procedia CIRP*, 63, 721–726.

Díaz, B., Torruco. G. & Martínez, H. La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica*. Vol. 2, (7), 2013.

Díaz, F. (2008). Gestión de procesos de negocios BPM (Business Process Management), TICs y crecimiento empresarial ¿Qué es BPM y como se articula con el crecimiento empresarial? *Revista Univer&Empresa*, 7 (15), 151-156

Drath, R., & Alexander, H. “Industrie 4.0: Hit or Hype?” *IEEE Industrial Electronics Magazine* Vol. 8, no. 2, 2014. *Evolutionary Approaches*, (2015).” *ACM Computing Surveys* vol. 47, no. 4.

FORD. (2019). Ford 4.0: la Nueva Revolución Industrial. Ford Sitio web: <https://www.ford.mx/blog/legado/nueva-revolucion-industrial-201809/>

Geladi, P. & Kowalski, B. (1986). Partial least-squares regression: A tutorial. *Analytica Chimica Acta*, 185, 1-17.

Hair, J., Hult, G. & Ringle, C. *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*, 2nd Edition. Nueva York: SAGE Publications, 2016.

Henseler, J. & Ringle, J. *A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling*. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115-135, 2015.

Joyanes, L. (2017). Ciberseguridad: la colaboración público-privada en la era de la cuarta revolución industrial Industria 4.0. *Cuaderno de estrategia*, 185, 16-64.

Kagermann, H., Wolfgang, W., & Johannes, H. "Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0. Berlin: Industrie 4.0," Working Group of Acatech, 2013.

Khaitan, S.K & James, D.M. "Design Techniques and Applications of Cyberphysical Systems: A Survey." *IEEE Systems Journal* vol.9, no. 2, 2015.

López, M., Pereira, A. & Alves, A. (2017). Smart products development approaches for Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*. 13, 1215-1222. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.09.035

Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10.

Marcoulides, G.; Chin, W. & Saunders, C. (2009). A critical look at partial least squares modeling. *MIS Quarterly*, 33(1), 171-175.

Maynard, D.A. (2015) "Navigating the Fourth Industrial Revolution." *Nature Nanotechnology*, Vol.10, no. 12. Ochoa, & Cordero. (2002). <http://www.ruv.itesm.mx/especiales/citela/documentos/material/módulos/módulos2/contenidoii.htm>. Recuperado el 02 de mayo 2017, de <http://www.ruv.itesm.mx/especiales/citela/documentos/material/módulos/módulos2/contenidoii.htm>

Pazo, M. "4 herramientas para dar paso a la industria 4.0. Consultado el 25 de agosto de 2018", ciudad del futuro, <https://ciudadesdelfuturo.es/4-herramientas-digitales-industria-4-0.php>, 2016.

Prieto, G. & Delgado, A. FIABILIDAD Y VALIDEZ. Pales del Psicólogo- Consejo general de colegios oficiales de psicólogos. Vol. 31 (1), 2010.

Rodríguez, J., Sierra, J., Villazón, M. Cabrera, A., Sosa, V. & Cortizo, J. (2018). Ingeniería de diseño en cirugía. ¿Cómo diseñar, comercializar dispositivos quirúrgicos fabricados con impresión 3D? *Cirugía Española*. <https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2017.12.007>

Rosipal, R. & Krämer, N. (2006). Overview and Recent Advances in Partial Least Squares. *Lecture Notes in Computer Science*, 3940, 34-51.

Santos, L., Brittes, G., Fabián, N. & Germán, A. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394.

Setó, D. & Angla, J. (2011). Naturaleza de la relación de la Responsabilidad Social de la Empresa (RSE) y el resultado financiero. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 20(4), 161-176.

Shackman, J. D. (2013). The Use of Partial Least Squares Path Modeling and Generalized Structured Component Analysis in International Business Research : A Literature Review. *International Journal of Management*, 30(3), 78-86.

SIEMENS. (2019). El futuro de la industria: Digitalización Industrial. 2019. Sitio web: [https://w5.siemens.com/spain/web/es/el-futuro-de-la-industria/pages/el\\_futuro\\_de\\_la\\_industria.aspx](https://w5.siemens.com/spain/web/es/el-futuro-de-la-industria/pages/el_futuro_de_la_industria.aspx)

Tavakol, M. & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53-55.

Thompson, & Strickland. (2004). *Administración estratégica*. México: Mac Graw Hill  
Valeria, B., Alberto, G., & Paola B. (2013). "A Quantitative Investigation of the Role of Information and Communication Technologies in the Implementation of a Product-service System," *International Journal of Production Research.*, Vol. 51 no. 2

Vizcaíno, A.E. & Manzano, M. Validez de constructo y confiabilidad del cuestionario de creencias epistemológicas sobre las matemáticas en alumnos de secundaria básica. *Revista Colombiana de Psicología*, 24 (2), 301-316, 2015.