

# IMPACTO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN LA CALIDAD EN EMPRESAS GRANDES

Salomón Montejano-García, Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Rocío Montserrat Campos-García, Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Miguel Alejandro García-Vidales, Universidad Autónoma de Aguascalientes

## RESUMEN

*La presente investigación se realizó en Aguascalientes, México; con ella, se pretende determinar la importancia que se le da a la automatización en empresas con más de 250 trabajadores; así como su relación sobre la calidad en los productos; esta investigación es cuantitativa, no experimental y transversal; para ello, se diseñó una encuesta en la que se analizan dos constructos, de los cuales uno es la automatización, al cual se le asocian seis variables, y el otro es la calidad, al que se le asocian tres variables, ambos medidos en escala Likert, esta encuesta se aplicó a 41 directivos; con los resultados obtenidos se realizó un análisis de correlación y uno de regresión lineal, después de éstos se concluyó que en las empresas grandes existe una influencia positiva y significativa de la automatización en la calidad. Para realizar los análisis estadísticos, se utilizó el paquete SPSS-26.*

**PALABRAS CLAVE:** Automatización, Calidad, Empresas Grandes

## IMPACT OF AUTOMATION ON QUALITY IN LARGE COMPANIES

### ABSTRACT

*This research was made in Aguascalientes, México. The aim was to determine the importance of automation in companies with more than 250 workers, and its effect on product quality. This is quantitative non-experimental and transversal research. We designed a survey with two constructs; one is automation, with six questions, and other is quality with three questions. Both were designed based on a Likert scale, and were applied to 41 directives. We completed correlation and regression analysis. Results show significant and positive influence of automation on the quality of products in large companies.*

**JEL:** L15

**KEYWORDS:** Automation, Quality, Large Companies

### INTRODUCCIÓN

Las empresas que arriban a Aguascalientes desde otros países muestran una dinámica de trabajo diferente a la que se vive localmente en el ámbito empresarial, se pone de manifiesto la importancia que tiene la automatización para la manufactura que se realiza en este tipo de organizaciones, motivado de manera clara por la calidad que los clientes les solicitan; por lo tanto, las empresas que lo entienden y lo aplican pueden lograr lugares especiales en este ámbito. Una de las mejores maneras para apoyar a que las empresas mejoren y logren obtener el mayor beneficio posible por cada unidad de insumo que se utiliza, es resultado de la mejora constante de los procesos, y que logra la evolución de los mismos, que se caracteriza de acuerdo a una de las etapas que van desde la manera tradicional de producir, hasta la aplicación del conocimiento almacenado por las personas y con base en esto se diseñen procesos que por sí

mismos se simplifiquen, y logren mejorar sus resultados continuamente (Richard, 2005), hasta lograr que sean procesos automatizados en todos sus segmentos. La industria en general, se encuentra aún bajo la influencia de la mejora de métodos y enfocada en el desempeño de la mano de obra, haciendo los análisis y las recomendaciones para incrementar la eficiencia de este recurso; entonces las estrategias de trabajo y eran del dominio general, por lo tanto de aplicación sencilla para la alta dirección en las organizaciones (Vargas y Guillen, 2005); sin embargo el dinamismo en la industria se hace presente por la competencia de las organizaciones para lograr alcanzar mercados mundiales, por lo tanto es necesario que la alta dirección forme parte de este dinamismo y evolucione en sus estrategias y formas de trabajo, para llevar a su organización a los primeros lugares de competencia mundial (Mintzberg, Bruce y Lampel, 1998); por lo tanto una herramienta muy importante para desarrollar es la automatización de los sistemas de producción, la cual se hace presente como mecanización o inclusive robótica (Kamarudin, Mohammad y Mahbub, 2015), por lo que el enfoque pasa de ser la mano de obra, al análisis de todas las operaciones que se puedan automatizar; y aunque en este momento no se tenga esta capacidad, es necesario que se tome ritmo para lograrlo. En el caso de las empresas en Aguascalientes, la inferioridad industrial, se manifestó cuando empresas de nivel mundial, que por lograr mejores resultados en sus operaciones, así como el desarrollo de la industria local e incrementar la disponibilidad de trabajo regionalmente, decidieron establecerse en este lugar en la década de los 80s y tuvieron un efecto contrario al esperado, puesto que la empresa local que había en ese momento no contaba con los adelantos ni las formas de trabajo de las que estaban llegando, únicamente se convirtió en maquiladora de la recién llegada, la cual por así convenir a sus intereses, se cambió a otros países, dejando a la industria local con una baja significativa en su presencia regional; al grado de que algunas, inclusive desaparecieron (Gutiérrez, Hernández, y Alemán, 1999).

Después de este fracaso industrial, de nueva cuenta en Aguascalientes se vislumbra otra vez gran crecimiento industrial, relacionado básicamente a la llegada de empresas del ramo automotriz de origen extranjero que se están instalando en la región, por lo tanto nuevamente se experimenta una oportunidad más para lograr desarrollar las empresas locales, sin embargo no se podrá lograr si éstas no hacen lo suficiente para estar a la altura de las extranjeras; teniendo como consecuencia inclusive su desaparición. Para la empresa local, es difícil en este momento colocarse a la altura de la industria extranjera que arriba al estado, ya que aunque las empresas sean grandes, se siguen administrando como empresas familiares; por lo que claramente existen diferencias entre la empresa local y la extranjera, dichas diferencias básicamente se pueden ver en sus sistemas de trabajo y en la cultura laboral existente en ambas, por lo tanto, se requiere analizar estas diferencias para poder subsanarlas; por lo pronto en el presente estudio nos enfocaremos al análisis de la automatización y de la calidad del producto, así como a la relación entre ellas. Como se mencionó anteriormente los autores mencionan que la automatización puede ayudar a reducir los defectos en la producción, lo cual influye directamente en la calidad, sin embargo, a pesar de que se hace mención de la relación que hay entre estas dos variables, no hay evidencia científica que la demuestre, por lo que esta investigación se centra determinar por medio de la aplicación de una encuesta, si en realidad existe dicha correlación. El resto de la investigación está organizada de la siguiente manera: Revisión de literatura, en donde se presenta un análisis crítico de las publicaciones que se han realizado en cuanto a las dos variables de estudio, calidad y automatización, posteriormente se presenta la Metodología en donde se habla entre otras cosas sobre la muestra que se utilizó y el instrumento de medición, enseguida se presenta el apartado de los Resultados en donde se muestran los análisis de correlación que se realizaron y finalmente las Conclusiones donde se exponen los hallazgos de esta investigación.

## **REVISIÓN DE LA LITERATURA: CALIDAD Y AUTOMATIZACIÓN**

La globalización ha forzado a las empresas a ser más competitivas y para ello se han sometido a una continua búsqueda y diseño de mejores estrategias para fortalecer su competitividad. Actualmente, la alta calidad en los productos y servicios es uno de los más importantes criterios de desempeño dentro de la administración de operaciones, en las empresas. Varias investigaciones han demostrado que es través del aseguramiento de la calidad total (Feigenbaum, 1986), de los productos y servicios, que las empresas

pueden lograr aumentar su competitividad. Existen varias definiciones al término de calidad, tales como, el constante cumplimiento a las expectativas de los clientes, sin embargo, de acuerdo con el diccionario Merriam Webster, (2017) la calidad es simplemente un “atributo distinguido. Por otro lado, la evolución de este concepto demuestra un importante avance en la creación de sistemas de calidad dentro de las etapas que se distinguen en los procesos de producción, la evolución se presenta por el cambio en los sistemas, entre los que se encuentran la inspección, el control estadístico, el aseguramiento de la calidad y calidad total (Cantú-Delgado, 2011), recientemente se incorporan sistemas seis sigma (Brady, Allen, 2006) y manufactura esbelta (Belekoukias, Garza-Reyes, 2014). El orden que se tiene en la evolución de los sistemas de calidad marca la pauta para que las empresas logren un desarrollo consistente y de esta forma evitar las incongruencias de procesos de calidad total, cuando no se cuenta con metodologías de trabajo, y de esta manera asegurar procesos operativos controlados. En sus primeras etapas, la calidad era asegurada, básicamente, a través de la medición, en este caso con inspecciones minuciosas a las piezas, esto debido a la producción en masa, la cual fue detonada por la revolución industrial, generando a su vez puestos especializados, en donde no se podía confiar totalmente en la habilidad de los trabajadores. Así entonces este sistema se caracteriza por su enfoque a la medición, aportando la información necesaria con relación al cumplimiento de las especificaciones, lo cual consiste en la comparación directa de las características del producto con sus planos o especificaciones.

Un avance significativo fue que la calidad es controlada estadísticamente, es decir, mediante la utilización de la información generada por la inspección, ésta se evalúa a través de la aplicación de técnicas estadísticas, como son la frecuencia, el tipo y magnitud de las fallas encontradas en el producto, comparación respecto a las medias, gráficas de control, entre otras. El aseguramiento de la calidad consecutivamente nace como una necesidad de evitar riesgos durante la realización de las actividades de valor agregado relacionadas con la producción, al incorporar el concepto de planeación de la calidad una vez que se busca establecer la implementación de todas aquellas actividades de corte preventivo que permiten mantener los procesos bajo control y como resultado obtener productos consistentemente conforme con las especificaciones.

Posteriormente se desarrolla una visión hacia una calidad total, así como la integración de departamentos considerados también responsables de la administración de la calidad total (TQM por sus siglas en inglés) en los productos y servicios de la compañía (Ishikawa, 1994). TQM significa incluir a cada persona de la organización en la generación de productos que cumplan con los requerimientos de calidad; para integrarlos en la aplicación y desarrollo de procesos basados en el concepto de mejoramiento continuo, los cuales buscan principalmente conocer las necesidades y expectativas del cliente, para orientar los procesos administrativos y operativos en el logro de su satisfacción. Se asume en este enfoque que los costos generados por los errores se pueden reducir conforme se incrementa la inversión en la prevención de errores (Feigenbaum, 1986). Además, de buscar el balance entre los diferentes tipos de costos de calidad más que el concepto de nivel óptimo de calidad. Por lo tanto, para lograr estar en los primeros lugares en calidad, se tiene constantemente la necesidad de la integración, y la comunicación del gerente con los trabajadores de diversos departamentos, para definir cómo garantizar el cumplimiento de los requerimientos del cliente. De manera que, para obtener las cosas bien hechas a la primera, se tiene una implicación muy particular en la manera de administrar la organización. Es decir, es necesario cambiar de una manera reactiva, o sea esperar a que algo suceda, como se hacía en la etapa de medición; a una manera proactiva, es decir hacer algo antes de que se manifiesten los defectos, por lo tanto, se requiere, pasar de un enfoque de medición e inspección o un enfoque de diseño (obtener las cosas bien hechas la primera vez).

Un sistema formalizado y activo para soportar la calidad total, es la adopción del estándar de calidad ISO 9001, el cual ha sido aprovechado mundialmente para asegurar la calidad total en las empresas, el cual tiene cuatro principales principios. En primero de éstos, menciona que la administración de la calidad se basa en el enfoque al cliente, por lo tanto, debe ser documentado, esto en forma reciente es debatido porque se tiene la idea de que se han enfocado los esfuerzos en el registro de los procesos, haciendo que se ponga mucha más atención en la documentación más que al ejercicio del diseño y aseguramiento de la mejora de

operaciones en las empresas. En segundo lugar, se establece que el desempeño de la calidad debe ser medido, por tal razón, las mediciones deben ser realizadas para comprender los procesos. En tercer lugar, se tiene que la administración de la calidad debe tener un enfoque de mejora continua, asimismo, se debe demostrar por medio de la muestra constante de la satisfacción del cliente, así como el desempeño de los procesos. Finalmente, en cuarto lugar, los gerentes deben demostrar un alto compromiso por mantener y mejorar continuamente los sistemas de administración (Cantú-Delgado, 2011).

En tiempos actuales, los modelos como seis sigma y manufactura esbelta se han enfocado en la eliminación total de los defectos en la elaboración, tanto de productos como de servicios, incluyendo de la eliminación siete tipos de “desperdicios” que se forman durante las operaciones de las empresas, especialmente lo referente a sobre producciones, tiempos perdidos, transportes, procesos, inventario, movimientos y defectos (Garza-Reyes, 2015). Estos desperdicios a su vez originan problemas que no permiten alcanzar lo que se considera operaciones esbeltas sincronizadas, por lo que generan desperdicios motivados por flujos irregulares, producción defectuosa o en cantidad equivocada, la falta de flexibilidad y por la variabilidad. Por lo anterior, es necesario para las empresas buscar y resolver diferentes situaciones durante la operación con el propósito de favorecer al incremento de calidad durante todos sus procesos. Diversas investigaciones han demostrado que la automatización se considera uno de los factores importantes para alcanzar una mayor calidad en las empresas (Bravo-Orellana, Santana-Ormeño y Rodón-Módol, 2014). Además, tiene la posibilidad de permitir la transparencia de las operaciones para hacer más accesible el trabajo a los operarios, así como la simplificación de la administración a los administradores, incluso facilita detener el proceso totalmente para detectar y resolver errores durante la producción, puesto que se sabe que si un problema no es atacado inmediatamente este no se corrige.

Por lo tanto, para eliminar los desperdicios causados por los flujos irregulares durante los procesos de producción se apuesta por la sistematización de operaciones, lo cual se debe realizar con base en el producto, de tal forma que facilite el movimiento entre las diferentes estaciones de trabajo, así como el balance de trabajo para cada una de sus operaciones. Del mismo modo, se busca eliminar todas aquellas actividades que no le agreguen valor al producto durante la ejecución de las operaciones (Tawfik, Chauvel y Gomez-Mont, 2016). Se puede decir entonces, que el patrón de flujo en una operación no es un aspecto trivial para la mejora de la calidad, ya que la eficacia en estos flujos permite identificar y corregir un producto defectuoso o la causa de origen durante la realización de las actividades de valor agregado, con mayor rapidez que cuando el flujo de producción no se tiene controlado, con la característica de que puede ser hecho sin intervenir con el desarrollo de las demás operaciones.

Por otro lado, sabemos que la evolución de los procesos productivos, también se ha presentado en el ámbito empresarial a partir de la revolución industrial, con la idea principal de mejorar el desempeño general de éstos. Esta situación ha permitido la existencia de mejoras sustanciales en los propios procesos de producción, éstos, que a su vez han impactado en la manera en que se realiza la fabricación de los diferentes productos que se ofertan a los clientes, derivado de estas mejoras se tiene el incremento de la velocidad de la producción, vía reducción de tiempos estándar; la flexibilidad en los procesos por medio de las tecnologías de información; la calidad obtenida por la reducción de la variabilidad; entre otros (Ivester, 2008). De manera que el avance en los procesos de maquinado, y la modernización de las maquinas herramienta, se relacionan con la productividad y la calidad; asimismo permiten que se puedan realizar partes con diseños más complejos y exactos, que anteriormente.

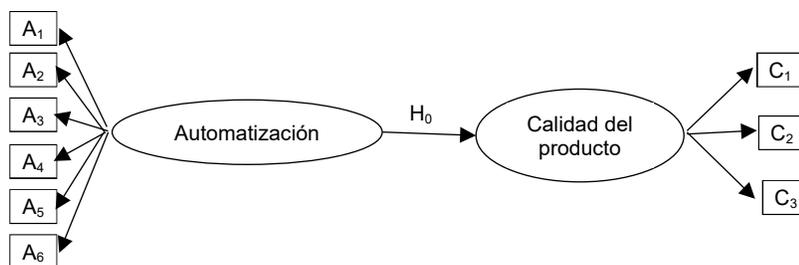
Diversos estudios han demostrado que la automatización favorece la calidad, es decir, que algunos modelos actuales, como seis sigma y manufactura esbelta, se han incorporado a la automatización de procesos como uno de sus principios básicos. Entre los beneficios se encuentran que la incorporación de maquinaria automatizada permite al proceso ser robusto y productivo, en este sentido puede apoyar al aseguramiento de entregas en tiempo, y una producción de tipo “pull”, la cual se enfoca a la reducción de confusiones e inventarios. Así mismo, la automatización de la producción reduce los tiempos de preparación, de seguridad

laboral, y como consecuencia obtener mayor rendimiento, de hecho, se afirma el principio en el que el aumento de flujo de efectivo depende del aumento de la flexibilidad y confiabilidad de estos, los cuales son favorecidos con a través de la automatización. Consecuentemente, se puede producir una reducción de variabilidad en los procesos (Ishikawa, 1994) lo cual también incluye en la calidad del producto. Por ejemplo, un proceso capaz de producir una mezcla de modelos variable permite una reducción de inventario, así como lotes de producción más pequeños sin que denote pérdida de capacidad del proceso, lo que quiere decir, que se puede producir de una manera regular diaria, facilitando el control y visibilidad de las operaciones. Sin embargo, la automatización también requiere un aseguramiento un programa total de mantenimiento, para ello los trabajadores deberán responsabilizarse de dicho mantenimiento para eliminar la variabilidad de las operaciones causada por efectos de eventos disruptivos.

## METODOLOGÍA

Derivado de la revisión de literatura se puede suponer que existe una relación entre la automatización y la calidad en los productos, es por ello por lo que se realiza este estudio con base en lo expresado en la figura 1, la cual, muestra el modelo que relaciona estos constructos y que se utiliza, para evaluar la relación entre estos.

Figura 1: Modelo de Investigación Que Relaciona la Automatización con la Calidad.



Fuente: Montejano-García, García-Ramírez y López Torres (2017).

Del análisis de este modelo, se desprende la hipótesis a comprobar durante el estudio realizado, de manera que se expresa la hipótesis siguiente:

*H<sub>0</sub>: En las empresas grandes en Aguascalientes, la automatización que se aplica en estas influye significativamente sobre el resultado en la calidad.*

La presente investigación, es cuantitativa, no experimental, de corte transversal, y correlacional; para llevar a cabo este trabajo, se realizó una encuesta a 41 directivos en empresas grandes, en Aguascalientes, México, éstas cuentan con más de 250 trabajadores (INEGI, 2014) en el año 2018. Esta se aplicó cuenta con un constructo formado por tres preguntas según las variables manejadas por Martín y Díaz (2009); Urgal (2007); para determinar qué idea tienen los directivos de este tipo de empresas, sobre el desempeño que muestra la calidad en sus organizaciones; asimismo se estructuró otro constructo de acuerdo a la información encontrada de Martínez, García y Maldonado (2010); Maldonado, Martínez, Hernández y García (2011), éste se forma por seis preguntas, utilizadas para conocer cómo se aplica de la automatización en este tipo de empresas. La evaluación de la información recabada a los empresarios de empresas grandes, se utilizó una escala Likert de cinco puntos, que son interpretados de acuerdo con lo que se expresa en la tabla 1.

Tabla 1: Operacionalización de Variables

Constructo	Dimensiones	Autor	Calificación de las variables
Automatización	Procesos de producción automatizados.	(Martínez, García y Maldonado 2010) (Maldonado, Martínez, Hernández y García, 2011)	1= Totalmente en desacuerdo
	La maquinaria, cuenta con algún tipo de software		2= Desacuerdo
	Fabricación de partes asistida por computadora		3= No en acuerdo ni desacuerdo
	El equipo mecánico es tradicional		4= De acuerdo
	La maquinaria es controlada por control numérico		5=Totalmente de acuerdo
Calidad	Los controles de calidad son automatizados	(Martin y Díaz, 2009) (Urgal, 2007)	1= Totalmente en desacuerdo
	Se fabrican productos que no tiene ningún defecto		2= Desacuerdo
	Productos que cumplen con especificaciones de diseño		3= No en acuerdo ni desacuerdo
	Se cuenta con servicio para corregir problemas con los clientes.		4= De acuerdo
			5=Totalmente de acuerdo

Fuente: Elaboración Propia, basado en información sobre utilización de variables generada por Urgal (2007); Martin y Díaz (2009); Martínez, García y Maldonado (2010; Maldonado, Martínez, Hernández y García (2011).

Las pruebas de fiabilidad se realizaron mediante un análisis de Cronbach, para corroborar que las variables consideradas para el análisis cuentan con la pertinencia necesaria para ser consideradas como parte del modelo que se utilizó como base para el presente estudio; los resultados del análisis se expresan en la tabla 2. El índice resultante, es para ambos constructos mayor 0.7, por lo tanto, el modelo que se utilizó cuenta con la pertinencia necesaria para considerar que las variables implicadas son adecuadas (Nunnally y Bernstein 1994).

Tabla 2: Resultados de las Pruebas de Fiabilidad

Constructo	Alpha de Cronbach
Automatización	0.832
Calidad	0.818

Fuente propia: Resultante de las pruebas de fiabilidad

Los resultados de la investigación revelan que en las empresas grandes se relacionan la automatización con la calidad que se les presenta a los clientes; y que además existe impacto significativo de una sobre otra, este tipo de empresas utiliza la automatización en numerosos de los procesos que se llevan a cabo, por lo que hacen gran aplicación de software especializados, en este tipo de empresas se trabaja en la mayoría de los casos con control de calidad automatizado; la calidad se considera estable y superior a la de sus competidores, por ser una gran cantidad de éstas de origen extranjero, la oportunidad de mejora para las locales se hace patente. Para la realización de los análisis estadísticos, se utilizó el paquete estadístico, SPSS-26 se utilizaron un análisis de correlación, y un análisis de regresión lineal, para comprobar la hipótesis planteada al principio.

## RESULTADOS

El análisis descriptivo que indica el valor de las medias en la frecuencia de respuesta para cada una de las variables que utilizaron para evaluar el constructo automatización; así como el resultado para el propio constructo, se expresa en la tabla 3. De acuerdo con el resultado obtenido para las variables con las que se evaluó la automatización, se tiene que la variable que se calificó con el menor valor fue “Procesos de producción son automatizados” con 3.2917, esto nos muestra que prácticamente los procesos principales en las empresas grandes son automatizados; contrario a esto, la variable “La maquinaria cuenta con algún tipo de software” fue la mejor calificada, con un valor de 3.9756, lo cual indica que la mayoría de la maquinaria que se utiliza en las operaciones de las empresas grandes, tienen algún tipo de software, aunque la operación no por fuerza, sea totalmente automática, esto hace notar que en estas empresas, se pugna por la utilización de nuevas tecnologías, que a su vez se manifiestan principalmente por el desarrollo de las

tecnologías de información, como base para que exista en forma generalizada la automatización; se puede vislumbrar la tendencia de este tipo de empresas para adaptarse a nuevas tecnologías.

El constructo automatización se le calificó con un valor medio de 3.7561, lo que indica que en la empresas grandes, en la mayoría de los procesos que se realizan en éstas, siempre se encuentra presente la automatización en apoyo a la operación; asimismo, podemos ver que el únicamente el 7.2% de los directivos respondió que en sus organizaciones la automatización se aplica en casos esporádicos, por otro lado el 68.3% de ellos, hace mención a que en sus organizaciones se utiliza la automatización en la mayoría de sus procesos, y el 24.5% dijo que todos los procesos en sus organizaciones eran automáticos.

Tabla 3: Resumen de Porcentajes Sencillos y Acumulados, de la Frecuencia de Respuesta Por Variable, del Constructo Automatización

Variables Para Calificar el Constructo Calidad	Valor Medio de Respuesta	Respuesta Principal	No Se Aplica	Se Aplica Esporádicamente	Procesos Principales Son Automáticos	Operación Mayormente Automática	Operación Totalmente Automática
Procesos de producción automatizados	3.2917	Frecuencia	2	2	8	13	16
		Porcentaje	4.9	4.9	19.6	31.7	38.9
		Acumulado	4.9	9.8	29.4	61.1	100
La maquinaria, cuenta con algún tipo de software	3.9756	Frecuencia	2	2	7	14	162
		Porcentaje	4.9	4.9	17.1	34.1	39
		Acumulado	4.9	9.8	26.9	61	100
Fabricación de partes asistida por computadora	3.4390	Frecuencia	7	4	8	8	14
		Porcentaje	17.1	9.8	19.5	19.5	34.1
		Acumulado	17.1	26.9	46.4	65.9	100
El equipo mecánico es tradicional	3.6341	Frecuencia	3	3	13	9	13
		Porcentaje	7.3	7.3	31.7	22	31.7
		Acumulado	7.3	14.6	46.3	68.3	100
La maquinaria es controlada por control numérico	3.7805	Frecuencia	3	3	9	11	15
		Porcentaje	7.3	7.3	22	26.8	36.6
		Acumulado	7.3	14.6	36.6	63.4	100
Los controles de calidad son automatizados	3.7561	Frecuencia	5	1	9	10	16
		Porcentaje	12.2	2.4	22	24.4	39
		Acumulado	12.2	14.6	36.6	61	100
AUTOMATIZACIÓN	3.7561	Frecuencia	1	2	15	13	10
		Porcentaje	2.4	4.8	36.6	31.7	24.5
		Acumulado	2.4	7.2	43.8	75.5	100

Fuente propia, con base en resultados descriptivos del estudio.

El constructo automatización se le calificó con un valor medio de 3.7561, lo que indica que en la empresas grandes, en la mayoría de los procesos que se realizan en éstas, siempre se encuentra presente la automatización en apoyo a la operación; asimismo, podemos ver que el únicamente el 7.2% de los directivos respondió que en sus organizaciones la automatización se aplica en casos esporádicos, por otro lado el 68.3% de ellos, hace mención a que en sus organizaciones se utiliza la automatización en la mayoría de sus procesos, y el 24.5% dijo que todos los procesos en sus organizaciones eran automáticos. En este sentido, la variable “Procesos de producción son automatizados”, tiene una respuesta media igual a 3.2917, lo que quiere decir que únicamente los procesos que se consideran principales, son automatizados; en este sentido, se tiene que el 9.8% de los directivos encuestados, hace mención que en sus organizaciones únicamente en algunos casos se tienen procesos automatizados, por otro lado, el 51.3% de los directivos, respondió que en sus respectivas empresas, la mayoría de sus procesos son automatizados, en tanto que el 38.9 de ellos, expresa que en sus respectivas empresas, el total de los procesos que se tienen son automatizados.

Para la variable “La maquinaria cuenta con algún tipo de software” la respuesta media que se tiene es de 3.9756, lo cual indica que en las empresas grandes la mayoría de los procesos que se tienen, estos son automáticos; también tenemos que el 9.8 de quienes fueron encuestados respondieron que en sus respectivas organizaciones se utilizan procesos automatizados, solamente en algunos casos, sin embargo el 51.2%, respondió que en sus empresas se utiliza la automatización en la mayoría de los procesos que se llevan a cabo en éstas, por otro lado, el 39% dijo que ellos emplean la automatización en todos los procesos que se efectúan en sus organizaciones.

A continuación se tiene que para la variable “Fabricación de partes asistido por computadora” cuenta con una respuesta media de 3.439, lo cual indica que de acuerdo con sus directivos, que solo para los procesos que son considerados por ellos como importantes, son asistidos por computadora; de acuerdo con esto, el 26.9% de los encuestados, respondió que en sus organizaciones son esporádicos los casos en los que el equipo y la maquinaria cuentan con apoyo de software para su operación, en tanto que el 39% hizo mención a que la mayoría de sus operaciones eran apoyados por computadora para su operación, en este sentido el 39% de los propios directivos, mencionó que en sus empresas el total de las operaciones es asistido por computadora. Para la variable “El equipo mecánico es tradicional” la respuesta media fue 3.6341, lo que expresa que en las empresas grandes, la mayoría del equipo mecánico que se utiliza en la operación es tradicional; en este sentido, el 14.6% de quienes fueron encuestados, respondió que en sus organizaciones, el uso de equipo mecánico tradicional es esporádico, en tanto que el 53.7% expreso que se cuenta en balance el equipo mecánico tradicional con el que cuenta con apoyo para automatizar su operación, por otro lado el 31,7% hizo mención a que todo el equipo que utilizan en mecánico tradicional.

En cuanto a la variable “La maquinaria es controlada por control numérico” la respuesta media tiene un valor de 3.7805, por lo que se considera que la maquinaria es controlada por control numérico en la mayoría de las ocasiones; en este sentido, se puede ver que el 14.6% respondió que en sus empresas, las máquinas controladas por control numérico son esporádicas, por otro lado, el 48.8% hizo mención a que en sus organizaciones la mayoría de la maquinaria que se utiliza, es controlada por medio numérico, asimismo, el 36.6% de los directivo, respondió que en sus empresas el total de sus máquinas, son controladas por control numérico. Por último dentro del análisis del constructo automatización, el resultado para la variable “Los controles de calidad son automatizados” tiene un valor medio de respuesta de 3.7561, por lo tanto se considera que en la mayoría de los casos, los controles de calidad en empresas grandes son automatizados; con relación a esto, se observa que el 14.6% de los encuestados, respondió que esta situación se presenta esporádicamente, en cambio el 46.4% hace mención a que en la mayoría de los casos los controles de calidad son automatizados, por otro lado, los resultados indican que el 39% de los encuestados, mencionó que para el total de los procesos, los controles de calidad son automatizados.

A continuación, los resultados del constructo calidad se expresan en la tabla 4; en ella se observa que la variable que cuenta con mayor calificación es “Se cuenta con servicio para corregir problemas con los clientes” con un valor de 4.3659, de acuerdo al significado de este valor, se estima que en la mayoría de los casos en que presentan problemas para con los clientes, si se cuenta con los medios necesarios para corregir cualquier problema suscitado, aunque requiera de hacerlo en las instalaciones de los clientes, por otro lado la variable calificada con el menor valor medio de 3. 8049, es “Se fabrican productos que no tienen ningún defecto”, con lo que se expresa que, en este tipo de empresas, los problemas que se tienen de calidad son ocasionales. En este mismo tenor, se tiene el resultado para el constructo calidad cuenta con valor medio de 4.13, lo cual nos que para los directivos de empresas grandes, la calidad que se genera en ellas, apoya a que los problemas que se presentan durante los procesos sean esporádicos y en su caso por sus formas de trabajo, se tiene la facilidad para controlarlos; de acuerdo con esto, se tiene que el 14.6% de los directivos, expresa, que en sus respectivas organizaciones, los problemas de calidad son frecuentes, por otro lado el 65.6% de ellos reconoce que la calidad que se genera en sus organizaciones logra que los problemas por este concepto sean ocasionales, en tanto que el 9.8%, expresa que en sus respectivas organizaciones la calidad que se genera es excelente y que no tienen problemas de este tipo con sus clientes.

Tabla 4: Resumen de Porcentajes Sencillos y Acumulados, de la Frecuencia de Respuesta Por Variable, del Constructo Calidad

Variables Para Calificar el Constructo Calidad	Valor Medio de Respuesta	Respuesta Principal	Muchos Problemas Con Calidad	Problemas Frecuentes de Calidad	Similar a la Competencia	Problemas Ocasionales de Calidad	Calidad Es Excelente
Se fabrican productos que no tienen ningún defecto	3.8049	Frecuencia	1	2	7	25	6
		Porcentaje	2.4	4.9	17.1	61	14.6
		Acumulado	2.4	7.3	24.4	85.4	100
Productos que cumplen con especificaciones de diseño	4.2195	Frecuencia	1	1	3	19	17
		Porcentaje	2.4	2.4	7.3	46.3	41.5
		Acumulado	2.4	4.8	12.2	58.5	100
Se cuenta con servicio para corregir problemas con los clientes.	4.3659	Frecuencia	1	0	4	14	22
		Porcentaje	2.4	0	9.8	34.1	53.7
		Acumulado	2.4	2.4	12.2	46.3	100
CALIDAD	4.1302	Frecuencia	1	5	22	9	4
		Porcentaje	2.1	12.5	53.7	21.9	9.8
		Acumulado	2.1	14.6	68.3	90.2	100

Fuente: propia, con base en resultados descriptivos del estudio.

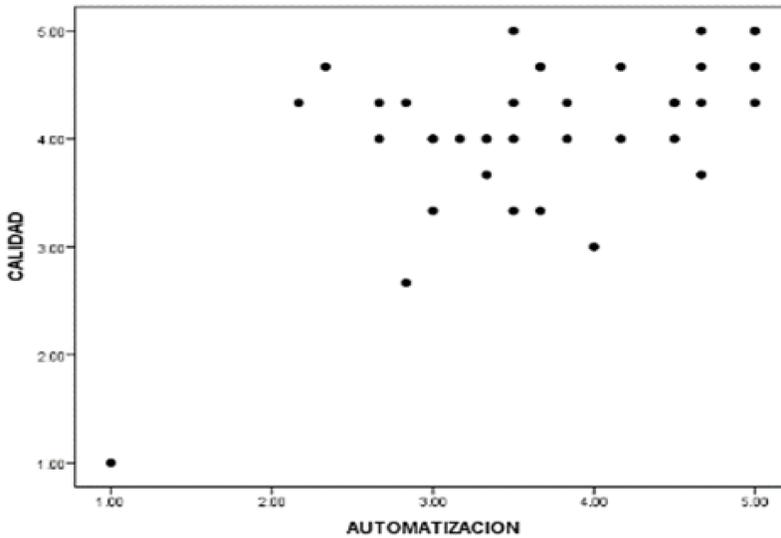
Al analizar las variables que forman parte del constructo calidad, se tiene primeramente que la variable “Se fabrican productos que no tienen ningún defecto” tiene un valor medio de 3.8049, por lo que se entiende que para la generalidad de directivos de empresas grandes en Aguascalientes, los problemas de calidad que existen en sus organizaciones son esporádicos; la respuesta se entiende, porque el 7.3% de ellos opina que los problemas de calidad con los que se encuentra en sus procesos son frecuentes, por otro lado el 78.1% de los encuestados, respondió que en sus organizaciones, los problemas de calidad son ocasionales ya que los que existen son muy pocos y no se presentan de manera cotidiana, asimismo, el 14.6% de los directivos, expresa que en sus respectivas empresas los problemas de calidad, nunca se presentan, por lo su calidad es excelente y superior a la de sus competidores.

La siguiente variable analizada es “Productos que cumplen con especificaciones de diseño”, la cual tiene una respuesta media de 4.2195, esto la coloca en un punto que indica que en las empresas grandes la mayoría de los casos, los productos que se realizan cumplen cabalmente con las especificaciones de diseño, por lo tanto los defectos de calidad por este concepto se minimizan; en cuanto a ello, tenemos que únicamente el 4.8% de los encuestados opinaron que frecuentemente, existen diferencias entre las especificaciones de diseño y los resultados reales en el producto, por otro lado el 53.7% de ellos expresa que las diferencias entre las especificaciones de diseño y las condiciones reales del producto, se presentan de forma ocasional, en este sentido, el 41.5% de los directivos de empresas grandes dice que nunca existe diferencia entre las especificaciones de diseño y los resultados en el producto, lo que habla de un control de calidad muy bien establecidos. La última de las variables que se analizaron fue “Se cuenta con servicio para corregir problemas con los clientes” obtuvo una respuesta con valor medio de 4.3659, lo cual quiere decir que el directivo de empresas grandes opina que únicamente en contadas ocasiones se ha tenido problemas para corregir defectos con los clientes, por lo que se puede ver que por lo general se cuenta con la capacidad para brindar este servicio cuando se requiere; de acuerdo con esto, el 2.4% de los encuestados expreso que en sus respectivas empresas se tienen problemas frecuentes por no brindar el servicio de corrección en las instalaciones de sus clientes, en tanto que el 43.9% reconoció que los problemas de atención a los clientes en sus instalaciones son esporádicos, ya que cuando se presentan problemas, se da respuesta inmediata a lo que el cliente solicita, asimismo el 53.7% de los directivos, mencionó que siempre se atienden los problemas suscitados, en las instalaciones de los clientes, por lo que nunca tienen observaciones por este concepto.

Para determinar la relación que existe entre los constructos automatización y calidad en empresas grandes, se llevó a cabo primeramente un análisis de correlación entre ellas, el resultado obtenido se muestra en la

tabla 5, en ella se puede ver que el valor de correlación entre estos constructos es de 0.564, al 99% de confiabilidad, lo que nos indica que la significancia de esta relación es alta, además tenemos que la relación es positiva, por lo tanto ambos constructos se mueven en el mismo sentido, es decir si mejora uno también el otro y viceversa; por otro lado tenemos que R cuadrada tiene un valor de 0.318, lo que indica que los cambios en la calidad, se atribuyen en 31.8% a lo ocurrido con la automatización.

Figura 2: Correlación de la Automatización y la Calidad en Empresas Grandes



En la figura 2, se observa de manera gráfica cual es el grado de correlación entre variables; se puede ver que el 6.3% de los encuestados menciona que tanto el grado de automatización como la calidad en sus respectivas organizaciones se encuentran en nivel bajo; en este sentido se observa también que el 15.6% de los directivos expresó que en su empresa, el grado de automatización es bajo pero sin embargo la calidad se encuentra en nivel alto; por otro lado se aprecia que el 78.1% de los directivos en empresas grandes dijo que en sus organizaciones, tanto la automatización como la calidad se encuentran en niveles altos; se puede apreciar también, que ninguno de los encuestados respondió que a pesar de tener automatización en grado alto, se tiene calidad en grado bajo.

Tabla 5: Índice de Correlación de la Automatización y la Calidad, en Empresas Grandes

Correlación de Pearson	0.564**
Sig. (bilateral)	0.000

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral). \*\* La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Por lo tanto, la hipótesis de la investigación no se rechaza; concluimos entonces que, para las empresas grandes en Aguascalientes, el desarrollo de la automatización tiene influencia positiva y significativa sobre la calidad. Como complemento del análisis de correlación, se realizó un análisis de regresión lineal, en el cual, se consideró como variable independiente a la automatización y como variable dependiente a la calidad para determinar cuál es el grado de influencia que tiene la automatización sobre los resultados en la calidad en las empresas grandes; los resultados generados por este análisis se expresan en la tabla 5. De la información que se tiene en la tabla 6, se da forma a la ecuación que relaciona ambos constructos la cual se expresa como:

Tabla 6: Resultado del Análisis de Regresión Lineal Entre Automatización y Calidad en Empresas Grandes en Aguascalientes

	Coeficientes No Estandarizados		Coeficientes Estandarizados	T	Sig.
	B	Error Estándar	Beta		
(Constante)	2.444	0.407		6.007	0.000
AUTOMATIZACIÓN	0.449	0.105	0.564	4.265	0.000

Fuente: Propia, resultante del análisis.

$$\text{CALIDAD} = 2.444 + 0.449 (\text{AUTOMATIZACIÓN})$$

### CONCLUSIÓN Y COMENTARIOS

Se observa con base en los resultados estadísticos, que se reconoce la existencia de influencia positiva y significativa de la automatización sobre la calidad en las empresas grandes en Aguascalientes, éstas son aquellas que cuentan con más de 250 trabajadores. Al dar forma a la ecuación que explica esta relación, se comprueba cómo se refleja esta relación y que, si la empresa dispone recursos para desarrollar la automatización en sus operaciones, traerá como resultado que la calidad se moverá en el mismo sentido, aunque en proporción diferente; en la tabla 7, se da explicación al efecto que conlleva en cada uno de los constructos esta relación.

Tabla 7: Influencia de la Automatización, Sobre la Calidad Para Empresas Grandes

Evaluación de la Automatización	Resultado en la Calidad
Si la automatización no se aplica	La calidad es similar a la competencia
Si se aplica esporádicamente	La calidad es similar a la competencia
Si solamente los procesos principales son automáticos	Existen problemas ocasionales de calidad
Si la operación mayormente automática	Existen problemas ocasionales de calidad
Si la operación totalmente automática	La calidad es excelente

Fuente: Montejano-García, García-Ramírez y López Torres (2017).

Una gran parte de las empresas grandes que están instaladas en Aguascalientes son de origen extranjero, ya que las políticas públicas se direccionan en este sentido; esto permite que se tengan organizaciones con estilos y filosofías de trabajo actualizadas al grado de que el 92.8% de las empresas grandes manifiestan que cuentan parcial o totalmente sus procesos automatizados, y el 84.4% de las mismas mencionan que su calidad es adecuada a lo que exige la competencia y aún mayor. Las empresas que han logrado ser reconocidas como de clase mundial y que además han tenido la capacidad de establecerse en otros países para aprovechar los recursos y oportunidades de que se dispone en los lugares en que éstas se instalan, claramente manifiestan su superioridad, y nos enseñan que la manera en cómo éstas trabajan reditúa beneficios y les brinda la oportunidad de competir, aunque a favor de ellas, o en todo caso la competencia la representan empresas que también operan a nivel mundial. Estas empresas en su mayoría son grandes, por lo que al momento del estudio se reflejó que el 24.5% de las empresas en Aguascalientes son totalmente automatizadas. Por otro lado, si la empresa local grande, desea escalar mayores lugares de los actualmente sustenta, es necesario que desarrolle su filosofía y sistemas de trabajo, al nivel que los tiene la industria extranjera que ha llegado al estado, y que demuestran día a día en sus operaciones; ya que en lo que respecta los procesos de producción, se demandan sistemas modernos de manufactura, que su vez ofrecen confiabilidad y precisión de los componentes al ser ensamblados (Gokcen, Lachezar y Numan, 2015). Asimismo, se requiere que tenga perfectamente establecidos los parámetros de control en todos los aspectos para trabajar bajo normas y estándares establecidos, y no únicamente tomar decisiones de acuerdo con los efectos de la operación sobre la producción (Lee, Ho, Choy y Pang, 2014); de manera que no se evalúe la

efectividad de la operación solamente por la cantidad de producción, sino también por los resultados en calidad. Es necesario, para apoyar este objetivo trazado por las empresas, visualizar el apoyo que se puede tener por parte de la automatización, ya que asegura que el cliente reciba producto homogéneo, por lo que se reduce la variabilidad en el producto en apoyo a la calidad, además de que incrementa la velocidad de la producción y reduce el costo de ésta (Chen y Liu, 2008). Para futuras investigaciones, se recomienda utilizar una muestra mayor, esto con la finalidad de aumentar la confiabilidad de los resultados, además se podría realizar un análisis comparativo entre los diferentes tamaños de empresas.

## BIBLIOGRAFÍA

Belekoukias, I. y Garza-Reyes, J.A. y Kumar V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organizations. *International Journal of Production Research*. 52(18) 5346 - 5366. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.903348>

Brady, J.E. y Allen, T.T. (2006). Six sigma literature: A review and agenda for future research. *Quality and Reliability Engineering International*. 22(3), 335 - 367. DOI: <https://doi.org/10.1002/qre.769>

Bravo-Orellana, E., Santana-Ormeño, M. y Rodón-Módol, J. (2014). The impact of automation on performance: evaluation in information systems. *Revista de Filosofía-Universidad de Zulia*. 19(66), 267 - 286.

Cantú-Delgado, H. (2011). *Desarrollo de una cultura de calidad*. 4th ed. México: Mc Graw Hill. ISBN: 9786071505729

Chen, S.L. y Liu, C.L. (2008). The optimal consignment policy for the manufacturer under supply chain coordination. *International Journal of Production Research*. 46 (19), 5121 – 5143. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207540701276608>

Feigenbaum, A.V. (1986). *Costo Total de la Calidad*. México: Cecsca. ISBN: 9789682612589

Garza-Reyes, J.A. (2015) Lean and Green – a systematic review of the state of the art literature. *Journal of cleaner production*. 102(1), 18 - 29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.064>

Gokcen, B., Lachezar, S. y Numan, N. D. (2015). Assessment of production quality in machining by integrating a system of high precision measurement. *Procedia Engineering*. 100 (1), 1616 -1624. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.535>

Gutiérrez, C. D., Hernández, R. M. y Alemán, L. R. (1999). *Nuevas estrategias de modernización empresarial en Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 9789686259568

INEG. (2014). Censos económicos 2014. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/minimonografias/mpymesce2014.pdf>

Ishikawa, K. (1994) *¿Qué es el control total de calidad?*. Barcelona, España: Parramón. ISBN: 9789580470403

Ivester, R. W. (2008). Productivity improvement through modeling: An overview of manufacturing experience for the food industry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 7, 182 – 191. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2007.00035.x>

Kamarudin, S. S., Mohammad, M. F. y Mahbub, R. (2015). Barriers and impact of mechanization and automation in construction to achieve better quality products. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 222, 11 – 120. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.197>

Lee C. K. H., Ho G. T. S., Choy K. L. y Pang G. K. H. (2014). A RFID-based recursive process mining systems for quality assurance in the garment industry. *International Journal of Production Research*. 52 (14), 4216 – 4238. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.869632>

Maldonado, G. G., Martínez, S. M. C., Hernández, C. O. y García, P. L. D. (2011). El impacto de los procesos de producción en el rendimiento de la Pyme manufacturera de México: Un estudio empírico, *TEC Empresarial, Escuela de Administración de Empresas*, 5(1), 21 – 30.

Martín, P. M. L. y Díaz, G. E. (2009). Posicionamiento estratégico de las empresas industriales en las prioridades competitivas de operaciones: Desarrollo y aplicación de un indicador de medida. *Cuadernos de Economía y Dirección de Empresas*, 39, 59 – 94.

Martínez, S. M. C., García, P. L. D. y Maldonado, G.G. (2010). *Innovación y gestión del conocimiento, en la Pyme de Aguascalientes*. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 9786077745358

Merriam Webster (2017). Diccionario en línea. Disponible en: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/quality?src=search-dict-box>

Mintzberg, H., Bruce, A. y Lampel, J. (1998). *Stratgy safari. A guided tour through the wilds of strategy management*. New York. USA: The free press. ISBN: 9780684847436

Montejano-GarcíaS., García-Ramírez R. y López Torres G.C. (2017). Influencia de la automatización sobre la calidad en empresas pequeñas en Aguascalientes, México. *Memorias del XI Congreso de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*. Vol. 11: El valor del conocimiento y efectos en la competitividad: ISBN 978-607-96203-0-6

Nunnally, J. C. and Bernstein, I. H. (1994): *Psychometric Theory*. 3ª edición. Nueva York, NY: McGraw Hill. ISBN: 9780070478497

Richard, R. B. (2005). Industrialised building systems: Reproduction before automation and robotics. *Automatization in Construction*. 14. 442 – 451. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2004.09.009>

Tawfik, L., Chauvel, A. M. y Gomez-Mont A. J. (2016). *Administración de la producción*. México: McGraw-Hill. ISBN: 9684227272

Urgal, G. B. (2007). ¿Cómo influye la infraestructura de producción en el rendimiento de las empresas manufactureras? *Cuaderno de Gestión*, 7(2), 13 – 27.

Vargas, H. J. G. y Guillén, M. I. J. (2005). Los procesos de transformación estratégica en relación con la evolución de las organizaciones. *Estudios Gerenciales*. 94, 65 – 80

## BIOGRAFÍA

Dr. Salomón Montejano García, es Ingeniero Industrial Mecánico por el Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Maestro en Estrategias para Sistemas de Calidad por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Doctor en Ciencias Administrativas por la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Profesor-Investigador en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Económicas y Administrativas. Av. Universidad 940, Ciudad Universitaria, Aguascalientes, México. C.P. 20131.

Dra. Rocío Montserrat Campos García, es Ingeniera Industrial por el Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Maestra en ciencias en Administración por el Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Doctora en Ingeniería por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Profesor-Investigador en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Económicas y Administrativas. Av. Universidad 940, Ciudad Universitaria, Aguascalientes, México. C.P. 20131.

Dr. Miguel Alejandro García Vidales, es Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Maestro en ciencias en Administración por el Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Doctor en Ingeniería por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Profesor-Investigador en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Empresariales. Av. Universidad 940, Ciudad Universitaria, Aguascalientes, México. C.P. 20131.