



La relación entre gestión de la calidad total (GCT) y gestión de la tecnología /I+D (GT/I+D) en empresas de manufactura en México

Relationship between total quality management (TQM) and technology R&D management (TM/R&D) in manufacturing companies in Mexico

Leonor Ahuja Sánchez*, Norma Beatriz Yépez Ríos,

Álvaro Rafael Pedroza Zapata

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, México

Recibido el 25 de septiembre de 2018; aceptado el 7 de enero de 2019

Disponible en Internet el: 9 de enero de 2019

Resumen

Este trabajo explora la relación entre Gestión de la Calidad Total (GCT) y Gestión de la Tecnología e I+D (GT/I+D) para responder a dos preguntas centrales: si la GCT favorece o limita el desarrollo de la capacidad de innovación tecnológica en las organizaciones mexicanas, y si la GCT puede servir de soporte a la GT/I+D. Se evidencia la significación estadística del modelo teórico que relaciona la GCT con la GT/I+D mediante el análisis de correlaciones bivariadas, ecuaciones estructurales y regresión múltiple a partir de la encuesta realizada a 125 empresas manufactureras que operan en México. Los resultados indican que existe una correlación significativa y positiva entre la GCT y la GT/I+D. Entre los elementos facilitadores destacan el alineamiento estratégico que amalgama calidad e innovación tecnológica, el enfoque al cliente, la gestión por procesos y el fundamento que ofrecen los procesos de gestión del talento.

*Autor para correspondencia

Correo electrónico lahuja@iteso.mx (L. Ahuja Sánchez).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1698>

0186- 1042/© 2019 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Contaduría y Administración. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Código JEL: L15, L69, O32

Palabras clave: Gestión de la calidad total; Gestión de la tecnología; I+D

Abstract

This paper explores the relationship between Total Quality Management (TQM) and the Technology Management along with R&D management (TM/R&D) to answer two central questions: whether TQM favors or limits the development of technological innovation capacity in Mexican organizations, and if the TQM can serve as support to the TM/R&D. The statistical significance of the theoretical model that relates TQM to TM/R&D is evident through the analysis of bivariate correlations, structural equations and multiple regression based on the survey of 125 manufacturing companies operating in Mexico. The results indicate that there is a significant and positive correlation between TQM and TM/R&D. Among the facilitating elements, strategic alignment that amalgamates quality and technological innovation, customer focus, process management and the foundation offered by talent management processes are highlighted.

JEL codes: L15, L69, O32

Keywords: Total quality management; Technology management; R&D

Introducción

Este artículo se deriva de una tesis doctoral (Ahuja, 2017) que busca aportar conocimiento en el ámbito de la dirección y administración respecto de un fenómeno complejo, contemporáneo y de gran relevancia que aún no ha sido suficientemente estudiado en el contexto mexicano, referido a si los principios y prácticas asociados a la Gestión de la Calidad Total (GCT) limitan o facilitan la capacidad de innovación de las organizaciones (Flores, 2000; Hendrichs y Flores, 2001), y cómo puede la GCT servir de soporte para la Gestión de Tecnología e Investigación y Desarrollo (GT/I+D) específicamente en el caso de empresas de manufactura (Agarwal, Green, Brown, Tan y Randhawa, 2013; Yusr, Mohd Mokhtar y Othman, 2014; Long, Abdul Aziz, Kowang y Ismail, 2015).

Es conocida la multidimensionalidad de ambos modelos de gestión (Singh y Smith, 2004; Prajogo y Sohal, 2006a, 2006b y 2004c; Abrunhosa y Sá, 2008; Carlos y Silva, 2010; de Almeida, Severiano y Tondolo, 2016). Calidad e innovación son conceptos polisémicos, relativos y muchas veces subjetivos (Cruz, 2001; Benavides y Quintana, 2003; Sila y Ebrahimpour, 2003; Hernández, Muñoz y Santos, 2006; Carlos y Silva, 2010). La Gestión de la Calidad Total (GCT) interviene como una estrategia eficaz para mejorar el desempeño en organiza-

ciones lucrativas y no lucrativas (Carlos y Silva, 2010; Mendoza, González y Aquiahuatl, 2013); adicionalmente, la innovación y la tecnología son factores clave para elevar el nivel competitivo de organizaciones, regiones y países (Rodríguez-Pose y Villarreal, 2015; Mir, Casadesús y Petnji, 2016; Palomo y Pedroza, 2018).

En los estudios enfocados a analizar la relación entre calidad e innovación que han sido publicados se presentan argumentos contradictorios sobre la influencia positiva o negativa de la calidad en el desarrollo de la capacidad de innovación, principalmente en los factores de: enfoque al cliente, mejora continua, trabajo en equipo y delegación (empowerment) y normalización, estandarización y eliminación de fallos (Westphal, Gulati y Shortell, 1997; Cooper, 1998; Prajogo y Sohal 2001, 2003, 2004a y 2004b; Martínez y Martínez, 2008; Satish y Srinivasan, 2010).

Se observa que ninguno de estos estudios se ha llevado a cabo en el contexto Latinoamericano, en donde el desarrollo económico y la evolución de la GCT y la GT/I+D muestran condiciones distintas a las que se presentan en los países europeos o asiáticos en los que estos se han realizado.

Por otro lado, se ha tenido en cuenta la naturaleza multidimensional tanto de la calidad como de la innovación tecnológica, reconociendo la naturaleza compleja de la conexión entre la GCT y la GT/I+D (Singh y Smith, 2004; Prajogo y Sohal 2006a y 2006b; Abrunhosa y Sá, 2008; Carlos y Silva, 2010; de Almeida, Severiano y Tondolo, 2016; Palomo y Pedroza, 2018), lo que lleva a pensar que los hallazgos disponibles resultan insuficientes para clarificar más ampliamente la naturaleza de la relación entre ambos enfoques de gestión, por lo que su relación debe seguir siendo estudiada.

Perdomo, González y Galende (2009), consideran que las empresas evolucionan comenzando con la formación de capacidades básicas de producción, posteriormente con el fomento y mejora de ciertas prácticas de GCT y luego pasan al desarrollo de capacidades de innovación complejas.

Resulta evidente la urgencia de impulsar, en el sector productivo mexicano, enfoques de gestión que incorporen prácticas orientadas a: la adaptabilidad de la organización al entorno y la respuesta efectiva a los retos; la elevación de la productividad laboral; la mejora de la calidad y el desarrollo de la capacidad de innovación. Todo ello traerá como consecuencia el desarrollo competitivo y la sostenibilidad de las organizaciones, lo que resulta relevante en términos de la pertinencia de los propósitos de este trabajo, referido al estudio de la relación entre gestión de la calidad total y la innovación.

Los objetivos que se plantearon para este estudio son:

Examinar la relación entre la GCT y la GT/I+D en empresas manufactureras en México, lo que puede ayudar a reducir la brecha entre estos dos enfoques que suelen encararse de manera separada en las empresas, como identificaron Prajogo y Sohal (2006a).

Identificar el impacto de la GCT y la GT/I+D en los desempeños de calidad y de innovación, medidas que, según diversos autores (Hoang, Igel y Laosirihongthong, 2006; Perdomo, González y Galende, 2006 y 2009; Prajogo y Sohal, 2006a; Santos y Álvarez, 2008 y Satish y Srinivasan, 2010; Palomo y Pedroza, 2018), han sido consideradas como las principales fuentes de ventaja competitiva.

Revisión de la literatura. Relación entre GCT y GT/I+D

En la creciente competitividad empresarial las prácticas de GCT y de GT se han vuelto importantes para el éxito de la organización. La GCT fomenta la excelencia empresarial mientras que la GT ayuda a enfrentar los desafíos tecnológicos relacionados con los procesos y los productos.

Así, como consideran Salguero *et al.*, 2015, la I+D se ha convertido en una estrategia clave para garantizar la competitividad en el mercado global, especialmente en el sector de manufactura. Kumar y Boyle (2001) describen las prácticas que los gerentes creen que son fundamentales para lograr la gestión de la calidad en los departamentos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico de las empresas de manufactura, como son I+D, desarrollo de procesos, desarrollo de productos e ingeniería. Utilizando estas prácticas, los comentarios de los gerentes de I+D y la literatura de I+D existente, desarrollaron un modelo que resalta la necesidad de prácticas de gestión tanto amplias como específicas, conocimiento del entorno externo de I+D y una cultura de calidad para lograr una gestión de calidad en los departamentos de I+D de las empresas de manufactura.

La literatura reciente que discute la relación entre GCT y GT/I+D generalmente sugiere que la GCT es benéfica para la I+D (Chatterji y Davidson, 2001); sin embargo, una serie de estudios empíricos y estudios de casos han apoyado la aplicabilidad de GCT al entorno de I+D en un grado limitado (Taylor y Pearson, 1994; Fisher, Kirk y Taylor, 1995; Pearson, Vaughan y Butler, 1998), mientras que en el estudio realizado por Ettlíe (1997) se encontró que, en las empresas de alta tecnología, la intensidad de la I+D se asoció significativamente con la participación de mercado, mientras que en las empresas de baja tecnología la GCT se asoció significativamente con la cuota de mercado. La intensidad de I+D y GCT se relacionaron de manera significativa e inversa.

Los hallazgos de Kurupparachchi y Perera (2010) revelan una fuerte interrelación entre GCT y las prácticas de GT, lo que demuestra que las organizaciones con prácticas maduras de GCT también siguen las prácticas de GT de una mejor manera, reconociendo además que la GCT y la GT también tienen interrelaciones entre sus propios componentes. El análisis estadístico de Tasleem, Khan y Masood, (2016) muestra que el desempeño organizacional

está asociado positivamente con GCT y con GT. Complementando esta idea se encuentran Jayawarna y Holt (2009) quienes argumentan que la naturaleza intensiva en conocimiento de la actividad de I+D excluye el uso de marcos genéricos o directrices de mejores prácticas.

Palm, Lilja y Wiklund, (2016) muestran que la práctica actual de gestión de la calidad se percibe como relacionada con la estandarización, lo que lleva a una disminución del espacio para la innovación, ya que hay una expectativa y creencia de que la innovación y la gestión de la calidad pueden manejarse en paralelo y reforzarse de manera cruzada en lugar de ser mutuamente perjudiciales.

Camisón, Boronat, Villar y Puig (2009) estudiaron en 401 empresas industriales españolas la influencia de la implantación de sistemas de gestión de la calidad en la adopción de prácticas de gestión del conocimiento y de la gestión de la I+D y, a través de un modelo de ecuaciones estructurales, muestran que los sistemas de gestión de la calidad integrados con la gestión del conocimiento y de gestión de I+D son elementos fundamentales que aseguran una mejora de los resultados empresariales. Más recientemente, los resultados de Honarpour, Jusoh y Md Nor (2018) muestran que las empresas de I+D que implementan GCT junto con gestión del conocimiento no sólo pueden administrar sus actividades de manera eficiente, sino que también pueden desempeñarse eficazmente de manera innovadora.

A pesar de lo anterior, el mismo Zairi (1999) sugiere que la mayoría de las empresas encuentran grandes dificultades para aplicar los conceptos y técnicas de la GCT en el ámbito de la innovación, mientras que Chatterji y Davidson (2001) reconocen que los esfuerzos iniciales de empresas como Xerox, 3M, Eastman Kodak y otras empresas integradas al *Industrial Research Institute* para adaptar y aplicar sus principios en la gestión de la GT/I+D han dejado algunos legados sutiles pero de gran alcance:

- La importancia de la comprensión y la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes, mismas que necesitan reforzarse en la mayoría de las áreas de I+D.
- El potencial de mejora continua de las prácticas y procesos de gestión de la I+D.
- El uso de estudios comparativos referenciales (*benchmarking* formal), que ha provocado mayor diálogo entre colegas de I+D de distintas industrias, lo que acelera el aprendizaje a través de fronteras no tradicionales.
- El desarrollo de indicadores y métricos que ayuden a identificar la tendencia, los avances y los resultados de las actividades de I+D.

En México, el Premio Nacional de Tecnología e Innovación (PNTI¹), con base en las experiencias pioneras de España y Portugal, basa su modelo en las Normas de Gestión de la Tecnología del Instituto Mexicano de la Normalización y Certificación (IMNC) mismas que se están considerando como criterios para otorgar apoyo gubernamental orientado al

¹ Para más información puede consultarse el portal de la Fundación del Premio Nacional de Tecnología e Innovación en <http://fpnt.org.mx>.

desarrollo e innovación de carácter tecnológico. El modelo del PNTi ha sido analizado por varios autores (Ortiz, Pedroza y Samaniego, 2013; Medellín, 2010, 2013).

Sin embargo, Pekovic y Galia (2009) con base en los resultados de su estudio del impacto de los sistemas de calidad bajo la norma ISO 9000 en 1,146 empresas de manufactura francesas, consideran que en muchas organizaciones las barreras a la innovación son difíciles de superar sin la implementación de prácticas de calidad que ayuden a crear un entorno y una cultura que favorecen la innovación.

Como se puede observar, los estudios teóricos y empíricos sobre el tema apuntan a rumbos distintos, desde quienes consideran que la GCT puede ser un impulsor y un requisito indispensable para desarrollar innovaciones en la empresa, hasta quienes piensan que esta relación es negativa y que la GCT puede frenar la innovación.

Para sustentar el desarrollo de este trabajo se revisaron diecinueve estudios empíricos orientados a identificar la contribución de la GCT al desarrollo de la innovación, llevados a cabo en Australia, Corea del Sur, España, Francia, India, Países Bajos, Portugal, Singapur, Taiwán y Vietnam, sin embargo, estos son todavía insuficientes, haciendo necesario ahondar en el estudio de esta relación². Del análisis de esos estudios empíricos se identifican los siguientes hallazgos de carácter general respecto de la relación entre GCT y la GT/I+D (Ahuja, 2017):

- La GCT como modelo de gestión multidimensional, tiene prácticas con un enfoque mecanicista que se vinculan con el desempeño de calidad, y prácticas con un enfoque orgánico relacionadas con el desempeño de la innovación.
- Aunque GCT es un medio más eficaz para lograr resultados de calidad que de innovación, contribuye a esta última a veces explícitamente y, en la mayoría de los casos, de forma implícita, por lo que puede ser utilizada en conjunto con GT/I+D para mejorar el desempeño de la innovación.
- Si se quiere alcanzar un alto nivel de desempeño de la innovación se debe tener la capacidad para gestionar por completo los requisitos de calidad.
- Los principios de GCT son eficaces para el desarrollo de capacidades en las áreas de I+D y pueden facilitar la estandarización de los nuevos productos, procesos o servicios.
- La GCT puede proporcionar un entorno adecuado para superar posibles barreras y acrecentar la capacidad de innovación de las organizaciones por su potencial para desarrollar cambios en la cultura, si se aplica en sentido amplio y no se centra solamente en los aspectos técnicos.
- La GCT debe ser complementada con otros recursos existentes en la organización para apoyar de manera más eficaz la consecución de un alto nivel de desempeño

² El análisis comparativo de las principales conclusiones de los 19 estudios empíricos analizados para este trabajo puede encontrarse en Ahuja (2017).

en toda la gama de prácticas de innovación.

- La GCT permite la explotación de las capacidades de la empresa mediante el desarrollo de innovaciones incrementales y promueve el desarrollo de competencias necesarias para la innovación radical.
- La GCT, si se alinea con otras estrategias, podría proveer una base sobre la cual las organizaciones pueden construir sus competencias y capacidades tecnológicas para lograr una ventaja competitiva multidimensional que incluya la innovación, así como la capacidad de adopción y absorción de esta dentro de la empresa.
- Se presupone una relación compleja entre GCT e innovación tecnológica (considerada como la innovación basada en la aplicación industrial de conocimientos científicos y tecnológicos) que requiere seguir siendo estudiada para definir con mayor especificidad el impacto de cada una de las diferentes prácticas de GCT en la innovación y su alineación a la GT/I+D en diferentes contextos.

A pesar de estos alentadores hallazgos, se reconoce que los estudios analizados son aún insuficientes y, como se ha mencionado antes, se encuentran en los resultados más detallados argumentos contradictorios respecto de la naturaleza de la relación entre GCT e innovación, principalmente con relación al papel del enfoque al cliente, de la mejora continua, del trabajo en equipo, de la delegación o *empowerment* y del enfoque hacia la normalización, la estandarización y la eliminación de fallos³.

No existe todavía un consenso sobre la naturaleza positiva o negativa de la relación que se da entre GCT y GT/I+D como elementos que forman parte del desarrollo de la capacidad de innovación, sobre todo a nivel de productos, servicios y procesos. Desde las perspectivas teóricas y empíricas (que han dado resultados divergentes), parece que se trata de una relación contradictoria y compleja (Prajogo y Sohal, 2001; Singh y Smith, 2004; Perdomo, González y Galende, 2006 y 2009).

Por ejemplo, Maguire y Hagen (1999, citados en Prajogo y Sohal, 2003) consideran que las organizaciones deben elegir enfocarse a la calidad o a la innovación, ya que no se podría tener éxito al aplicar ambos enfoques de manera simultánea. Sin embargo, esta opinión no parece tener una aceptación general. Para Kanji (1996, p. 5):

“[...] el principal objetivo tanto de la GCT como de la innovación es el de ‘deleitar a los clientes con la ayuda de la mejora continua’, [...] que puede lograrse mediante un proceso evolutivo o revolucionario utilizando los principios de la GCT. [...] El vínculo crucial entre la innovación y la GCT es, por lo tanto, a largo y a corto plazo, las estrategias de calidad que integran la acción de hoy con la visión del mañana”.

³ En Ahuja (2017) pueden consultarse los detalles de estas diferencias.

La guía internacional ISO 9004: 2009 ha evolucionado de un enfoque centrado en directrices para la mejora del desempeño del sistema de calidad, a uno en donde la gestión de la calidad forma parte de un modelo de gestión para el éxito sostenido de las organizaciones en un entorno complejo, exigente y en constante cambio, que implica generar y administrar flujos constantes de mejora y de innovación.

Aun cuando algunos autores como Belohlav (1993) y Reed, Lemak y Montgomery (1996) sostienen que la GCT, al enfocarse a proporcionar los mejores productos que satisfagan las necesidades de los clientes, abarca simultáneamente la estrategia de liderazgo en costo y la de diferenciación del modelo de Porter (2009). Otros consideran que la diferenciación solamente se logra por medio de la innovación en donde el énfasis está en el desarrollo de nuevos productos (Porter, 1980; Miller, 1988; Abernathy y Utterback, 1988; Gobeli y Brown, 1994, citados en Prajogo y Sohal, 2001) mientras que las empresas enfocadas en la calidad prestan más atención a la mejora de los procesos, orientándose preferentemente al liderazgo en costo.

En contraposición, Beinhoeker y Kaplan (2002) argumentan que instituyendo un programa de GCT como un componente principal en el proceso de planificación estratégica, la dirección logra, además de alinear la calidad con los objetivos del negocio, un enfoque nuevo y creativo de la administración, que en sí mismo nutre a la innovación.

Zairi (1999), en su estudio sobre mejores prácticas de gestión de la innovación realizado en varias organizaciones de “clase mundial” (D2D, Rover Group, IBM (UK), 3M, Ford, ATyT, Cadillac, Hewlett Packard, Rank Xerox, Exxon Chemical y Kodak), encontró que muchas de ellas están reconocidas como elementos de la GCT e incluyen la aplicación de principios como “cultura de calidad”, “organización de aprendizaje”, “organización impulsada por el cliente” y “mejora continua”, utilizando una gran variedad de herramientas de calidad como: despliegue de la función de calidad (QFD por sus siglas en inglés), métodos Taguchi, diseño de experimentos, control estadístico de procesos, análisis de modo y efecto de fallos potenciales (AMEF), mecanismos *poka-yoke*, evaluación comparativa o benchmarking, diseño seis sigma, herramientas de resolución de problemas y de planificación, sistemas de calidad bajo las normas ISO 9001, delegación o *empowerment*, participación de los empleados y en equipos multifuncionales y desarrollo de proveedores.

Fundamentación conceptual del modelo propuesto

Este estudio busca incrementar la comprensión de la relación que se da entre la GCT y la GT/I+D, en el contexto de las empresas manufactureras en México, con la finalidad de ayudar a reducir la brecha entre estos dos enfoques que suelen encararse de manera separada en las empresas, como identificaron Prajogo y Sohal (2006a).

La introducción del concepto de calidad ha recorrido un gran camino hasta constituirse como un modelo de gestión que ha dado resultados exitosos a nivel mundial para el posicionamiento de las empresas y se ha convertido en un imperativo irrenunciable para permanecer en los mercados.

Las condiciones de la industria y mercados en que se participa y la diversidad de las presiones que se enfrentan como parte de las cambiantes reglas para competir, hace que muchas organizaciones estén preocupadas no solamente por alcanzar altos estándares de calidad, sino también por desarrollar ventajas diferenciales sustentadas en la innovación (Damanpour, 1996; Hoang e Igel, 2006; Pedroza, 2013).

La GCT puede ofrecer una plataforma sobre la cual las empresas pueden desarrollar capacidades básicas necesarias para el desarrollo de la innovación, una vez que se demuestre la relación entre la GCT y la GT/I+D.

En la extensa revisión de la literatura para el desarrollo de esta investigación se llegó a la conclusión de que los conceptos de calidad y de innovación son multidimensionales y evidentemente polisémicos, lo que pone de manifiesto su relatividad y subjetividad, lo que impacta en la complejidad de los modelos de gestión que se han desarrollado para su consecución.

Los estudios sobre la GCT consultados para esta investigación se han llevado a cabo tomando como base los principios y factores de calidad considerados, ya sea en las normas internacionales ISO 9001, como también en los modelos de dirección organizacional cuya base es la calidad y que se utilizan para premios como: *The Deming Prize* de Japón, el *Baldrige Performance Excellence Program* que se utiliza en los Estados Unidos de América, el Modelo Nacional para la Competitividad en México y el *EFQM Excellence Model* establecido en la Unión Europea.

Para este estudio se tomaron como base seis criterios de prácticas organizacionales que se asocian a los sistemas y modelos de gestión con base en la calidad antes mencionados: liderazgo, planificación, enfoque al cliente, información y análisis, gestión de personas y gestión de procesos que habían sido utilizados previamente por Samson y Terziovski (1997) y Prajogo y Sohal (2006a), quienes habían evaluado tanto su significado como su poder predictivo.

Respecto de las prácticas organizacionales que integran la GT/I+D se tomaron en consideración las variables que integran la gestión de la tecnología y la administración de la investigación y desarrollo (Medellín, 2010, 2013; Ortiz y Pedroza, 2006) que son la base de los criterios que se utilizan en el PNTi en México para otorgarlo, tomando en consideración que “*La conformación de proyectos de innovación requiere de un trabajo previo denominado investigación y desarrollo (I+D). En esta etapa, se exploran las alternativas y se preparan los planes de negocio que pueden convertirse en innovaciones*” (Kato y Fernández. 2017: 29).

Cabe mencionar que en México se conoce poco sobre la efectividad de la inversión en innovación en las empresas pequeñas y medianas. Una excepción son los casos de éxito

condecorados por el PNTi que reconoce desde 1998 a las organizaciones que se distinguen por lograr ventajas competitivas mediante la gestión de la tecnología (Medellín, 2010). Otra iniciativa en la materia son las seis normas mexicanas en gestión de la tecnología NMX-GT⁴, basadas en los criterios internacionales de los manuales de Oslo y Frascati, para que las empresas tengan un modelo de gestión de tecnología y reconozcan e identifiquen proyectos tecnológicos para promover resultados de innovación.

El criterio para medir la gestión de la tecnología se basó en Morita y Flynn, (1997), cuyo modelo se caracteriza por un comportamiento adaptativo a los procesos tecnológicos y oportunidades, incluyendo la búsqueda de las tecnologías de vanguardia en la industria, anticipando el potencial de las nuevas tecnologías, implementando programas de largo plazo para el desarrollo de capacidades tecnológicas y pensando constantemente en la próxima generación de tecnología.

Según concluyen Velasco, Zamanillo y Gurutze (2007) en su análisis de la evolución de los modelos sobre el proceso de innovación, una buena parte del conocimiento tecnológico de la empresa se encuentra en el departamento de I+D, por lo que se hace necesario incluirlo en el modelo de análisis, tomando en consideración las variables que integran el modelo de auditoría de innovación tecnológica de Chiesa, Coughlan y Voss (1996) y las utilizadas en sus estudios por Gupta, Wilemon y Atuahene-Gima (2000) y Prajogo y Sohal (2006a).

Para medir el desempeño en términos de calidad de los productos y servicios se tomaron en consideración las variables desarrolladas por Ahire, Golhar y Waller (1996) que contiene cuatro dimensiones: fiabilidad, rendimiento, durabilidad y conformidad con la especificación.

Finalmente, para medir los resultados en términos de innovación de productos e innovación de procesos, se utilizaron criterios como el número de innovaciones, la velocidad de la innovación, el nivel de innovación (novedad del aspecto tecnológico) y ser el “primero” en el mercado en concordancia con el Manual de Oslo (2005).

Como se observa en la Figura 1, el modelo busca indagar sobre la relación de la GCT y la GT/I+D como recursos de la organización para determinar el desempeño de la calidad y el desempeño de la innovación.

⁴ Para más información puede consultarse el portal del Instituto Mexicano de Normalización y Control en <http://www.imnc.org.mx>

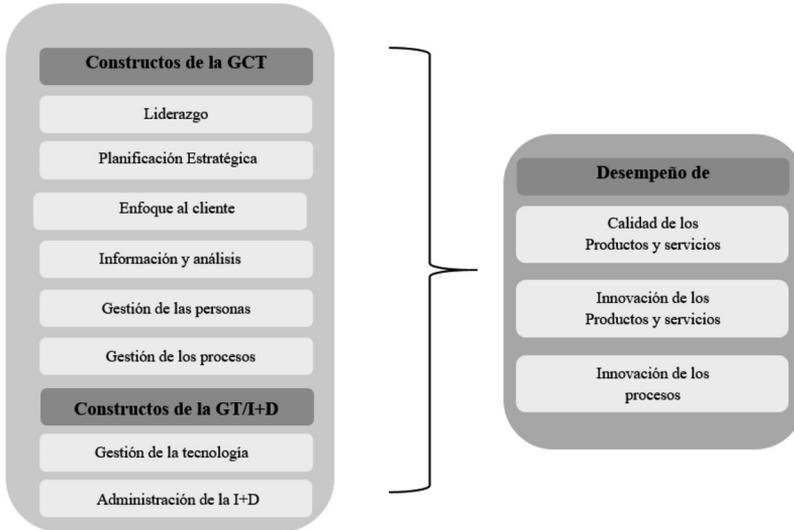


Figura 1. Modelo conceptual propuesto

Fuente: elaboración propia, con base en Prajogo y Sohal (2006a)

El enfoque fue analítico-deductivo con la finalidad de explorar en el contexto manufacturero mexicano, la relación entre los principales constructos que conforman la Gestión de Calidad Total (GCT) y los que conforman la Gestión de la Tecnología/Investigación y Desarrollo (GT/I+D), así como su efecto en resultados tanto en términos de calidad de los productos y servicios, de innovación de productos o servicios y de innovación de procesos.

La hipótesis central del trabajo es explorar la relación que tienen seis constructos que conforman la GCT y los dos constructos que conforman la GT/I+D con el desempeño que reflejan las empresas encuestadas en términos de resultados de calidad y resultados de innovación, así como si ese resultado se mejora al integrar la GCT con la GT/I+D.

Instrumentos y métodos estadísticos utilizados

Como instrumento para la obtención de la información se utilizó un cuestionario que se basó en el utilizado por Prajogo y Sohal (2006a)⁵, integrado por los seis principales elementos que integran la GCT, por dos de los principales elementos que integran la GT (con cinco

⁵ Prajogo y Sohal (2006a) reportan que el *Goodness of Fit Index* (GFI) de los once constructos de este instrumento superó el criterio 0.9 sugerido por Kelloway (1998), por lo tanto, establece la validez de constructo. El análisis de confiabilidad se realizó mediante el cálculo del Alfa de Cronbach para cada escala. El resultado mostró que las medidas Alfa de Cronbach para los once constructos superan el umbral de 0,7 sugerido por Nunnally (1978).

ítems) y la I+D (con cuatro ítems) y por tres medidas de desempeño en este ámbito: Calidad e innovación de los productos y servicios e innovación de los procesos (Figura 1). Para su aplicación en esta investigación se hicieron las siguientes modificaciones, adicionales a las derivadas de la traducción del inglés al español⁶:

- En el constructo gestión de las personas del ámbito de la GCT, se añadió una variable relacionada con el estímulo a la colaboración y el trabajo en equipo con base en las siguientes razones:
- El trabajo en equipo es uno de los factores de las prácticas de calidad (derivadas del trabajo en grupos de mejora continua u otros similares), que se encuentran en controversia en la literatura.
- La competencia de trabajo en equipo es considerada como la más importante entre lo que buscan en los candidatos las empresas en México, dicho tanto por personal del área de recursos humanos como por directivos de las distintas áreas, y la más escasa entre los jóvenes que buscan empleo, según la Encuesta de competencias profesionales *¿Qué buscan -y no encuentran- las empresas en los profesionistas jóvenes? 2014*.
- En los constructos de la GT/I+D, la variable que Prajogo y Sohal definieron como la búsqueda de programas de largo alcance para adquirir capacidades tecnológicas antes de nuestras necesidades se tradujo en dos ítems complementarios entre sí: el monitoreo de tecnologías emergentes y los planes para la adquisición de capacidades tecnológicas para la resolución de las necesidades.

El cuestionario quedó conformado por un total de 52 ítems (ver Tabla 1) distribuidos en seis constructos que miden las prácticas relacionadas con la GCT, dos constructos que miden las prácticas de la GT/I+D y tres constructos que miden tres tipos diferentes de desempeño: de calidad y de innovación de productos y servicios, y de innovación de procesos, en el que todas las variables se midieron mediante una escala de Likert de 5 puntos (Figura 1).

La validación de la versión modificada del instrumento se llevó a cabo por parte de cinco expertos en el campo de la gestión de la calidad, de la gestión de la innovación y la tecnología y de recursos humanos, así como mediante una prueba piloto en cinco empresas que no forman parte de la base de datos para este estudio.

También se realizó la estimación de las medias y las varianzas y los análisis estadísticos de fiabilidad de la encuesta, determinando la capacidad que tiene cada uno de los constructos para medir lo que se pretende, validando por tanto la consistencia interna del cuestionario (Saunders, Lewis y Thornhill, 2009 y Namakforoosh, 2011).

Los once constructos que integran el instrumento fueron sometidos a la prueba de fiabilidad de coeficiente Alfa de Cronbach utilizando un puntaje único; también se evaluó la

⁶ El instrumento utilizado puede consultarse en Ahuja (2017).

pertinencia de cada uno de los ítems que integran cada constructo mediante la medición del Alfa de Cronbach para el caso de excluir cada ítem y, en ningún caso, el suprimir alguno alteraba significativamente el Alfa de Cronbach de cada constructo con todas sus variables.

Como se observa en la Tabla 1, los resultados muestran que las medidas de Alfa de Cronbach para los once constructos presentan valores superiores al 0.7 que los coloca con un nivel de fiabilidad aceptable. Destacan los constructos gestión de las personas (0.921), gestión de la tecnología (0.905) y administración de la I+D (0.912) como los tres constructos de mayor fiabilidad de la escala, ya que son los que más se aproximan al valor máximo (1), mientras que el enfoque al cliente (0.787) y el liderazgo (0.747) son los constructos de menor fiabilidad de la escala, aun cuando se encuentran en un nivel aceptable.

Tabla 1
 Coeficiente de fiabilidad Alfa de Cronbach

	No. Ítems	Media	Varianza	Alfa de Cronbach
Liderazgo	4	4.194	0.849	0.747
Planificación estratégica	4	4.094	1.069	0.837
Enfoque al cliente	6	4.208	0.793	0.787
Información y análisis	4	3.77	1.221	0.825
Gestión de las personas	6	3.756	1.216	0.921
Gestión de procesos	6	4.012	1.088	0.821
Gestión de la tecnología	5	3.997	1.102	0.905
Investigación y desarrollo (I+D)	4	3.706	1.526	0.912
Calidad en productos y servicios	4	4.338	0.627	0.856
Innovación de productos y servicios	5	3.773	1.328	0.848
Innovación de procesos	4	3.728	1.061	0.879
Fuente: elaboración propia	TOTAL	52		

Para el análisis de correlaciones o grado de asociación entre las variables del modelo utilizado para este estudio, se optó por calcular el Coeficiente de Correlación de Spearman (Martínez, et al., 2009, p. 8) que se utiliza para variables ordinales.

Con la finalidad de estimar los efectos y las relaciones entre las variables del modelo (Ruiz, Pardo y San Marín, 2010) se utilizó el Análisis de Ecuaciones Estructurales o *Structural Equation Models* (SEM), considerando que “el verdadero valor de esta técnica es especificar complejas relaciones entre variables a priori y luego evaluar cuántas de esas relaciones se representan en los datos recolectados empíricamente” (Weston y Gore, 2006, citados en Cupani, 2012, p. 188).

Los resultados de la aplicación de la encuesta fueron procesados con Microsoft Excel 2016 para el análisis estadístico descriptivo, IBM SPSS Statistics 24 para el análisis inferencial e IBM SPSS AMOS versión 24 para el análisis de ecuaciones estructurales.

Resultados y discusión

El estudio se realizó en empresas manufactureras ubicadas en las 32 entidades federativas del país inscritas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT)⁷, que contaba con 2,105 empresas manufactureras registradas a la fecha de acceso para el presente estudio. De las empresas registradas hubo que investigarse los datos de contacto mediante el Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM), el Directorio Económico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) y la Internet, obteniéndose 125 respuestas válidas.

En la Figura 2 se presenta la ubicación geográfica de las empresas que participaron en el estudio, estando el mayor número de empresas que respondieron en Jalisco (30), seguidas de las que se ubican en el Estado de México (15) y en la Ciudad de México (13).

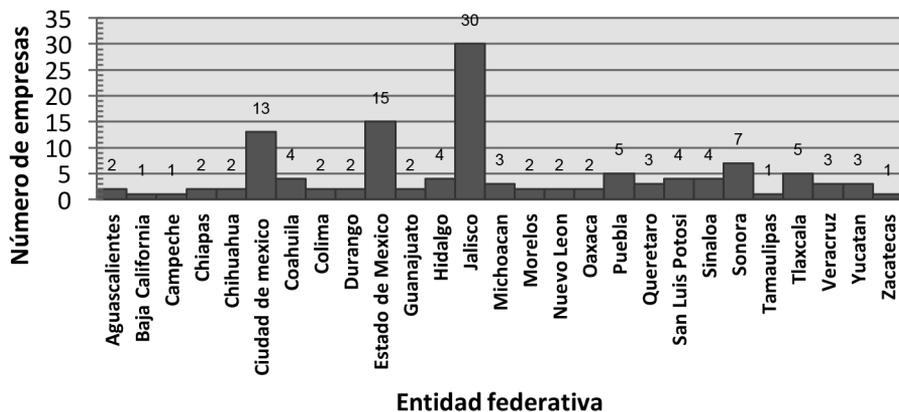


Figura 2. Empresas encuestadas por entidad federativa

Fuente: elaboración propia

⁷ En RENIECYT se inscriben voluntariamente instituciones, centros, organismos, empresas y personas físicas o morales de los sectores público, social y privado que llevan a cabo actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo de la ciencia y la tecnología en México, esto es, que realizan investigación científica y tecnológica, desarrollo tecnológico e innovación, así como producción de ingeniería básica.

La estructura de la muestra por tamaño y sector se aprecia en la Tabla 2, donde se observa que la muestra contiene una representación de todos los tamaños y de los tres sectores en que se agrupan en esta base de datos a las empresas manufactureras.

Tabla 2
 Empresas encuestadas por tamaño y sector

Sector económico	Grande	Mediana	Pequeña	Micro
Industria manufacturera de madera, papel, derivados del petróleo e industria química	7	13	14	7
Industria manufacturera alimentaria, tabaco, bebidas y fabricación de textiles	3	11	9	5
Industria manufacturera de maquinaria y equipo	8	12	23	13
Total	18	36	46	25

Fuente: elaboración propia

En cuanto al perfil de las personas que respondieron a la encuesta, como se observa en la Tabla 3, el mayor número de personas trabajan en el área de calidad (44%), siguiendo las que trabajan en el área de operaciones (16.8%) y en otras áreas de la empresa como área administrativa, comercial, de recursos humanos, etcétera (16.8%). 100 de los 125 encuestados tienen un puesto de nivel dirección o gerencia, identificado con base en el nombre del puesto.

Tabla 3
 Área de adscripción de los encuestados

Área de adscripción de los encuestados	No. de ocupantes que respondieron
Área de I+D o de innovación	11
Área de calidad	55
Área de operaciones	21
Director o gerente general	17
Otras áreas	21
TOTAL	125

Fuente: elaboración propia

Análisis de correlaciones bivariadas

Para el análisis de correlaciones o grado de asociación entre las variables del modelo utilizado para este estudio, se optó por calcular la correlación de Spearman.

Como se puede observar en la Tabla 4, todos los constructos que integran en modelo propuesto tienen relación significativa entre ellos, tanto los que integran la GCT, los que forman parte de la GT/I+D como los que miden los resultados en términos del desempeño en calidad y en innovación de los productos y servicios, como en innovación de los procesos.

Tabla 4

Matriz de correlaciones de Spearman

	GCT						GT/I+D		Desempeño				
	Liderazgo	Planificación	Cliente	Información	Personas	Procesos	Tecnología	I+D	Cal prod. serv.	Innov. prod-serv.	Innov. proc.		
GCT	1.000	.708**	.619**	.612**	.732**	.567**	.495**	.488**	.391**	.409**	.469**		
Liderazgo		1.000	.666**	.768**	.768**	.754**	.529**	.473**	.508**	.352**	.419**		
Planificación			1.000	.704**	.716**	.742**	.578**	.539**	.509**	.441**	.489**		
Cliente				1.000	.756**	.831**	.516**	.487**	.446**	.315**	.395**		
Información					1.000	.781**	.577**	.563**	.565**	.441**	.546**		
Personas						1.000	.553**	.510**	.473**	.327**	.413**		
Procesos							1.000	.680**	.504**	.563**	.654**		
GT/I+D								1.000	.402**	.615**	.639**		
Tecnología									1.000	.527**	.536**		
I+D										1.000	.747**		
Desemp											1.000		
Cal prod-serv.												1.000	
Innov. prod-serv.													1.000
Innov. proc.													1.000

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

Fuente: elaboración propia

Destacan con los coeficientes Rho más altos la gestión de las personas con respecto a la gestión de la tecnología, la administración de la I+D, el desempeño en términos de calidad de los productos y servicios y el desempeño en innovación de los procesos; el enfoque al cliente y la gestión de los procesos con la gestión de la tecnología.

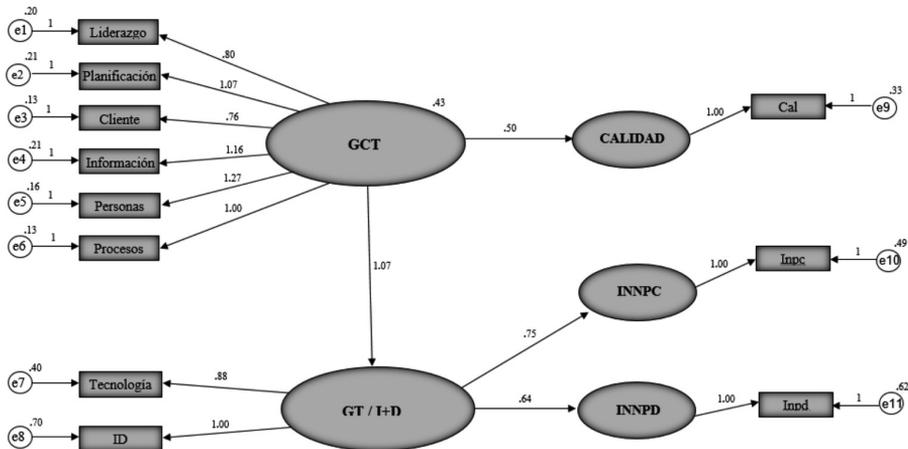
Modelo de ecuaciones estructurales

Como parte del enfoque cuantitativo de este estudio se ha desarrollado un Modelo de Ecuaciones Estructurales o *Structural Equation Models* (SEM por sus siglas en inglés). Para este trabajo se ha seguido una estrategia de modelización (Cupani, 2012) que ayudará a explorar la relación entre la GCT y la GT/I+D y su impacto en los resultados en términos de calidad, de innovación de productos o servicios y de innovación de procesos.

El interés se centra en explorar, mediante el análisis de los resultados derivados de la muestra en estudio, las relaciones propuestas en el propio modelo a partir de la teoría explicativa que se ha utilizado como referencia a lo largo de este trabajo (Figura 1); esto es, permitirá contrastar si el modelo teórico con el que se ha trabajado esta investigación, se corresponde con los resultados obtenidos empíricamente a partir de la encuesta realizada y evaluar su significación estadística para este caso (Cupani, 2012). Para un mayor entendimiento del modelo se indican a continuación el significado de sus componentes principales (Lara, 2014; Arburckle, 2016).

Los óvalos representan las variables latentes y los recuadros los constructos que engloban las variables observadas, que en conjunto conforman el instrumento que se aplicó a la muestra. Las flechas unidireccionales representan las líneas de influencia de los constructos sobre las respectivas variables latentes y los números arriba de éstas indican el coeficiente del constructo en la ecuación de regresión, esto es, el peso o la aportación estimada de cada variable incluida en el modelo de regresión, pudiendo ser esta positiva o negativa. Cuando se utilizan flechas bidireccionales, estas representan las covarianzas (que no se utilizaron en este caso). En los círculos se representan el error aleatorio inherente a la medición de la cada variable observada. Las variables correspondientes a los errores (no observables), están representadas con un óvalo o círculo de un tamaño inferior al de las variables latentes.

Como se ha mencionado antes, el propósito central es establecer un modelo que tenga sentido teórico en correspondencia a la literatura de soporte, y una razonable correspondencia con los datos empíricos derivados de esta primera aplicación de la encuesta.



$$\chi^2 = 207.428 \quad \text{g. l.} = 44 \quad \text{valor-p} = 0.000 \quad \text{CFI} = 0.837 \quad \text{GFI} = 0.720$$

Figura 3. Modelo de ecuaciones estructurales

Fuente: elaboración propia

En la Figura 3 aparecen los valores de los indicadores de bondad de ajuste que evidencian que el modelo propuesto tiene un ajuste razonablemente bueno en tanto los índices seleccionados se acercan al valor idóneo, aun cuando no caen dentro de los rangos usualmente indicados como de alta aceptación; particularmente CFI y GFI deben estar más cercanos a 1. Si bien estos resultados no dan un ajuste óptimo del modelo, se considera que el nivel de ajuste es aceptable tomando en cuenta la intención exploratoria de este primer estudio en el contexto de las empresas manufactureras en México, por lo que habrá que considerar que los resultados no son de manera absoluta generalizables.

Como se observa, los seis constructos seleccionados como parte de la GCT tienen un poder explicativo considerable en el modelo, destacando los constructos gestión de las personas (1.27) e información y análisis (1.16) como las variables de mayor peso. Por otro lado, se puede observar que los dos constructos que integran la GT/I+D tienen un nivel alto de peso relativo (0.88 y 1).

Los resultados anteriores indican que la GCT tiene correlación significativa y positiva con la GT/I+D. Asimismo, el peso de la GCT en el modelo de regresión de GT/I+D es de 1.07, lo que indica que la GCT sí puede servir de soporte a la GT/I+D.

El siguiente paso consistió en ampliar la apreciación sobre el impacto en resultados en términos de calidad e innovación de los productos y servicios y en innovación de los procesos, una vez que se asume que la GCT puede ser una plataforma que dé soporte a la GT/I+D, ya que en el análisis de correlaciones bivariadas se habían considerado los constructos integrantes de cada enfoque de gestión de manera independiente. Lo anterior se realizó mediante diversos análisis de regresión (Tabla 5) que dieron resultados estadísticamente significativos, en donde puede observarse cómo, en todos los casos, el coeficiente de correlación (R) mejora, siendo esta mejora más significativa en el desempeño en innovación de los procesos, que pasa de 0.568 a 0.698.

Tabla 5
 Análisis de regresión múltiple para GCT-GT/I+D

Variables independientes	Variables dependientes											
	Calidad de los productos y servicios				Innovación de los productos y servicios				Innovación de los procesos			
	R	R ²	Adj. R ²	F	R	R ²	Adj. R ²	F	R	R ²	Adj. R ²	F
GCT	0.482	0.233	0.194	5.956***	0.461	0.212	0.172	5.32***	0.568	0.321	0.287	9.332***
GCT-GInnT	0.523	0.274	0.224	5.462***	0.63	0.396	0.355	9.519***	0.698	0.487	0.452	13.748***

*** Significativo con $p < 0.0001$

Fuente: elaboración propia

De igual manera se puede constatar fácilmente la contribución de la integración GCT-GT/I+D, resaltando el caso de la innovación de los procesos, en donde el 32.1% (R2) de su variación se explica por el modelo de regresión que contiene los seis constructos de la GCT, y este porcentaje alcanza el 48.7% cuando se incluyen en el modelo los dos constructos de la GT/I+D, además de los seis constructos de la GCT.

Así, la comprobación de la hipótesis de la relación entre GCT y GT/I+D y su impacto en resultados de calidad e innovación se efectúa en función de los resultados obtenidos en el análisis del modelo propuesto, mediante el método de ecuaciones estructurales y el análisis de regresión múltiple.

Como puede observarse, derivado del estudio cuantitativo se evidencia que el modelo teórico que ha acompañado a esta investigación es consistente con los datos obtenidos de la muestra derivada de aplicar el cuestionario en 125 empresas manufactureras que operan en México.

Asimismo, se constata, para esa muestra, que los constructos que integran la GCT presentan correlación con las tres medidas de desempeño: calidad de los productos y servicios, innovación de productos y servicios e innovación de procesos, siendo esta correlación significativa y positiva; particularmente interesante es la observación del incremento consistente de dicha correlación cuando se utilizan los constructos que integran la GCT y la GT/I+D de modo combinado, lo que permite considerar que la primera puede servir de soporte a la segunda.

Los resultados de este estudio exploratorio indican que tanto los seis constructos de la GCT como los dos de la GT/I+D tienen un grado de asociación mayor hacia la innovación de procesos que hacia la innovación de productos y servicios.

Un aspecto que considerar es que, tanto la GCT como la GT/I+D son modelos de gestión multidimensionales, lo que provoca que la relación entre ellos no sea simple ni lineal, sino más bien compleja, lo que indica que se hace necesario dar continuidad a esta investigación, integrando un enfoque cualitativo que permita indagar de qué manera (cómo) la GCT puede influir positiva o negativamente en el desarrollo de la innovación, y cómo ésta puede convertirse en una plataforma sobre la cual desarrollar capacidades para la innovación, para el caso de empresas mexicanas.

Conclusiones

Esta investigación contribuye a incrementar la comprensión de la relación que se da entre la GCT y la GT/I+D ahora para una muestra de empresas manufactureras que operan en territorio mexicano, en donde las características del entorno cultural y socioeconómico lo hacen particularmente diferente de las de países asiáticos o europeos en donde se han realizado los estudios publicados y que han sido revisados para este trabajo.

Los principales hallazgos derivados de la comprobación de la significación estadística del modelo teórico que se ha utilizado como referencia en este trabajo respecto de los resultados obtenidos empíricamente a partir de las respuestas de las 125 empresas manufactureras que participaron en el estudio, son:

- El análisis de ecuaciones estructurales aplicado en este estudio exploratorio ha arrojado que existe una correlación significativa y positiva entre GCT y GT/I+D, en donde la primera tiene un peso significativo en la regresión que explica la segunda.
- Los resultados del análisis de regresión múltiple (Tabla 5) indican que existe un impacto en el desempeño de la calidad y de la innovación derivado de la sinergia entre GCT y GT/I+D.
- Existe una correlación significativa y directa entre los seis constructos de la GCT y los dos constructos de la GT/I+D; aun cuando la fuerza de la correlación no es la misma en todos los casos, en su mayoría la correlación es moderada (coeficiente Rho entre 0.516 y 0.578), en donde destacan con los más altos coeficientes de correlación la gestión de las personas y el enfoque al cliente con respecto tanto a la gestión de la tecnología como a la administración de la I+D, y la gestión por procesos con respecto a la gestión de la tecnología (Tabla 4).

A la luz de estos hallazgos, se considera que la principal aportación de esta investigación ha sido evidenciar, para el caso mexicano y de las empresas estudiadas, en primer lugar que la GCT puede implementarse de manera integrada con la GT/I+D y, en segundo, que la sinergia entre GCT y GT/I+D produce un mayor poder explicativo en términos de las tres medidas de desempeño estudiadas: calidad del producto, innovación de productos e innovación de procesos, que la GCT por sí sola, como descubrieron Prajogo y Sohail (2006a).

En suma, los resultados de este estudio exploratorio indican que es posible desarrollar capacidades para la gestión de la tecnología y de la I+D a partir de la plataforma que ofrecen los principios y prácticas de la GCT asociados a los seis constructos estudiados, siendo necesario asegurar una adecuada integración de ambos enfoques de gestión y no sólo una aplicación simultánea; destacan las variables gestión de las personas, enfoque al cliente y gestión por procesos como las que mejor pueden constituirse en recursos importantes para la obtención de mejores resultados de calidad e innovación en las organizaciones.

Este estudio puede ser de utilidad para los directivos de empresas manufactureras en México interesados en mejorar el desempeño de la organización en términos de calidad y de innovación con la ayuda de las principales prácticas de GCT, aun cuando no se deja de reconocer, como se identificó en la revisión de literatura, que son pocas las empresas que han logrado aplicar los conceptos y técnicas de la GCT en el ámbito de la GT/I+D y no muchas han logrado aprovechar los beneficios potenciales de este modelo de gestión si se desarrolla bajo una más amplia visión del mismo.

Tomando en consideración la multidimensionalidad de ambos enfoques de gestión y la complejidad de la relación entre GCT y GT/I+D, así como con la finalidad de dar continuidad y complementar esta investigación, se ha desarrollado un estudio cualitativo cuya metodología y resultados serán reportados en un futuro artículo.

Agradecimientos

A los revisores y asesores de este trabajo por haber contribuido con sus observaciones para el mejoramiento de este artículo.

Referencias

- Abrunhosa, A. y Sá, P. (2008). Are TQM principles supporting innovation in the Portuguese footwear industry? *Technovation*, 28(4) 208-221. DOI: 10.1016/j.technovation.2007.08.001.
- Agarwal, R., Green, R., Brown, P. J., Tan, H., y Randhawa, K. (2013). Determinants of quality management practices: an empirical study of New Zealand manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, 142(1) 130-145. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.09.024>.
- Ahire, S. L., Golhar, D. Y. y Waller, M. W. (1996). Development and validation of TQM implementation constructs. *Decision Sciences*, 27(1) 23-56.
<https://doi.org/doi:10.1111/j.1540-5915.1996.tb00842.x>
- Ahuja, L. (2017). *El papel que juegan las prácticas asociadas a la Gestión de la Calidad Total en el desarrollo de la capacidad de innovación en empresas manufactureras ubicadas en territorio mexicano*. Tesis doctoral, Barcelona, España: Universitat Ramon Llull.
- Arbuckle, J. (2016). IBM SPSS Amos 24. *User's Guide*. Amos Development Corporation.
- Beinhocker, E. y Kaplan, S. (2002). Tired of Strategic Planning? *The McKinsey Quarterly*, Special Edition on Strategy, 48-57. Disponible en: <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/tired-of-strategic-planning#> Consultado: 19/02/2018
- Belohlav, J. (1993). Quality, Strategy, and Competitiveness. *California Management Review*. Vol 35(3) 55 – 67, First Published April 1, 1993. <https://doi.org/10.2307/41166743>.
- Benavides, C.A. y Quintana, C., (2003). *Gestión del conocimiento y calidad total*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Camisón, C., Boronat, M., Villar, A., y Puig, A. (2009). Sistemas de gestión de la calidad y desempeño: importancia de las prácticas de gestión del conocimiento y de I+D. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 18 (1), 123-134 Disponible en: <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/33356> Consultado: 19/02/2018
- Carlos, C. E. y Silva, M. de los Á. (2010). *La Gestión de la Calidad. Un enfoque de Investigación*. México: Instituto Tecnológico de Aguascalientes.
- Chatterji, D. y Davidson, J.M. (2001). One Point of View: Examining TQM's Legacies for R&D. *Research-Technology Management*, 44(1), 10-12. <https://doi.org/10.1080/08956308.2001.11671400>
- Chiesa, V., Coughlan, P., y Voss C. A. (1996) Development of a technical innovation audit. *Journal of Product Innovation*, 1996; 13(2) 105–36. <https://doi.org/10.1111/1540-5885.1320105>.
- Cooper, J. R. (1998). A multidimensional approach to the adoption of innovation. *Management Decision*, 36 (8) 493-502. <https://doi.org/10.1108/00251749810232565>.

- Cruz, S. (2001). *Relación entre el enfoque de gestión de la calidad y el desempeño organizativo. Una aproximación desde la perspectiva basada en los recursos*. Tesis doctoral, Universitat D' Valencia. Disponible en: <http://www.tesisenred.net/handle/10803/9663> Consultado: 19/02/2018
- Cupani, M. (2012). Análisis de Ecuaciones Estructurales: conceptos, etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicación. *Revista Tesis* (1) 186-199. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492016000100004>
- Damanpour, F., (1996). Organizational complexity and innovation: Developing and testing multiple contingency models. *Management Science*, 42 (5) 693–715. <https://doi.org/10.1287/mnsc.42.5.693>
- de Almeida, R. M., Severiano, C., y Gonçalves, V. A. (2016). Sobre a lógica das relações entre TQM e inovação: insights e proposições teóricas. *Revista Eletrônica de Estratégia y Negocios*, 8 (3), 3-30. <http://dx.doi.org/10.19177/reen.v8e320153-30>
- Ettlie, J. E. (1997). Quality, technology, and global manufacturing. *Production and Operations Management*, 6 (2), 150-166. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.1997.tb00423.x>
- Fisher J., Kirk C. y Taylor D. B. (1995). The implications of TQM for R&D strategy in New Zealand firms. *Technovation* 15 (1), 1–9. [https://doi.org/10.1016/0166-4972\(95\)96607-U](https://doi.org/10.1016/0166-4972(95)96607-U)
- Flores, K. (2000). *Análisis del Desempeño en Innovación de PYME's Participantes en el Premio Nuevo León a la Calidad mediante el Modelo Europeo para la Excelencia de Negocio enfocado a la Innovación*. Tesis Maestría, ITESM, Monterrey, N. L., México.
- Gupta, A. K., Wilemon, D. y Atuahene-Gima, K. (2000). Excelling in R&D. *RyD Management* 43(3) 52–58. <https://doi.org/10.1080/08956308.2000.11671358>.
- Hendrichs, N. J. y Flores, K. (2001). ¿La calidad obstaculiza la innovación? *Transferencia Revista Digital de Postgrado, Investigación y Extensión del Campus de Monterrey*, (54) 26-27. <https://repositorio.itesm.mx/ortec/handle/11285/572823>.
- Hernández, R. M., Muñoz, P. A. y Santos, L. (2006). Calidad objetiva y su relación con la formación y la satisfacción del empresario: El caso de los alojamientos rurales españoles. *Programa de doctorado interuniversitario: Nuevas tendencias en dirección de empresas*, documento de trabajo 13/06. España: Universidad de Valladolid. <https://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/75238>.
- Hoang, D.T., Igel, B. y Laosirihongthong, T. (2006). The impact of total quality management on innovation: findings from a developing country. *International Journal of Quality and Reliability Management*. 23 (9) 1092–1117. <https://doi.org/10.1108/02656710610704230>.
- Honarpour, A., Jusoh, A., y Md Nor, K. (2018). Total quality management, knowledge management, and innovation: an empirical study in R&D units. *Total Quality Management & Business Excellence*, 29 (7-8), 798-816. <https://doi.org/10.1080/14783363.2016.1238760>
- Jayawarna, D., y Holt, R. (2009). Knowledge and quality management: An R&D perspective. *Technovation*, 29 (11), 775-785. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2009.04.004>
- Kanji, G.K. (1996). Can total quality management help innovation? *Total Quality management*, 7(1)3-10. <https://doi.org/10.1080/09544129650035007>
- Kato, E. L. y Fernández, M. L. (2017). La productividad de las pequeñas empresas al innovar. *Nthe* (18) 29-34. Disponible en: <https://www.academia.edu/37170137/CONCYTEQ.pdf> Consultado: 19/02/2018.
- Kelloway, E. K. (1998). *Using LISREL for structural equation modelling: a researcher's guide*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Kumar, V., y Boyle, T. (2001). A quality management implementation framework for manufacturing-based R&D environments. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 18 (3), 336-359. <https://doi.org/10.1108/02656710110383557>
- ISO 9004:2009. *Gestión para el éxito sostenido de una organización - Enfoque de gestión de la calidad*. Ginebra, Suiza: Secretaría Central de ISO.
- Kurupparachchi, D., y Perera, H. S. C. (2010). Impact of TQM and technology management on operations performance. *IUP Journal of Operations Management*, 9 (3) 23-47. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/749648102/> Consultado: 19/02/2018.

- Lara, A. (2014). *Introducción a las Ecuaciones Estructurales en AMOS y R*. Universidad de Granada. Disponible en: http://masteres.ugr.es/moea/pages/curso201314/tfm1314/tfm-septiembre1314/memoriamastrerantonio_lara_hormigo/. Consultado: 19/02/2018
- Long, C. S., Abdul, M. H., Kowang, T. O., y Ismail, W. K. W. (2015). Impact of TQM practices on innovation performance among manufacturing companies in Malaysia. *South African Journal of Industrial Engineering*, 26(1), 75-85. <http://ref.scielo.org/w64dfy>.
- Manual de Oslo 3ª edición, 2005. *Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. OECD/European Communities. Traducción española: Grupo Tragsa. Disponible en: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/manual-de-oslo_9789264065659-es Consultado: 19/02/2018
- Martínez, M. y Martínez, A. (2008). Does quality management foster or hinder innovation? An empirical study of Spanish companies. *Total Quality Management y Business Excellence*, 19 (3) 209-221. <http://dx.doi.org/10.1080/14783360701600639>.
- Martínez, R.M., Tuya, L., Martínez, M., Pérez, A. y Cánovas, A.M. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman. Caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2), abril-junio 2009. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2009000200017&lng=es&nrm=iso Consultado: 19/02/2018
- Medellín, E. A. (2010). Gestión tecnológica en empresas innovadoras mexicanas. *RAI-Revista de Administração e Inovação*, 7(3) 58-78. Disponible en: <https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79181> Consultado: 19/02/2018
- Medellín, E. (2013). Construir la Innovación. México: Siglo XXI Editores y Fundación Educación Superior - Empresa.
- Mendoza, V., González, B. P., y Aquihuatl, E. C. (2013). Human approach in the quality management system of manufacturing SMEs in Mexico. Theoretical review and proposal of a conceptual model. *Contaduría y Administración*, 58(2)113-133. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(13\)71212-9](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(13)71212-9)
- Mir, M., Casadesús, M., y Petnji, L. H. (2016). The impact of standardized innovation management systems on innovation capability and business performance: An empirical study. *Journal of Engineering and Technology Management*, 41, 26-44. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2016.06.002>.
- Morita, M. y Flynn, E. J. (1997). The linkage among management systems, practices and behavior in successful manufacturing strategy. *International Journal of Operations y Productions Management*; 17(10):967-93. <https://doi.org/10.1108/01443579710176933>
- Namakforoosh, M.N. (2011). *Metodología de la Investigación*. México: Limusa.
- Nunnally, J. (1978) *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill.
- Ortiz, S. y Pedroza, A. R. (2006). ¿Qué es la Gestión de la Innovación y la Tecnología (GIInT)? *Journal of Technology Management & Innovation*, 1 (2), 64-82. Disponible en: <https://www.jotmi.org/index.php/GT/article/viewFile/rev1/327> Consultado: 19/02/2018
- Ortiz, S., Pedroza, A. R. y Samaniego, A. (2013) Análisis Exploratorio del Sistema de Gestión de la Tecnología, Según la Norma Mexicana NMX-GT-003-IMNC. XV Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC 2013, Porto, Portugal. Noviembre.
- Palm, K., Lilja, J., y Wiklund, H. (2016). The challenge of integrating innovation and quality management practice. *Total Quality Management & Business Excellence*, 27 (1-2), 34-47. <https://doi.org/10.1080/14783363.2014.939841>
- Palomo, M. A., y Pedroza, A. R. (2018). La competitividad empresarial: el desarrollo tecnológico. México, Universidad Autónoma de Nuevo León - ACACIA.
- Pearson A.W., Vaughan N., y Butler J. (1998). The implementation of TQM in R&D. *International Journal of Technology Management*, 16 (4-6), 405-32. <https://doi.org/10.1504/IJTM.1998.002679>
- Pedroza, A. R. (2013). Innovación y tecnología en la empresa. Claves para adelantarse al futuro. Guadalajara, México, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente.

- Pekovic, S y Galia, F. (2009). From quality to innovation: Evidence from two French Employer Surveys. *Technovation*, 29 (12), 829-842. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2009.08.002>.
- Perdomo, J., González, J. y Galende, J. (2006). Total quality management as a forerunner of business innovation capability. *Technovation*, 26, 1170-1185. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2005.09.008>
- Perdomo, J., González, J. y Galende, J. (2009). The intervening effect of business innovation capability on the relationship between Total Quality Management and technological innovation. *International Journal of Production Research*, 47 (18), September 15, 5087-5107. <https://doi.org/10.1080/00207540802070934>.
- Porter, M. (2009). *Estrategia Competitiva: Técnicas para el análisis de la empresa y sus competidores*. España: Ediciones Pirámide.
- Prajogo, D.I. y Sohal, A.S., (2001). TQM and innovation: a literature review and research framework, *Technovation* 21, 539-558. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(00\)00070-5](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(00)00070-5)
- Prajogo, D. I. y Sohal, A. S. (2003). The relationship between TQM practices, quality performance, and innovation performance: An empirical examination, *The International Journal of Quality y Reliability Management*, 20 (8/9), 901-918. <https://doi.org/10.1108/02656710310493625>.
- Prajogo, D. I. y Sohal, A. S. (2004a). The Sustainability and Evolution of Quality Improvement Programmes-an Australian Case Study, *Total Quality Management y Business Excellence*, 15 (2), 205-220. <http://dx.doi.org/10.1080/1478336032000149036>.
- Prajogo, D. I. y Sohal, A. S. (2004b). Transitioning from total quality management to total innovative management: An Australian case, *The International Journal of Quality y Reliability Management*, 21 (8), 861-875. <https://doi.org/10.1108/02656710410551746>.
- Prajogo, D. I. y Sohal, A. S. (2004c). The multidimensionality of TQM practices in determining quality and innovation performance - an empirical examination, *Technovation*, 24 (6), 443-453. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(02\)00122-0](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00122-0).
- Prajogo, D. I. y Sohal, A. S. (2006a). The integration of TQM and technology/RyD management in determining quality and innovation performance, *Omega*, 34 (3), 296-312. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.11.004>.
- Prajogo, D. I. y Sohal, A.S., (2006b). The relationship between organization strategy, total quality management (TQM), and organization performance - the mediating role of TQM, *European Journal of Operational Research*, 168 (1) 35-50. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.03.033>.
- Reed, R., Lemak, D. J., y Montgomery, J. C. (1996). Beyond process: TQM content and firm performance. *Academy of Management Review*, 21(1) 173-202. <https://doi.org/10.5465/amr.1996.9602161569>.
- Rodríguez-Pose, A., y Villarreal, E. M. (2015). Innovation and regional growth in Mexico: 2000-2010. *Growth and Change*, 46(2) 172-195. <http://dx.doi.org/10.1111/grow.12102>.
- Ruiz, M., Pardo, A, y San Martín, R. (2010). Modelos de Ecuaciones Estructurales. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 34-45. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/778/77812441004.pdf> Consultado: 19/02/2018
- Salguero, J., Muñoz-Cauqui, M. C., Batista, M., Calvino, A., Aguayo, F., y Marcos, M. (2015). R&D&I management system in distributed manufacturing systems. *Procedia Engineering*, 132, 54-61. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.479>
- Samson, D., y Terziovski, M. (1999). The relationship between total quality management practices and operational performance. *Journal of operations management*, 17(4) 393-409. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00046-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00046-1).
- Santos, M. L. y Álvarez, L. I. (2008). Efectos de la Gestión de Calidad Total en la Transformación en la Innovación Tecnológica y Administrativa. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 37, diciembre, 33-65. [https://doi.org/10.1016/S1138-5758\(08\)70068-9](https://doi.org/10.1016/S1138-5758(08)70068-9).
- Satish, K. P. y Srinivasan, R. (2010). Total Quality Management and Innovation Performance: An Empirical Study on the Interrelationships and Effects. *South Asian Journal of Management*, 17 (3) 8-22. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/807667436> Consultado: 19/02/2018.

- Saunders, M., Lewis, P. y Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students*, 5ª ed. London. Harlow: Financial Times-Prentice Hall.
- Sila, I. y Ebrahimpour, M. (2003). Examination and comparison of the critical factors of total quality management (TQM) across countries. *International Journal of Production Research*, 41 (2) 235-268. <http://dx.doi.org/10.1080/0020754021000022212>.
- Singh, P. J. y Smith, A. J. R. (2004). Relationship between TQM and innovation: an empirical study, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 15 (5) 394-401. <https://doi.org/10.1108/17410380410540381>.
- Tasleem, M., Khan, N., y Masood, S. A. (2016). Impact of TQM and Technology Management on Organizational Performance. *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology*, 35 (4), 585-598. <https://doi.org/10.22581/muet1982.1604.10>
- Taylor R., y Pearson A. W. (1994). Total quality management in research and development. *TQM Magazine*, 6 (1), 26-34. <https://doi.org/10.1108/09544789410052723>
- Velasco E., Zamanillo I. y Gurutze, M. (2007). *Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación*. XX Congreso anual de AEDEM. Palma de Mallorca. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2499438> Consultado: 19/02/2018.
- Westphal, J. D., Gulati, R. y Shortell, S. M. (1997). Customization or conformity? An institutional and network perspective on the content and consequences of TQM adoption. *Administrative Science Quarterly*, 42 (2) 366-394. <http://dx.doi.org/10.2307/2393924>
- Yusr, M. M., Mohd, S. S., y Othman, A. R. (2014). The effect of TQM practices on technological innovation capabilities: applying on Malaysian manufacturing sector. *International Journal for Quality Research*, 8(2) 197-216. Disponible en: <http://www.ijqr.net/journal/v8-n2/5.pdf> Consultado: 19/02/2018.
- Zairi, M., (1999). *Best Practice Process Innovation Management*. Oxford, Butterworth Heinemann.