ISSN 2529-9824

Artículo de Investigación

Inversión en TIC, formación y capacitación del personal y su relación con la innovación en el sector servicios de Colombia

Investment in ICT, training and training of personnel and their relationship with innovation in the Colombian services sector

Jorge E. Chaparro-Medina[1]: Universidad de Investigación y Desarrollo UDI, Colombia.
jchaparro15@udi.edu.co

Fecha de Recepción: 10/01/2025

Fecha de Aceptación: 31/03/2025

Fecha de Publicación: 10/04/2025

Cómo citar el artículo (APA 7ª):

Chaparro-Medina, J. E., (2025). Inversión en TIC, formación y capacitación del personal y su relación sobre la innovación en el sector servicios de Colombia [Investment in ICT, training and training of personnel and their relationship with innovation in the Colombian services sector]. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1-16. https://doi.org/10.31637/epsir-2025-2029

Resumen:
Introducción: Colombia ocupa el puesto 67 de 133 economías en el GII, aspecto que se une a la baja inversión en innovación que es tan solo del 0,20% de su PIB. **Metodología**: el presente estudio usa un enfoque cuantitativo y alcance correlacional, en el cual se utilizó una fuente de información secundaria, una muestra de 9304 empresas de servicios y 20 variables numéricas sobre número de innovaciones, dinero invertido en TIC, dinero invertido en capacitación y cantidad de colaboradores dedicados a ACTI. **Resultados:** se comprueba que a mayor cantidad de colaboradores dedicados a ACTI con títulos de doctorado, maestría, especialización, grado y tecnología se incrementa la cantidad de innovaciones; sin embargo, a mayor dinero invertido en capacitaciones no formales, así como a mayor personal dedicado a ACTI con estudios únicamente de secundaria o sin ningún tipo de estudio formal reducen la cantidad de innovaciones que pueden generar las empresas de este sector. **Discusión**: El estudio contradice la utilidad de las TIC en la generación de innovaciones, dado que esta resultó no

[1] **Autor Correspondiente**: Jorge E. Chaparro-Medina: Universidad de Investigación y Desarrollo, Colombia

CC BY NC ND

significativa sobre la variable dependiente. **Conclusiones**: El estudio concluye que personal con mayor nivel de formación es clave para la generación de innovaciones en el sector de comercio y servicios de Colombia.
Palabras clave: Capacitación, Formación, Gestión del conocimiento, Innovación; I+D, Sector servicios; TIC; Talento humano.

Abstract:
Introduction: Colombia ranks 67th out of 133 economies in the GII, an aspect that is combined with low investment in innovation, which is only 0.20% of its GDP. **Methodology**: The present study uses a quantitative approach and correlational scope, in which a secondary source of information was used, a sample of 9,304 service companies and 20 numerical variables on the number of innovations, money invested in ICT, money invested in training and amount of collaborators dedicated to ACTI. **Results:** It is proven that the greater the number of collaborators dedicated to ACTI with doctorate, master's, specialization, degree and technology degrees, the number of innovations increases; However, the more money invested in non-formal training, as well as the more personnel dedicated to ACTI with only secondary education or without any type of formal study, reduce the amount of innovations that companies in this sector can generate. **Discussions:** The study contradicts the usefulness of ICT in the generation of innovations, since this was not significant on the dependent variable. **Conclusions**: The study concludes that personnel with a higher level of training is key to the generation of innovations in the trade and services sector in Colombia.
Keywords: Training, Education, Knowledge Management, Innovation; Service sector; TIC; Human talent, R&D.

1. Introducción

Para las economías es crucial realizar inversiones en ciencia, tecnología e innovación (CTI), dado que esto aporta en la construcción de su desarrollo económico y social (Tello, 2023). Es por esto por lo que, países como Sur Corea han replanteado sus modelos de inversión de CTI de manera tal que ha mejorado su desarrollo económico y la ha ubicado como uno de los países más innovadores y como una de las economías más grandes del mundo (Ochoa *et al.*, 2021). Esta situación plantea la posibilidad de que la gestión de la CTI sea un aspecto fundamental para la potenciación de la competitividad de un país (Rodríguez, 2022).

A pesar de la importancia que representa la innovación para el desarrollo sostenible, tan solo 1 de cada 4 países en el mundo invierten más del 1% de su PIB en I+D (Banco Mundial, 2021), siendo los principales Israel, Corea del sur, Suiza, Suecia y Japón. Esto es concordante con el Ranking mundial de innovación en donde el top 5 de paises innovadores está ocupado por Suiza, Suecia, Estados Unidos, Reino Unido y Singapur World Intellectual Property Organization-WIPO (2023) y donde países como Corea del sur están en el top 10.

Dentro de esto, países latinoamericanos como Colombia se ven menguados y rezagados al puesto 67, probablemente como consecuencia de su baja inversión en CTI, que es de tan solo el 0,20 % de su PIB (Concejo Privado de Competitividad, 2024), siendo esto mucho menor que el 1,17% invertido por Brasil o el 2,71% invertido por los paises pertenecientes a la OCDE. Esto resulta en una problemática en países como Colombia que tienen problemas latentes en materia de empleo, productividad, desigualdad, entre otros, (OCDE 2023) además, de un insano apalancamiento del sector servicios que representa el 54,8% de su PIB; considerablemente mayor al aporte de la industria manufacturera (DANE, 2024).

Por los anterior, resulta relevante profundizar en conceptos como la innovación, la cual se refiere fundamentalmente a productos, servicios, procesos o métodos nuevos o

significativamente mejorados, introducidos en las en las prácticas comunes de las organizaciones (Díaz-Canel & Delgado, 2021). Es por esto que, autores como Schumpeter, introdujeron la creatividad como el concepto fundamental a través del cual las nuevas ideas reemplazas las viejas, produciendo así momentos coyunturales de cambios económicos y sociales (Chen *et al*., 2020). Cabe aclarar que innovar no solo significa la creación de algo nuevo sino también requiere de que sto sea aplicado comercialmente con exito (Alvarez-Melgarejo *et al*., 2024).

La innovación es un proceso que se adopta por diferentes actores de acuerdo con su nivel de impacto, en donde ha de diferenciarse entre innovadores, adoptantes tempranos, mayorías tempranas, mayorías tardías y rezagados (Curtis, 2020). Detacando aspectos como la compatibilidadm, la ventaja relativa, la complejidad, entre otros, que terminan por condicionar la adopción de la innovación por parte de la sociedad (Akinosho *et al*., 2020).

Dicho lo anterior, la inversión en I+D se fundamenta en procesos sistémicos orientados a la generación de nuevos saberes, desarrollo tecnológico y mejora de productos y procesos. La I+D es la creatividad desarrollada de forma sistemática para la generación de conocimiento y la aplicación práctica de este en productos y servicios con el podential de ser comercializados con éxito (Torres-Samuel *et al*., 2020). De esta forma, se entiende que la inversión en I+D se constituye en aspectos fundamentales como las tecnologías de la información y la comunicación TIC, en donde se construye y fortalece la capacidad de innovación de las organizaciones mediante la exploración de nuevas ideas y oportunidades y el desarrollo de competencias tecnológicas avanzadas, contribuyendo a la mejora continua de la eficiencia y sostenibilidad ambiental de las operaciones productivas (Beltrán-Díaz *et al*., 2023).

Este planteamiento cuestiona si las inversiones en TIC efectivamente resultan en innovaciones. Dependiendo de cómo las empresas ajusten sus inversiones y considerando los costos asociados, el número de innovaciones que logren puede variar. Por ejemplo, durante la crisis económica de 2008, muchas empresas enfrentaron problemas para refinanciar sus deudas y, como resultado, redujeron sus gastos en I+D. Esta reducción impactó la producción de patentes ponderadas por citas entre tres y cinco años después. Esto sugiere que uno de los aspectos más afectados por las crisis económicas es la producción de innovaciones (Mezzanotti & Simcoe, 2023).

Autores como Xu *et al.* (2021) afirman que los subsidios gubernamentales son cruciales para aumentar la inversión empresarial en investigación y desarrollo (I+D), ya que contribuyen a reducir los costos asociados. Estos subsidios, aunque no estén destinados específicamente al desarrollo de innovaciones, pueden liberar flujo de caja en las empresas, permitiéndoles así invertir en I+D. De esta manera, los subsidios gubernamentales pueden estimular indirectamente la intención de las empresas privadas de invertir en I+D.

La literatura sugiere que la relación entre la inversión en investigación y desarrollo (I+D) y la generación de innovaciones, aunque a menudo positiva y estadísticamente significativa, depende de varios factores adicionales que deben ser examinados minuciosamente. Por ejemplo, Safitri *et al.* (2020) sostienen que la inversión en I+D tiene una correlación positiva y significativa con la ecoeficiencia empresarial, aunque esto no siempre se traduce en innovaciones o en un aumento del valor agregado de las empresas. Esto indica que los resultados en innovación también dependen de aspectos no financieros.

La inversión en investigación y desarrollo (I+D) no solo puede influir en la innovación, sino también en otros aspectos como el crecimiento económico. Banelienė y Melnikas (2020) afirman que este impacto es aún más significativo en economías bien desarrolladas, como

muchos países europeos, que experimentan condiciones de desarrollo económico sostenible y globalización. En contraste, los países en vías de desarrollo, como los latinoamericanos, suelen invertir un porcentaje de su PIB en I+D inferior al promedio mundial, lo que limita su potencial de crecimiento e innovación.

La evidencia empírica subraya la importancia de invertir de manera eficiente los recursos financieros. Un ejemplo de esto es el estudio realizado por Wouters *et al.* (2020), que muestra que en Estados Unidos, entre 2009 y 2018, el costo medio capitalizado de investigación y desarrollo (I+D) por producto fue de 1.100 millones de dólares, incluyendo los gastos en ensayos fallidos. Más específicamente, el estudio indica que la inversión media para desarrollar un nuevo fármaco es de 1.559,1 millones de dólares. Este dato, aunque lógico dentro de la industria farmacéutica, resalta lo costosa que puede ser la inversión en I+D y las graves implicaciones financieras para las empresas si dichas inversiones resultan fallidas.

Sin embargo, a pesar de la clara evidencia sobre los beneficios de la inversión en I+D para la innovación, existen desafíos significativos que deben abordarse para maximizar su impacto. La inversión en I+D no solo requiere recursos financieros sustanciales, sino también la capacidad de gestionar la incertidumbre y el riesgo inherentes al desarrollo de nuevas tecnologías y mercados. Además, la efectividad de la I+D está fuertemente condicionada por la presencia de un ecosistema innovador, que incluye instituciones de educación superior, centros de investigación y políticas gubernamentales que promuevan la investigación, el desarrollo y la colaboración entre los diversos actores del sistema. Por lo anterioermente mencionado se plantea la siguiente hipótesis de estudio:

- Hipótesis alternativa 1: Existe una relación entre la inversión en CTI, la formación y capacticación sobre la innovación en el sector servicios de Colombia.
- Hipótesis nula 1: No existe una relación entre la inversión en CTI, la formación y capacticación sobre la innovación en el sector servicios de Colombia.

Para comprobar las hipótesis, es crucial entender cómo las inversiones económicas y la formación del personal pueden generar innovaciones. El objetivo principal de este estudio es determinar la relación entre la inversión en I+D y la formación y capacitación del personal sobre la generación de innovaciones en el sector servicios, utilizando métodos estadísticos inferenciales. Esta investigación se estructura en cuatro partes fundamentales: en primer lugar, se detalla la metodología del estudio; en segundo lugar, se presentan los resultados obtenidos; en tercer lugar, se presentan las discusiones; y, finalmente, se exponen las principales conclusiones del estudio.

2. Metodología

2.1. Enfoque y tipo de investigación

El presente estudio se desarrolló a través del enfoque cuantitativo, dado que, para el análisis de los resultados se han utilizado datos correspondientes con variables numéricas y categóricas, las cuales requieren de un análisis estadístico basado en la interpretación de números para la obtención de resultados (Quispe & Villalta, 2020). Adicionalmente, la investigación es de tipo transversal, descriptiva y correlacional, toda vez que se analizan datos de un solo momento en el tiempo sin la intención de revisar tendencias, además, se presentan descripciones de las variables de estudio y modelos estadísticos inferenciales que demuestran la relación entre las variables independientes seleccionadas y la variable dependiente objeto de estudio (Gámez *et al.*, 2022).

2.2. Población y Muestra

Para este estudio, se utilizó la base de datos derivada de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en los sectores de Servicios y Comercio - EDITS VII, realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Esta encuesta se llevó a cabo mediante un censo basado en parámetros de inclusión, abarcando una población objetivo de 19 subsectores o actividades dentro del sector de servicios y comercio. La EDITS VII investigó todas las empresas comerciales y de servicios que cumplían con los criterios de tamaño (más de 20 trabajadores) e ingresos establecidos (DANE, 2020).

Con base en lo anterior, el instrumento de la encuesta fue aplicado a una muestra de 9304 empresas del sector servicios. A estas empresas se les preguntó sobre los tipos y número de innovaciones generadas, así como sobre el monto invertido en diversos aspectos relacionados con la innovación y formación del personal. En la Tabla 1 se presentan las variables seleccionadas para el estudio, donde la variable dependiente es la innovación y las variables independientes son los montos invertidos en diversos aspectos de I+D y la cantidad de personas de acuerdo con su nivel de formación dedicadas a actividades de ciencia tecnología e innovación ACTI. Para medir la innovación, se creó una variable denominada Ninnova, que corresponde a la sumatoria de los ocho tipos de innovación descritos por la EDIT (DANE, 2020).

Tabla 1.
Operacionalización de variables

Variable	Códigos	Preguntas asociadas	Nombre variable
Innovación	I1R4C2N	Número total de innovaciones de servicios o bienes nuevos 2018-2019	Ninnova
	I1R4C2M	Total innovaciones de servicios o bienes mejorados. Número total de innovaciones de servicios o bienes mejorados 2018-2019	
	I1R4C2	Introdujo métodos de prestación de servicios o producción de bienes nuevos o mejorados en su empresa. Total innovaciones 2018-2019	
	I1R5C2	Introdujo métodos organizativos nuevos o mejorados, implementados en el funcionamiento interno de la empresa. Número total de innovaciones 2018-2019.	
	I1R6C2	Introdujo técnicas de comercialización nuevas o mejoradas en su empresa. Número total de innovaciones 2018-2019.	
	I1R8C2	Introdujo métodos de distribución, entrega o sistemas logísticos nuevos o mejorados en su empresa. Número total de innovaciones 2018-2019	
	I1R9C2	Introdujo métodos de procesamiento de información o comunicación nuevos o mejorados en su empresa. Número total de innovaciones 2018-2019	
	I1R10C2	Introdujo métodos para la contabilidad u operaciones administrativas nuevas o mejoradas en su empresa. Número total de innovaciones 2018-2019	
Inversión en TIC	II1R4C1	Tecnologías de información y comunicaciones, desarrollo de software y actividades de análisis de datos. Monto invertido 2018	II1R4C1
	II1R9C1	Formación y capacitación. Monto invertido 2018	II1R9C1
Inversión en formación y capacitación	IV1R1C3	Doctorado. Personal ocupado promedio que participó en la realización de ACTI 2018	IV1R1C3
	IV1R2C3	Maestría. Personal ocupado promedio que participó en la realización de ACTI 2018	IV1R2C3
	IV1R3C3	Especialización. Personal ocupado promedio que participó en la realización de ACTI 2018	IV1R3C3
	IV1R4C3	Universitario. Personal ocupado promedio que participó en la realización de ACTI 2018	IV1R4C3
	IV1R5C3	Tecnólogo. Personal ocupado promedio que participó en la realización de ACTI 2018	IV1R5C3
	IV1R6C3	Técnico profesional. Personal ocupado promedio que participó en la realización de ACTI 2018	IV1R6C3

IV1R7C3	Educación secundaria (Completa). Personal ocupado promedio que participó en la realización de ACTI 2018	IV1R7C3
IV1R8C3	Educación primaria. Personal ocupado promedio que participó en la realización de ACTI 2018	IV1R8C3
IV1R9C3	Formación Profesional Integral - SENA. Personal ocupado promedio que participó en la realización de ACTI 2018	IV1R9C3
IV1R10C3	Ninguno. Personal ocupado promedio que participó en la realización de ACTI 2018	IV1R10C3

Fuente: Elaboración propia (2024)

2.3. Métodos estadísticos

Para el desarrollo de los resultados de la investigación se emplearon una serie de métodos descriptivos e inferenciales de análisis estadístico. En el caso de las variables numéricas, la parte descriptiva se centró en el uso de medidas de tendencia central y dispersión, tales como la media, la desviación estándar, el límite inferior y el límite superior. Estas medidas permitieron obtener una visión preliminar sobre el comportamiento de las variables en el sector servicios (Álvarez & Barreda, 2020).

Para la comprobación de la hipótesis se siguieron una serie de pasos fundamentales. En primer lugar, se desarrolló un modelo de correlación de Spearman para examinar la presencia de una asociación significativa entre las variables independientes y la variable dependiente, así como para verificar la existencia de relaciones significativas entre las variables independientes (colinealidad) (Marenco & Antezana-Vera, 2021). Debido a esta colinealidad, se llevó a cabo un análisis de componentes principales que identificó cinco componentes fundamentales para la investigación.

Una vez determinados estos componentes, y considerando la distribución no normal de la variable dependiente, se elaboraron un modelo de regresión de Poisson y un modelo de regresión binomial negativo. La comparación entre ambos modelos reveló que el modelo de regresión binomial negativo se ajusta mejor al fenómeno estudiado (Ríos & Peña, 2020). Para el desarrollo de estos modelos se utilizó el software estadístico STATA versión 12.

3. Resultados

Como se mencionó anteriormente, la innovación en Colombia es un aspecto preocupante debido a sus cifras. Por ejemplo, los datos demuestran que el promedio de innovaciones en las empresas del sector servicios es de solo una al año. Considerando la desviación estándar y los límites del conjunto de datos, se puede afirmar que la mayoría de las empresas no están innovando. Esto indica no solo que la innovación en el sector servicios es mínima, sino también que las inversiones pueden no estar siendo efectivas. De hecho, al analizar los datos, se observa que las mayores inversiones se realizan en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Sin embargo, al igual que con la innovación, dada la dispersión observada, la mayoría de las empresas no están realizando inversiones significativas en estos aspectos.

En la Tabla 2 se presentan los resultados del modelo de correlación de Spearman, del cual se puede deducir que, en términos generales, la variable de inversión en TIC (II1R4C1) tiene una asociación positiva y significativa con la innovación. Por su parte la inversión en formación y capacitación (II1R9C1) tiene una relación positiva y significativa con la innovación; aspecto que es similar en todos los niveles de formación, con excepción del personal ocupado con educación primaria que participó en la realización de ACTI (IV1R8C3), que si bien, participó en actividades científicas, esto parece no contribuir a la generación de innovaciones. Sin embargo, el modelo también revela un cierto grado de colinealidad entre las variables

independientes, lo que hace necesario desarrollar un análisis de componentes principales para manejar esta interrelación y entender mejor la influencia de cada variable en la generación de innovaciones.

Tabla 2.
Correlación de Spearman

	Ninnova	II1R4C1	II1R9C1	IV1R1C3	IV1R2C3	IV1R3C3	IV1R4C3	IV1R5C3	IV1R6C3	IV1R7C3	IV1R8C3	IV1R9C3	IV1R10C3
Ninnova	1,0000												
II1R4C1	0,1312*	1,0000											
II1R9C1	0,0814*	0,0581*	1,0000										
IV1R1C3	0,5263*	0,0581*	0,0892*	1,0000									
IV1R2C3	0,4701*	0,1033*	0,0805*	0,8657*	1,0000								
IV1R3C3	0,4061*	0,1985*	0,0733*	0,6409*	0,8396*	1,0000							
IV1R4C3	0,3957*	0,5691*	0,0940*	0,4550*	0,5504*	0,6899*	1,0000						
IV1R5C3	0,2977*	0,1784*	0,0801*	0,3792*	0,4804*	0,6077*	0,6547*	1,0000					
IV1R6C3	0,1398*	0,0478*	0,0399*	0,1472*	0,1466*	0,1920*	0,2936*	0,6210*	1,0000				
IV1R7C3	0,1606*	0,0530*	0,0915*	0,2977*	0,2755*	0,2286*	0,2643*	0,2778*	0,1029*	1,0000			
IV1R8C3	0,0111	-0,001	0,0018	0,0067	0,0032	0,0117	0,0164	0,1627*	0,0067	0,1155*	1,0000		
IV1R9C3	0,0556*	0,5343*	0,0003	-0,0019	0,0093	0,0610*	0,2949*	0,1318*	0,0357*	0,0419*	0,0068	1,0000	
IV1R10C3	0,0605*	-0,0007	0,1010*	0,1625*	0,1325*	0,0700*	0,2426*	0,1717*	0,1815*	0,2268*	-0,0005	-0,0008	1,0000

Nota: * significancia al 5%
Fuente: Elaboración propia (2024)

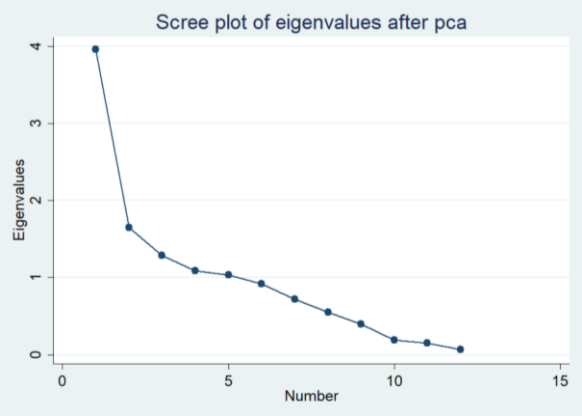
Sobre el análisis de componentes principales, es crucial señalar que, para mitigar la colinealidad, se eligen aquellos componentes que tienen un coeficiente (Eigenvalue) mayor a 1. En la Tabla 3, se observa que de los 12 componentes (uno por cada variable independiente), se deben seleccionar los primeros 4 componentes, los cuales, en conjunto, explican el 66,46% de la variación total de las variables independientes. Esto se confirma con la prueba del codo mostrada en la Figura 1, donde se puede ver que a partir del componente 4 no hay variaciones significativas fuera de lo normal en la gráfica, lo que indica que no es necesario incluir más componentes. Esta selección ayuda a eliminar la colinealidad presente en el modelo anterior, mejorando así la fiabilidad de los resultados.

Tabla 3.
Análisis de componente principales

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	3,95767	2,31339	0,3298	0,3298
Comp2	1,64429	0,355821	0,1370	0,4668
Comp3	1,28846	0,203437	0,1074	0,5742
Comp4	1,08503	0,0478877	0,0904	0,6646
Comp5	0,903714	0,117537	0,0864	0,7510
Comp6	0,919603	0,20343	0,0766	0,8277
Comp7	0,716174	0,163184	0,0597	0,8874
Comp8	0,552989	0,159711	0,0461	0,9334
Comp9	0,393278	0,200838	0,0328	0,9662
Comp10	0,19244	0,0439235	0,0160	0,9823
Comp11	0,148517	0,0841099	0,0124	0,9946
Comp12	0,0644066	.	0,0054	1,0000

Fuente: Elaboración propia (2024)

Figura 1.
Prueba del codo



Fuente: Elaboración propia (2024)

Cada componente principal está compuesto por variables de estudio específicas en mayor o menor medida. En este sentido, es fundamental tener en cuenta las siguientes asociaciones: Componente 1 representa el personal ocupado promedio que participó en la realización de ACTI con titulo de doctorado, maestría, especialización, universitario y Tecnólogo. El componente 2 Conformado por las inversiones en tecnologías de información y comunicaciones, desarrollo de software y actividades de análisis de datos y el monto invertido en formación profesional integral – SENA. El componente 3 conformado el Personal ocupado promedio que participó en la realización de ACTI con nivel de formación técnico profesional o solo educación primaria. Finalmente, el componente 4 conformado por las inversiones en formación y capacitación y el personal ocupado promedio que participó en la realización de ACTI con educación secundaria (Completa) o ningún tipo de formación. Estos componentes permiten una interpretación más clara de cómo se agrupan las distintas inversiones y su impacto en la innovación, reduciendo la colinealidad y proporcionando un análisis más preciso.

Tabla 4.
Coeficientes de componentes principales

Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Comp5	Comp6	Comp7	Comp8	Comp9	Comp10	Comp11	Comp12
II1R4C1	0,1845	0,6208	-0,1513	0,0929	0,0089	0,0048	0,0529	-0,3335	0,5115	0,1427	0,3862	0,0617
II1R9C1	0,0754	-0,0146	0,1175	0,5757	-0,2089	0,7747	-0,025	0,0541	-0,0347	0,0067	-0,0151	-0,0056
IV1R1C3	0,3773	-0,2843	-0,2702	0,0749	0,0156	-0,0506	0,0521	0,3661	0,4511	-0,4138	-0,0506	0,4259
IV1R2C3	0,4205	-0,2564	-0,3048	-0,006	0,0182	-0,0002	0,0785	0,1726	0,0753	0,2224	0,1673	-0,7383
IV1R3C3	0,4306	-0,1197	-0,2363	-0,1259	0,0152	0,0837	0,0621	-0,153	-0,3728	0,5644	-0,0102	0,4863
IV1R4C3	0,4238	0,2455	-0,0137	-0,0052	-0,0522	-0,03	0,113	-0,3913	-0,1049	-0,3195	-0,6677	-0,1771
IV1R5C3	0,3917	0,0274	0,3444	-0,2824	0,0267	0,1285	-0,0784	-0,0659	-0,3405	-0,457	0,5431	0,0012
IV1R6C3	0,2132	0,0211	0,587	-0,3968	-0,2457	0,1088	-0,149	0,2255	0,388	0,3257	-0,2239	-0,0073
IV1R7C3	0,2118	-0,1054	0,1917	0,438	0,2602	-0,3226	-0,7221	-0,1182	0,0112	0,0884	-0,0148	0,0011
IV1R8C3	0,0359	-0,0064	0,263	0,0259	0,8714	0,1812	0,3343	0,0515	0,0938	0,0775	-0,086	-0,0036
IV1R9C3	0,1086	0,6129	-0,0893	0,0844	0,0566	-0,0994	-0,0772	0,6874	-0,3125	0,0311	-0,0854	-0,0028
IV1R10C3	0,1391	-0,0725	0,4053	0,449	-0,2479	-0,4628	0,5509	0,0345	-0,0701	0,0923	0,1188	0,0417

Fuente: Elaboración propia (2024)

Una vez establecida la ausencia de colinealidad en las variables independientes, se procede con la elaboración de los modelos de regresión. En este caso particular, no es posible comprobar la hipótesis mediante una regresión lineal múltiple debido a que este método asume la normalidad de la variable dependiente. Dado que la variable Ninnova tiene una distribución no normal (como se observa en las medidas de desviación estándar), es necesario utilizar modelos adaptados a variables no paramétricas, específicamente una regresión de Poisson o una regresión binomial negativa.

Para definir el mejor modelo, se desarrollaron ambos modelos (regresión de Poisson y regresión binomial negativa) incluyendo los Criterios de Información de Akaike (AIC) y el

Criterio de Información Bayesiano (BIC). El AIC es una medida de la calidad de un modelo estadístico basada en la teoría de la información. Este criterio intenta seleccionar el modelo que mejor explique la realidad con la menor cantidad de información perdida, utilizando la máxima verosimilitud del modelo y penalizando la complejidad en función del número de parámetros estimados, donde un valor menor de AIC indica un mejor modelo. De forma similar, el BIC mide la calidad de un modelo y penaliza la complejidad, pero lo hace de una manera que favorece modelos más simples para tamaños de muestra grandes. Al igual que el AIC, un valor menor de BIC sugiere un mejor modelo.

En este sentido, el modelo con el valor más bajo de AIC o BIC es el que mejor explica la variación de la variable dependiente. En la Tabla 5 se presenta el modelo de regresión de Poisson, mientras que en la Tabla 6 se muestra el modelo de regresión binomial negativa. Los valores de AIC y BIC para el modelo de regresión de Poisson son 40.362,98 y 40.398,67 respectivamente. Por otro lado, los valores de AIC y BIC para el modelo de regresión binomial negativa son 21.441,6 y 21.484,43 respectivamente. Esto indica que el modelo de regresión binomial negativa es el más adecuado para apoyar la hipótesis de estudio, ya que presenta los valores más bajos de AIC y BIC.

Tabla 5.

Regresión de Poisson

				Robust		
Ninnova	**Coef.**	**Std. Err.**	**z**	**P>z**	**[95% Conf.**	**Interval]**
PC1	0,1218897	0,0071892	16,95	0,000	0,107799	0,1359803
PC2	-0,.002667	0,0111058	-0,24	0,810	-0,024434	0,0191
PC3	-0,0422958	0,0270242	-1,57	0,118	-0,0952623	0,0106708
PC4	0,025795	0,0251346	1,03	0,305	-0,023468	0,075058
_cons	-0,0079572	0,02946	-0,27	0,787	-0,0656978	0,0497834

Number of obs = 9.304
Wald chi2(4) = 449,15
Prob > chi2 = 0,0000
Pseudo R2 = 0,2234
Log pseudolikelihood = -21.772,58

Model	**Obs**	**ll(null)**	**ll(model)**	**Df**	**AIC**	**BIC**
.	9.304	-25.981,06	-20.176,49	5	40.362,98	40.398,67

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 1.

Modelo de regresión binomial negativa

				Robust		
Ninnova	**Coef.**	**Std. Err.**	**z**	**P>z**	**[95% Conf.**	**Interval]**
PC1	0,9270958	0,1085616	8,54	0,000	0,7143189	1.139.873
PC2	0,0079842	0,1146622	0,07	0,944	-0,2167496	0,2327179
PC3	0,0748337	0,1008242	0,74	0,458	-0,1227781	0,2724456
PC4	-0,1452612	0,035964	-4,04	0,000	-0,2157494	-0,074773
_cons	-0,2411361	0,024216	-9,96	0,000	-0,2885985	-0,1936737
/lnalpha	144.477	0,0333851			1.379.336	1.510.203
alpha	4.240.875	0,1415821			3.972.263	4.527.651

Number of obs = 9.304
Dispersion = mean
Wald chi2(5) = 87,96
Prob > chi2 = 0,0000
Log pseudolikelihood = -10.714,801

Model	**Obs**	**ll(null)**	**ll(model)**	**df**	**AIC**	**BIC**

.	9.304	-11.367,75	-10.714,8	6	**21.441,6**	**21.484,43**

Fuente: Elaboración propia (2024)

Respecto a los resultados expuestos en el modelo seleccionado, es importante destacar que la prueba prob>chi2 permite afirmar que el modelo es estadísticamente significativo para explicar la variación en la innovación. En cuanto a la interpretación del modelo, se observa que, de los 4 componentes seleccionados, solo el componente 1 y el componente 4 tienen significancia estadística, ya que los valores en la columna P>z son menores de 0,05. En este contexto, se puede interpretar que, a medida que aumenta el valor del componente 1, la innovación se incrementa en 0,9270958. Sin embargo, dado el signo negativo, a medida que aumenta el componente 4, la innovación se reduce en -0,1452612. Los demás componentes no son significativos para explicar la variación de la innovación. Estos resultados permiten confirmar la hipótesis alternativa 1 de forma parcial, dado que si bien el nivel de formación, principalmente el tecnológico, universitario y posgradual se relacionan positivamente con la generación de innovaciones, las tecnologías de la información y la comunicación no parecen tener mucho impacto en este sector, sin dejar de mencionar que la estrategia de invertir recursos en formación de personal no apto o la asignación de ACTI a personal sin el nivel académico adecuado, puede incluso reducir la cantidad de innovaciones generadas por el sector servicios.

Esto significa que, para las empresas del sector servicios, es esencial aumentar las inversiones en la formación tecnológica, profesional y posgradual de sus trabajadores, para que mediante el conocimiento adquirido, al ser designados en actividades de ciencia tecnología e innovación, logren impactar en la generación de innovaciones. Sin embargo, als empresas deben tener cuidado en gastar recursos económicos en la formación de personal sin los conocimientos básicos suficientes para que dicha capacitación surta efecto; es decir, que al tratar de formar a colaboradores que no han tenido ningún tipo de formación previa o que solo han cursado la primaria o la secundaria, dichas capacitaciones pueden no ser consolidadas apropiadamente, pues los trabajadores no tienen las suficientes bases académicas para absorber conocimientos más complejos, menos aún, si se pretende que personas con poca formación académica, sean las encargadas de generar innovaciones, pues si bien, la creatividad y el conocimiento empírico pueden ser precursores de nuevas cosas, a nivel empresarial esto puede resultar muy costoso y contraproducente.

4. Discusión

Los resultados sostienen que los trabajadores con estudios doctorales, maestría, especialización, profesional y tecnológico influyen positiva y significativamente en la generación de innovaciones de todos los tipos. Este argumento es concordante con los postulados de Torres *et al.* (2022) quienes sostienen que el personal altamente calificado tiene mayor capacidad para absorber conocimiento y traducirlo en resultados materiales. La formación profesional de acuerdo con su nivel de complejidad genera en los profesionales mayores habilidades en cuanto al generación de nuevo conocimiento, en donde por ejemplo, un especialista adquiere habilidades de aplicabilidad de herramientas practicas con las mejoras necesarias para su aplicación, mientras que las personas con niveles de maestría y doctorado tienen la capacidad de crear nuevas cosas o métodos (Calatayud, 2022).

Autores como Manzueta (2022), sostienen que la gestión del conocimiento organizacional es fundamental para que las empresas adquieran la capacidad de adaptarse al medio y reaccionar oportunamente a los cambios paulatinos del macroambiente, para los cuales, usualmente las empresas no están preparadas. Esta habilidad depende en gran medida del personal que conforma el talento humano de la organización, la cual además, está condicionada por el nivel

de experticia del componente humano. Dicho esto, es razonable considerar que los trabajadores con mayor formación académica tienen más nociones de qué hacer con la información que llega a sus manos, mientras que aquellos trabajadores con poca o nada formación, probablemente no logra interpretar adecuadamente la información que recibe y termina por desecharla.

Dicho lo anterior, los resultados exponen que las inversiones en formación y capacitación reducen la innovación, postulado que puede ser contrario a los postulados de Sánchez-González (2022) quinees abordan esto desde la base de un personal con cierto grado de conocimiento profesional; sin embargo, esto puede cobrar sentido al entender que las bases teóricas son fundamentales para el sostenimiento de estructuras de conocimiento más complejas y que se hacen necesarias para que el conocimiento complejo se materialice en métodos, productos o procesos innovadores (Olivera & Rosell, 2023). Esto revoluciona completamente la idea de que la formación y capacitación es la solución a todos los males empresariales, dado que, si bien, capacitar al personal es fundamental para que los procesos en las organizaciones marchen bien, es fundamental que dichos colaboradores tengan un cierto grado de presaber respecto al tema, que les permita asimilar más fácilmente los nuevos conocimientos y que estos terminen siendo efectivos para los resultados empresariales de la (Cruz & Infante, 2022).

Por otra parte, la mayor parte del consenso científico está de acuerdo con que en la época actual las TIC son fundamentales para el buen desarrollo de casi todas las áreas funcionales de las organizaciones, de hecho, autores como Bucheli *et al.* (2023) sostienen que la adopción de las TIC tienen la capacidad de mejorar los procesos organizacionales y multiplicar la productividad, principalmente por las facultades de estas para hacer que las operaciones sean más rápidas y efectivas; sin embargo, los resultados sostienen que en este caso en particular, las TIC no tiene una relación significativa sobre la generación de innovaciones. Estos resultados pueden tener sentido al revisar los aportes de Castro (2022). quien ha logrado determinar que las TIC no se limitan únicamente al uso de equipos tecnológicos e internet, sino que se requiere de un amplio manejo de grandes bases de datos para considerar que una organización realmente está implementado TIC en sus procesos.

Dicho esto, autores como Elosua (2022) sostienen que las TIC son muy eficientes para el mejoramiento de procesos relacionados con las finanzas, las operaciones internas y el marketing; sin embargo, siendo la innovación un proceso de generación de nuevo conocimiento materializado en procesos, productos o servicios exitosos, las TIC juegan un panel netamente asistencial, que agiliza algunas actividades, pero que no determina la creación o no de innovaciones que requieren fundamentalmente de conocimientos científicos, creatividad y recursos financieros.

5. Conclusiones

El objetivo principal del estudio era medir si las inversiones en TIC y en formación y capacitación del personal, así como el nivel académico de los mismos tienen alguna relación con la generación de innovaciones. Los resultados permiten confirmar parcialmente esta premisa, indicando que la inversión en formación es esencial para la generación de innovaciones. Sin embargo, no todas las inversiones están directamente asociadas con la innovación. El estudio concluye que las inversiones en capacitación de personal que solo tienen secundaria o que no tienen ningún tipo de formación puede impactar negativamente la generación de innovaciones. Estas innovaciones pueden manifestarse en productos, métodos de prestación de servicios, métodos organizativos, técnicas de comercialización, métodos de distribución, métodos de procesamiento de información o métodos para la contabilidad y

operaciones administrativas.
Este estudio también concluye que ciertos aspectos tradicionalmente asociados con la innovación no tienen una relación directa con el número de innovaciones generadas por el sector servicios de Colombia. Específicamente, resulta sorprendente que inversiones en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) no presenten una asociación significativa con la innovación en este sector. Esto puede deberse a varios factores. Primero, el uso de las TIC generalmente está más vinculado a la mercadotecnia que a la innovación. Aunque algunas de estas tecnologías pueden utilizarse para innovar, es probable que en este sector se les dé otro uso. Segundo, la capacitación y formación del personal suelen centrarse en aspectos relacionados con conocimientos prácticos para mejorar la eficiencia en actividades existentes. Por lo tanto, estas capacitaciones, que suelen ser de corta duración, probablemente no proporcionen los conocimientos técnicos necesarios para la investigación y creación de innovaciones.

Es importante aclarar que este estudio no aborda los impactos que dichas inversiones pueden tener en otras áreas de las organizaciones. En lugar de sugerir la disminución de estas inversiones, el estudio abre la puerta para que futuras investigaciones analicen los efectos que estos recursos pueden tener en otras variables igualmente importantes para la empresa. Es probable que algunas inversiones no se traduzcan directamente en innovaciones, pero dada la correlación entre las variables independientes en la primera parte de los resultados, es posible que algunas inversiones impacten la eficiencia de otras. Por ejemplo, las inversiones en TIC, aunque no estén directamente asociadas con el número de innovaciones, tienen una relación positiva con otros tipos de inversión como la formación del personal. Muchas de estas inversiones requieren de una infraestructura óptima para su adecuado desarrollo. Así, aunque no contribuyan directamente a la innovación, pueden ser esenciales para crear un entorno favorable que facilite otras actividades de innovación.

6. Referencias

Akinosho, T. D., Oyedele, L. O., Bilal, M., Ajayi, A. O., Delgado, M. D., Akinade, O. O. y Ahmed, A. A. (2020). Deep learning in the construction industry: A review of present status and future innovations. *Journal of Building Engineering*, 32, 101827.

Alvarez-Melgarejo, M., Beltrán-Díaz, A. y Torres-Barreto, M. L. (2024). Determinantes de la innovación en procesos. Un análisis desde las capacidades de aprendizaje y adaptación. *Innovar*, *34*(91).

Álvarez Pardo, E. D. y Barreda Jorge, L. (2020). La estadística descriptiva en la formación investigativa del instructor de arte. *Conrado*, *16*(73), 100-107.

Banco Mundial (2023). *Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB).* https://datos.bancomundial.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS

Banelienė, R. y Melnikas, B. (2020). Economic growth and investment in R&D: Contemporary challenges for the European Union. *Contemporary Economics*, 38-57.

Beltrán-Díaz, A., Álvarez-Melgarejo, M., Rodríguez, I. C. y Chaparro, J. E. (2023). Capacidades dinámicas como determinantes de la capacidad de innovación en Colombia. *Revista De Ciencias Sociales*, *XXIX*(2), 255-276.

Bucheli, M. G. V., Aguilar, G. A. y Pérez, E. G. B. (2023). TIC, creatividad e innovación: estrategias en la configuración de ambientes para el aprendizaje universitario. IE

Revista de Investigación Educativa de la REDIECH, 14, e1854-e1854.

Calatayud, V. G. (2022). La innovación en Formación Profesional: el uso de las Escape Room. *Innoeduca: international journal of technology and educational innovation*, *8*(1), 111-120.

Castro, D. F. R. (2022). Las TIC en el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje en Tiempos de Postpandemia en los Estudiantes de Secundaria. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, *7*(4), 93.

Chen, J., Han, L. y Qu, G. (2020). Citizen innovation: Exploring the responsibility governance and cooperative mode of a "post-schumpeter" paradigm. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *6*(4), 172.

Concejo Privado de Competitividad (2024). *Informe Nacional de Competitividad 2023-2024*. https://compite.com.co/informe/informe-nacional-de-competitividad-2023-2024/

Cruz Santos, I. D. y Infante Abreu, M. B. (2022). Estrategia para perfeccionar la gestión de ciencia, tecnología e innovación en el sector agrario cubano: principales resultados. *Revista Universidad y Sociedad*, *14*(3), 696-713.

Curtis, M. (2020). Toward understanding secondary teachers' decisions to adopt geospatial technologies: An examination of Everett Rogers' diffusion of innovation framework. *Journal of Geography*, *119*(5), 147-158.

DANE (2024). *Producto Interno Bruto (PIB) nacional trimestral*. https://acortar.link/Enxp6d

DANE (2020). *Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en los sectores de Servicios y comercio - EDITS VII - 2018-2019*. https://acortar.link/TLwLxV

Díaz-Canel Bermúdez, M. M. y Delgado Fernández, M. (2021). Gestión del gobierno orientado a la innovación: Contexto y caracterización del Modelo. *Revista Universidad y Sociedad*, *13*(1), 6-16.

Elosua, P. (2022). Impacto de la TIC en el entorno evaluativo. Innovaciones al servicio de la mejora continua. *Papeles del Psicólogo*, *43*(1), 3-11.

Gámez, F. D. G., Palmero, J. R., Rodríguez, A. P. y Párraga, L. M. (2022). Formación del profesorado universitario en Competencia Digital: análisis con métodos de investigación correlacionales y comparativos. Hachetetepé. *Revista científica de educación y comunicación*, 24.

Manzueta, A. M. N. (2022). Teoría del aprendizaje desde las perspectivas de Albert Bandura y Burrhus Frederic Skinner: vinculación con aprendizaje organizacional de Peter Senge. UCE Ciencia. *Revista de postgrado*, *10*(3).

Marenco, R. A. y Antezana-Vera, S. A. (2021). Principal component regression analysis demonstrates the collinearity-free effect of sub estimated climatic variables on tree growth in the central Amazon. *Revista de Biología Tropical*, *69*(2), 482-493.

Mezzanotti, F. y Simcoe, T. (2023). *Research and/or Development? Financial Frictions and Innovation Investment (No. w31521)*. National Bureau of Economic Research.

OCDE (2023). *Perspectivas económicas de América Latina 2023, invirtiendo para un desarrollo sostenible*. https://acortar.link/pByG9L

Ochoa, J. J. G., Vazquez, I. O. y Valenzuela, A. V. (2021). Innovación en economías latinoamericanas: Análisis comparativo con respecto a Corea del Sur. *Revista de ciencias sociales*, *27*(4), 62-75.

Olivera, C. A. C. y Rosell, R. D. L. C. A. (2023). Desafíos de la capacitación docente orientada a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs). Revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(3), 2427-2456.

Quispe, T. Y. y Villalta, L. Z. B. (2020). Epistemología e investigación cuantitativa. *Igobernanza*, *3*(12), 107-120.

Ríos, A. R. y Peña, A. M. P. (2020). Estadística inferencial. Elección de una prueba estadística no paramétrica en investigación científica. *Horizonte de la Ciencia*, *10*(19), 191-208.

Rodríguez, S. P. (2022). Experiencing Chick Corea: A Listener Companion by Monika Herzig. *Jazz Education in Research and Practice, 3*(1), 140-143.

Safitri, V. A., Sari, L. y Gamayuni, R. R. (2020). Research and Development (R&D), Environmental Investments, to Eco-Efficiency, and Firm Value. *The Indonesian Journal of Accounting Research*, *22*(3).

Sánchez-González, M., Miró Amarante, M. L., Ruiz-Rey, F. J. y Cebrián-de-la-Serna, M. (2022). *Evaluación de programas online de capacitación docente sobre innovación y competencias digitales durante la Covid-19:# webinarsUNIA*.

Tello, M. D. (2023). *Impactos económicos y de bienestar de la inversión en CTI en la economía peruana: basado en un modelo computable de equilibrio general.*

Torres, Á. F. R., Nicolalde, M. A. M., Medina, D. A. T. y Alvear, J. C. R. (2022). Formación docente en el proceso de cambio e innovación en la educación. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, *27*(8), 1420-1434.

Torres-Samuel, M., Vásquez Stanescu, C. L. y Crissien Borrero, T. J. (2020). *Eficiencia técnica de la investigación y desarrollo, ciencia y tecnología, educación e innovación en países Latinoamericanos. Corporación Universitaria de la Costa*. https://acortar.link/72TyLu

World Intellectual Property Organization (2023). *Global Innovation Index 2023 Innovation in the face of uncertainty*. www.wipo.int/publications/es/details.jsp?id=4679

Wouters, O. J., McKee, M. y Luyten, J. (2020). Estimated research and development investment needed to bring a new medicine to market, 2009-2018. *Jama*, *323*(9), 844-853.

Xu, J., Wang, X. y Liu, F. (2021). Government subsidies, R&D investment and innovation performance: analysis from pharmaceutical sector in China. *Technology Analysis & Strategic Management*, *33*(5), 535-553.

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Financiación: Esta investigación recibió financiamiento de la Universidad de Investigación y Desarrollo -UDI, Bucaramanga, Colombia.

Agradecimientos: El presente texto nace en el marco de los proyectos de investigación "Producto interno bruto y competitividad como determinantes del desarrollo económico de los territorios. Caso Santander", "Análisis sistémico de los determinantes históricos de la innovación en producto en las empresas industriales colombianas" y "Influencia de la innovación y las tecnologías de la información sobre la calidad de la educación superior en Bucaramanga" (nº 2024-INV-50-BGA) de la Universidad de Investigación y Desarrollo -UDI, Bucaramanga, Colombia.

Conflicto de intereses: Los autores manifiestan no tener conflictos de interés.

AUTOR:

Jorge E. Chaparro Medina
Universidad de Investigación y Desarrollo -UDI
Doctorando en Administración, Magister en Administración, Magister en Dirección y Gestión. Estudios de Maestría en Planificación y Administración del Desarrollo Regional. Sociólogo. Profesor Investigador Senior de MinCiencias en Colombia. Con publicaciones en revistas revistas indexadas y Scopus. Docente de Programas de Maestría y pregrado en Colombia y el Exterior en cursos académicos de investigación, gestión humana, desarrollo organizacional, competitividad y habilidades gerenciales entre otros. Experiencia académica en cargo de Dirección académica y trayectoria profesional en cargos de alta dirección
jchaparro15@udi.edu.co
Indice H:2
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0916-8702
Researchgate: https://www.researchgate.net/profile/Jorge_E_Chaparro_Medina
Academia.edu: https://independent.academia.edu/JorgeEChaparroM