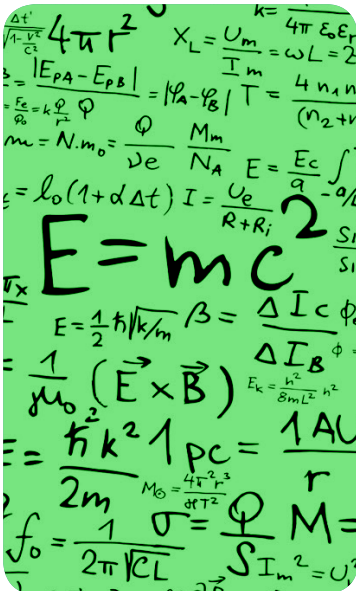
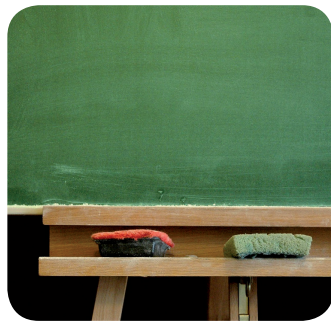




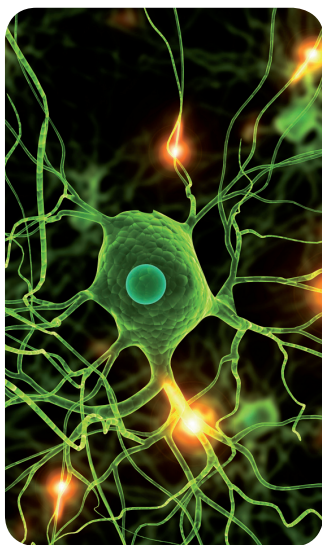
MÁSTERES de la UAM

Facultad
de Ciencias Económicas
y Empresariales / 15-16

Economía y Gestión
de la Innovación



Campus Internacional
excelencia UAM
CSIC+



**El envejecimiento
poblacional como
factor de la difusión
tecnológica:
estudios de caso**
Mónica Muñoz López



Máster en Economía y Gestión de la Innovación



POLITÉCNICA



Trabajo Fin de Máster

El envejecimiento poblacional como factor de la difusión tecnológica: estudios de caso.



Dña. Mónica Muñoz López.

Director: D. José Molero Zayas.

Septiembre-2016

Agradecimientos.

Debo agradecer el esfuerzo y dedicación de todos los profesores del Máster de Economía y Gestión de la Innovación, de la Universidad Autónoma de Madrid, Universidad Complutense de Madrid y Universidad Politécnica de Madrid, sin el cual no hubiera sido posible llevar a cabo esta investigación. Sus conocimientos, implicación y entusiasmo por la innovación han sido, sin duda inspiradores.

Especialmente me gustaría agradecerle al Dr. José Molero Zayas, quien ha guiado mi trabajo desde el inicio; y al Dr. Juan Carlos Salazar Elena, cuya desinteresada ayuda, consejos y orientaciones han sido fundamentales para este trabajo.

Sin olvidarme de agradecer el apoyo de la Dra. Asunción López López y del Dr. José Guimón de Ros, quienes han colaborado y están colaborando en la ampliación de esta investigación, ofreciéndome la oportunidad de profundizar en el tema que en este TFM se ocupa.

“¿Qué sostiene el desarrollo económico en un mundo físico caracterizado por la disminución de los recursos y la escasez? La respuesta: la manera en que las sociedades tratan los avances en tecnología”

Paul M. Romer.

ÍNDICE

1.	RESUMEN.....	4
2.	INTRODUCCIÓN.....	4
3.	ENVEJECIMIENTO POBLACIONAL.	5
3.1.	EVOLUCIÓN DEMOGRÁFICA.....	5
3.2.	PROBLEMAS DERIVADOS DEL ENVEJECIMIENTO.....	8
3.3.	AYUDAS A LA TERCERA EDAD.	11
4.	ANTECEDENTES.....	13
5.	OBJETIVO.....	16
6.	METODOLOGÍA.....	18
7.	RESULTADOS.....	23
8.	CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN.....	27
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	29
10.	ANEXOS:	32



Máster en Economía y Gestión de la Innovación.

Dña. Mónica Muñoz López. Universidad Autónoma de Madrid.

Director: D. José Molero Zayas. Universidad Complutense de Madrid.

1. RESUMEN.

El envejecimiento de la población, fundamentalmente de los países desarrollados, ha levantado numerosas preocupaciones de diverso carácter (económico, social, sanitario,...). Elevándolo incluso a “reto social”. Por ello, son también muchas las innovaciones que se han desarrollado para hacer frente a este problema: innovaciones de tipo social, técnico y tecnológico, entre otras. Todo ello, lleva a pensar en la influencia que el propio envejecimiento poblacional pueda tener sobre la adopción de las innovaciones tecnológicas. Demostrándose en este estudio que, el envejecimiento de la población ha de ser tenido en cuenta como un factor social, relevante para los estudios de difusión tecnológica. Quedando constatado, a través de los estudios de caso realizados, que el envejecimiento afectará a la difusión de ordenadores, operaciones de remplazo de cadera y operaciones de remplazo de rodilla, además de hacerlo de una diferente manera en cada tecnología.

Palabras clave: difusión tecnológica, adopción tecnológica, envejecimiento poblacional, edad poblacional, tercera edad.

2. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta investigación es aportar conocimiento sobre cómo el envejecimiento de la población puede ser una variable relevante para los estudios sobre difusión tecnológica.

En la actualidad, el constante envejecimiento de la población de la mayor parte de los países del mundo, es un hecho más que confirmado. Por ello, han ido surgiendo numerosas preocupaciones en torno a este hecho sociodemográfico, siendo objeto de diversas investigaciones, en las cuales se considera y trata como un problema: “El problema del envejecimiento”. Como resultado de todas estas investigaciones, se pueden identificar una serie de problemas de diversa naturaleza, para los que la innovación puede ofrecer una respuesta que los mitigue, controle o elimine.

Esta relación, surgida entre los problemas derivados de una población que envejece y las distintas innovaciones (sociales, técnicas, tecnológicas, etc.), es la que nos lleva a pensar si el envejecimiento, en sí mismo, pudiera afectar a la difusión de las innovaciones tecnológicas. De esta manera, se pretende resolver la incógnita asociada a esta cuestión, clarificando si el envejecimiento poblacional afectará a la difusión tecnológica de los países.

De forma paralela, y como consecuencia de la preocupación por ese envejecimiento poblacional, en la Unión Europea ha aflorado un enorme interés por solucionar y prevenir esos problemas derivados. De forma que, numerosos programas y acciones a nivel nacionales y europeos han sido puestos en marcha. En ellos, no solo se pretende solventar, sino también aprovechar las oportunidades que ofrece envejecimiento a través del fomento del desarrollo de innovaciones, fundamentalmente tecnológicas. Esperando conseguir un desarrollo industrial y tecnológico, y un crecimiento económico dentro de la Unión.

Por tanto, resultará necesario para fundamentar la justificación de dichos programas, el estudio de los procesos de difusión (y adopción)¹ de la tecnología, en estos entornos, teniendo en especial consideración el factor de la edad poblacional (a través de la valoración del envejecimiento). Ofreciendo la posibilidad de conocer si la difusión tecnológica se verá afectada por la edad de los ciudadanos, y si afectará por igual a todas las tecnologías.

La investigación de este trabajo se centrará en el análisis del proceso de difusión de innovaciones tecnológicas, con un panel de **31** países pertenecientes a la Unión Europea, Norte América, Asia, y algunos países emergentes, para el periodo 1960-2014. El análisis se llevará a cabo mediante cinco estudios de casos, cuantitativos. Analizando la difusión de coches privados, ordenadores personales, usos de internet, operaciones de remplazo de rodilla y operaciones de remplazo de cadera. La elección de estas tecnologías está relacionada con los resultados que se esperan obtener, así como también está pensada para facilitar la comparación por familias de tecnologías y la comparación por pares.

Para llevar a cabo el estudio se pretende recoger, en primera instancia, una síntesis del estado del envejecimiento poblacional, para entender cómo se encuentran en la actualidad los países analizados con respecto a este hecho, cuáles son los principales problemas asociados y cuáles son las principales respuestas innovadoras.

En segundo lugar, se expondrán aquellas investigaciones más relevantes sobre difusión tecnológica, ofreciendo una visión general del estado de la cuestión y los resultados y relaciones causales aceptadas hasta el momento.

A continuación, se realizará la estimación del modelo de difusión de cada una de las tecnologías, anteriormente citadas, mediante métodos de panel. Incluyendo en la estimación la variable edad poblacional (a través de la tasa de dependencia senil), así como otros factores relevantes tales como: el ingreso per cápita, el capital humano, el tipo de gobierno e instituciones y la apertura del país a los mercados.

Se espera por tanto, que el envejecimiento poblacional tenga distintos efectos en la difusión, dependiendo de la tecnología. De forma que, se podría pensar que afectará significativamente y de forma muy negativa a la difusión de coches, que afectará de forma positiva a las operaciones de rodilla y operaciones de cadera, y que afectará a los ordenadores y a internet, pero desconociendo a priori el sentido del efecto (positivo o negativo), debido a la ambigüedad del mismo envuelta en este tipo de tecnologías.

3. ENVEJECIMIENTO POBLACIONAL.

3.1. EVOLUCIÓN DEMOGRÁFICA.

En la literatura encontramos una gran cantidad de informes en los que se habla del evidente cambio demográfico de los países desarrollados, así como del proceso similar que están experimentando en la actualidad los países en desarrollo.

¹ Tal y como se hace en la literatura económica, se debe diferenciar el concepto **difusión** del de **adopción**, puesto que, adopción hace referencia a la tecnología interna adoptada, y difusión hace referencia a la tecnología externa adoptada. Aunque para este estudio tal distinción no será relevante.

El origen de envejecimiento poblacional se encuentra en la transición demográfica. Este proceso, se generó algunos años después, cuando se produjeron fuertes descensos en los niveles de natalidad y de mortalidad. Además se ha visto reforzado por el aumentando significativo de la esperanza de vida asociado a importantes avances en la medicina, la seguridad y la higiene, entre otros. Ello implica una acumulación de población, que con el paso de los años va envejeciendo, incrementándose las probabilidades de vivir más años.

Este cambio demográfico es interesante desde el punto de vista económico por varias razones, pero especialmente por su relación con la sostenibilidad de los Estados de Bienestar. Debido a que, el envejecimiento poblacional produce un incremento en la tasa de dependencia de los países, los cuales ven como una mayor parte de la población que no trabaja depende ahora de una menor proporción de población en edad de trabajar, reduciéndose así el nivel de ingresos per cápita de tales países.

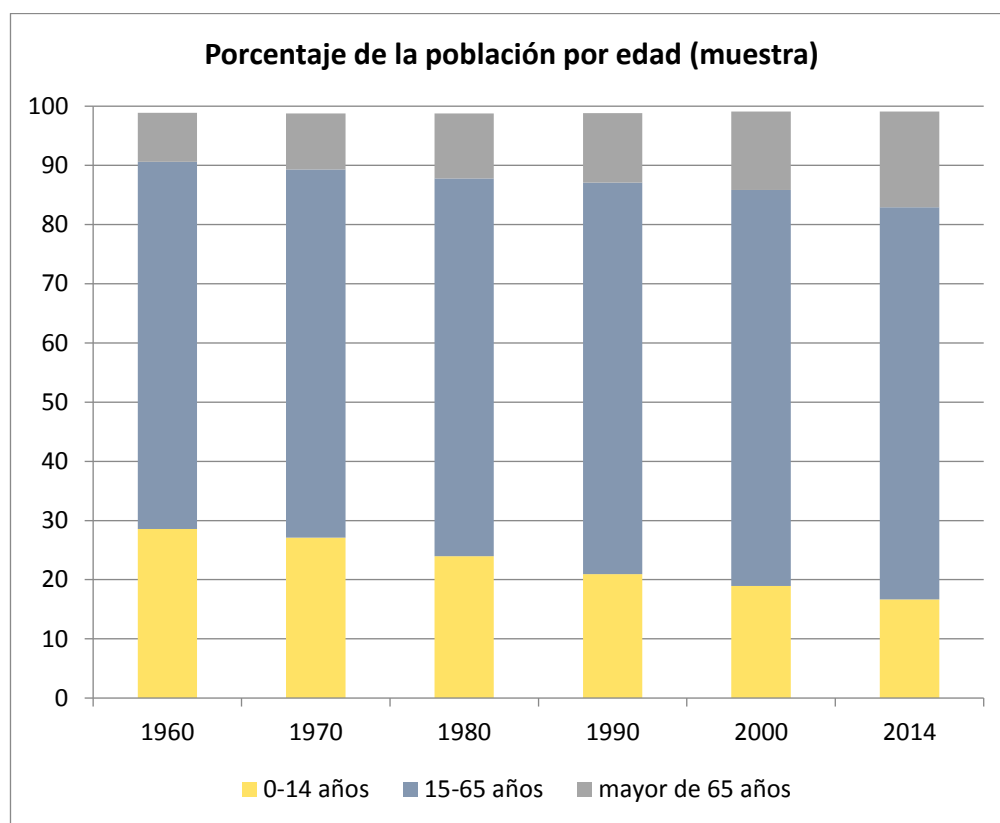
Observando los datos demográficos, podemos corroborar el envejecimiento de los países de la muestra (**véase Gráfica 1**). Así pues, este proceso presenta ciertas diferencias entre los países, de forma que, algunos tienen un envejecimiento poblacional más avanzado que otros.

Analizando la repartición de la población por edades, se puede apreciar el decremento producido en la natalidad y el incremento de la población envejecida (mayor de 65 años). Es por ello, que para los países de la muestra, se dobla el porcentaje de personas que superan los 65 años (pasando de un 8,25% en 1960 a un 16,16% en 2014), es decir, en apenas 54 años se ha duplicado la cantidad de personas ancianas, de media, en todos estos países.

En primer lugar, cabe exponer que los países más jóvenes de la muestra, en 1960 eran: Turquía, Méjico, Corea del Sur y Polonia, con un porcentaje de personas entre 0-65 años del 3,15%, 3,36%, 3,74% y 5,71% respectivamente. Pasando a ser en 2014: Irlanda (1,58%), Méjico (2,95%), Turquía (4,24%) y Corea del Sur (8,93%).

Por otro lado, de aquellos países que en 1960 presentaban un mayor porcentaje de personas mayores destacan: Austria (12,14%), Bélgica (11,98%), Suecia (11,74%) y Reino Unido (11,75%). Sin embargo, a pesar de que estos países en 2014 siguen teniendo un alto porcentaje de población anciana, son Japón (25,70%), Italia (22,01%), Alemania (21,07%) y Grecia (20,86%) los que presentan una la mayor cifra. No obstante, aquellos países que han sufrido un mayor envejecimiento han sido: Japón, con un incremento de 19,97 puntos porcentuales; Grecia, con un incremento de 12,71; Italia, con un incremento de 12,51; y Finlandia, con un incremento de 12,49 puntos porcentuales.

Gráfica 1. Porcentaje de cada grupo de edades de la población conjunta de la muestra.

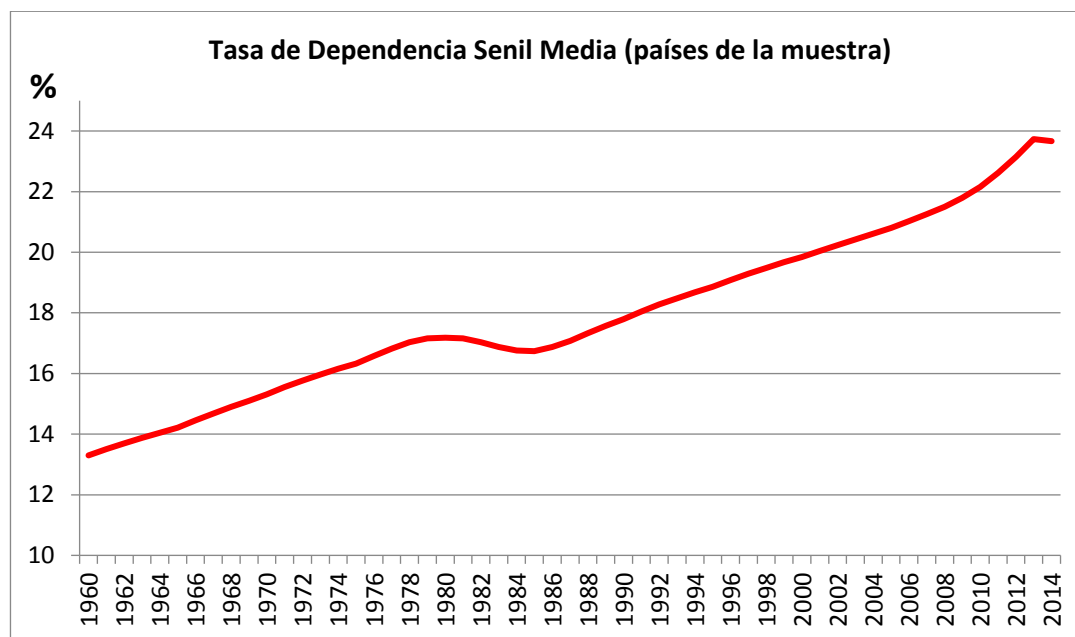


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de World Bank

La tasa de dependencia senil es un buen indicador del envejecimiento demográfico de un país. Mide la proporción de la población anciana (mayor de 64 años) que depende de la población en edad de trabajar (14-64 años), de tal forma que cuanto mayor sea la tasa de dependencia senil, mayor será el número de ancianos con respecto a la población en edad de trabajar (**véase Gráfica 2**). Así pues, de media para los países de la muestra, este ratio ha ido aumentando desde 1960 hasta 2014, pasando de un 13,29% a un 23,67%. Esto supone más de 10 puntos porcentuales en 54 años. Indicándonos que, conforme ha ido pasando el tiempo, la población media de la muestra ha ido envejeciendo, tanto por el incremento de las personas ancianas, como por el decremento de las jóvenes.

El aumento, para el periodo 1960-2014, en la tasa de dependencia senil ha sido generalizado para todos los países de la muestra, excepto para Nueva Zelanda que redujo su tasa. Aun así, los países con un mayor incremento han sido Japón, Grecia, Italia y Finlandia, con un aumento de 32,97%, 19,89%, 19,78% y 19,27% respectivamente. Destacando que, en 1960, aquellas naciones con mayor ratio eran: Irlanda (19,19) Francia (18,65%), Bélgica (18,69%) y Austria (18,50%), mientras que en 2014 pasaban a ser: Japón (41,90%) Italia (34,29%) Grecia (32,36%) y Portugal (31,14%).

Gráfica 2: Tasa de dependencia senil media de la muestra. (*Tasa de dependencia senil: dependencia de los mayores de 65 años)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de World Bank

3.2. PROBLEMAS DERIVADOS DEL ENVEJECIMIENTO.

Como se ha podido comprobar con los datos recogidos anteriormente, el envejecimiento de la población es una realidad consolidada. Así bien, presenta distintos resultados sobre las naciones, los cuales pudieran llegar a materializarse en problemas de distinta naturaleza. De forma que, para estos problemas sería vital su rápida detección, prevención y corrección. Teniendo presente que, el envejecimiento es un proceso a largo plazo, por lo que se requerirán medidas que actúen de forma concreta en el corto plazo pero, que sean capaces de amoldarse al medio y largo plazo.

No todos los países europeos han experimentado el proceso de envejecimiento con el mismo ritmo de evolución. Debido a esto, los problemas surgidos no pudieron haber sido detectados de forma generalizada en un primer análisis de la cuestión. No obstante, en un informe de la ONU de 1978, ya se hacía patente la preocupación sobre el tema, y se recogía una lista detallada de las consecuencias previsibles del envejecimiento (Pérez Díaz, 2005). Con el paso del tiempo, todas las naciones se han enfrentado a estas dificultades, bien de una forma incipiente o más avanzada. Esto ha provocado la reacción de los organismos e instituciones, que han retomado el tema del envejecimiento, elevándolo a la categoría de reto social. Enfrentándose a él, en la actualidad, las naciones desarrolladas. Y teniendo en cuenta que sus consecuencias más negativas serán soportadas por las futuras generaciones si no se toman medidas ahora.

En este sentido, y de forma ejemplar, la Unión Europea ha definido algunas líneas de actuación para hacer frente al envejecimiento, de manera que, no sólo lo ha incorporado a su lista de retos sociales, sino que ha pensado en la corrección de muchos de sus problemas derivados mediante la innovación. Es por ello que, el envejecimiento se ha destacado como un punto clave en sus programas de política común de Investigación, Desarrollo e

Innovación, introduciéndolo con el concepto de “Envejecimiento Activo y Saludable” ya desde el Sexto Programa Marco (2002-2007). De manera que, este reto lo fue desarrollando más en profundidad en su posterior programa comunitario: el Séptimo Programa Marco (2007-2013), asignándole entonces la relevancia derivada de las investigaciones desarrolladas en aquellos años. Y finalmente, la Unión Europea ha relacionado este reto con el concepto de “Silver Economy” en el último programa vigente, Horizonte 2020. De forma que se pretende, no sólo resolver los problemas derivados del envejecimiento, sino también aprovecharse de las oportunidades que esta nueva situación ofrece, “cubriendo las oportunidades económicas existentes y emergentes asociadas al crecimiento del gasto público y de los consumidores en relación con el envejecimiento de la población y las necesidades específicas de la población mayor de 50 años” (Eatock, 2015).

Ahora bien, el desarrollo a distintos tiempos de los problemas derivados del envejecimiento, genera una ventaja para acción política. La detección prematura de los mismos, aunque estén localizados en un solo país o en un número reducido de regiones, puede ayudar de forma global, a desarrollar medidas y programas para su corrección y también su prevención en el resto de países, evitando crisis de cualquier tipo, a nivel global.

Pero para ello, es ineludible conocer cuáles son los problemas derivados más importantes, destacados hasta el momento. Incidiendo en que, a pesar de que el envejecimiento tiene un carácter social, la naturaleza de sus problemas derivados es muy amplia. Pudiendo destacar:

A. **Problemas Económicos.** Son bastante numerosos, y además se han visto agravados durante la última década, debido a la crisis económica mundial. En síntesis los problemas identificados son:

1. La influencia del incremento de la **tasa de dependencia senil en el ahorro y el consumo**. Ese incremento supone, que un menor número de trabajadores soporten económicamente a un mayor número de ancianos, pudiéndose ver modificadas las prioridades de consumo de las familias y el ahorro de las mismas. Donde paralelamente, los patrones de consumo de los distintos grupos de edades también pudieran estar modificándose debido a la longevidad de la población, de forma que el envejecimiento poblacional “*podría conducir a cambios importantes en la composición de la demanda de bienes y servicios*” (Naciones Unidas, 2007), aunque sin olvidar que “*los niveles de consumo están más estrechamente relacionados con los ingresos que con la estructura demográfica*” (Naciones Unidas, 2007).
2. Cambio en la **productividad** de los trabajadores, que deben permanecer más años trabajando como consecuencia del incremento de la esperanza de vida. Y donde, a medida que envejecen “*su productividad en el desempeño de determinadas actividades, en especial las que exigen esfuerzo físico, las que precisan un alto grado de adaptabilidad a las nuevas tecnologías, o las que llevan implícito un elevado grado de movilidad geográfica, se ve reducida.*” (López Díaz, 2006)
3. Barrera a la **incorporación del trabajo juvenil**, que no será producida debido al retraso de la edad mínima de jubilación (también motivada por el envejecimiento), como comúnmente se piensa, sino por incremento de los años de estudio de los jóvenes. De forma que, podemos identificar que ese aumento en la formación de la población está motivado principalmente por las facilidades de acceso a la educación superior. No

obstante, este cambio será importante para considerar dentro del propio proceso de difusión tecnológica de los países.

4. Incremento del **paro de larga duración**, que resulta del retraso de la edad mínima de jubilación. Pues, si se tiene en cuenta que las personas mayores de 55 años tienen una baja tasa de actividad, y se aumentan los años que debe seguir en el mercado laboral, *“un alargamiento de la edad de jubilación implicaría conducir a esta categoría hacia un paro de más larga duración”* (Fernández Sánchez, 2011), con su correspondiente cargo a las ayudas sociales.
5. Incremento del **número y duración de las pensiones**. Ante la reducción significativa de la mortalidad, y el aumento de la esperanza de vida, es considerable pensar que, con forme avanzan los años, existirá un mayor número de personas que hayan superado la edad mínima de jubilación. Esto implicará que las pensiones sean cada vez mayores en número y en duración. Lo que, unido a la reducción de la población activa, puede suponer un importante riesgo para el mantenimiento del sistema público de pensiones de cualquier país desarrollado.
6. Incremento en los **gastos sanitarios**, que se derivan de la presión que el envejecimiento poblacional supone para el sistema sanitario. De forma que, se generan más gastos debido al incremento en el número de intervenciones y cuidados sanitarios asociados a enfermedades relacionadas con el envejecimiento, y por la propia condición de dependencia de los mayores. Consecuentemente, el mismo concepto de sistema sanitario debe ser revisado, puesto que, muchos de los cuidados que requiere una población envejecida pertenecen a categorías afines pero distintas al sistema de salud, bien sean aquellos cuidados primarios o de tipo geriátrico (Ahn, et al., 2003).

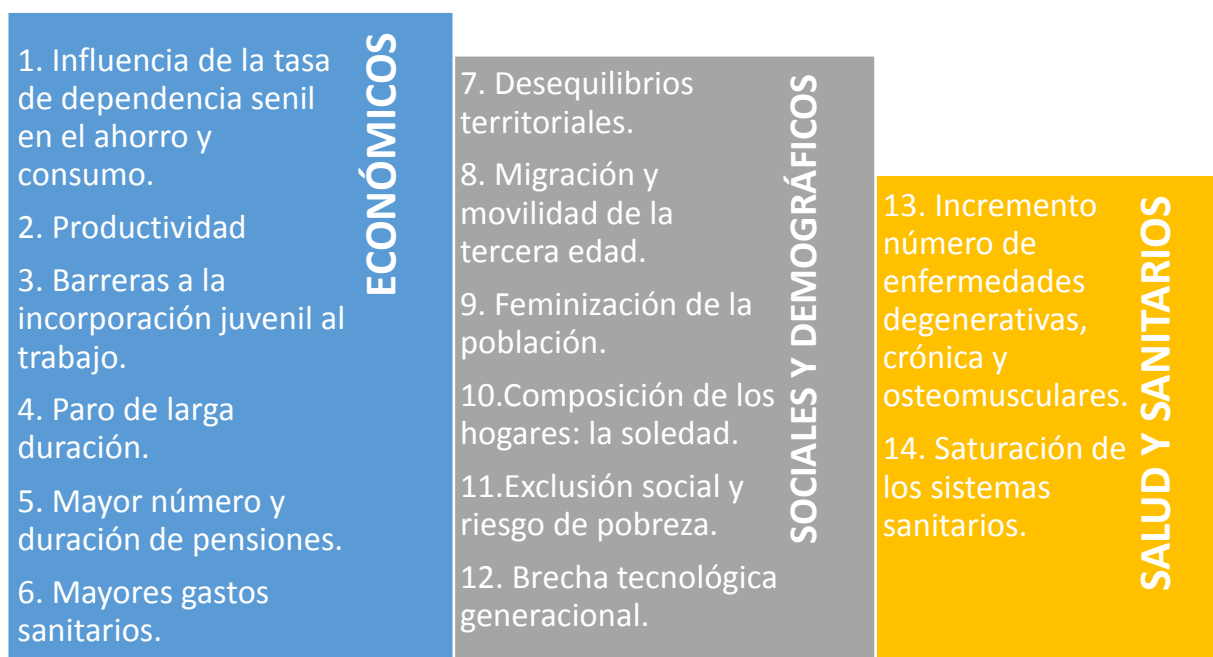
B. Problemas Sociales y Demográficos. También son bastantes los problemas de esta naturaleza surgidos como consecuencia del envejecimiento, sin embargo su identificación ha sido mucho más lenta por su carácter largoplacista.

7. **Desequilibrios territoriales** asociados al fuerte ritmo de envejecimiento en las áreas rurales en comparación con las urbanas.
8. **Migración y movilidad** de los mayores, asociada al *confort* climático y turismo sanitario, ambos términos directamente relacionados con el cambio en las prioridades de consumo y con el aumento de la duración de tratamientos asociados a enfermedades osteomusculares.
9. **Feminización de la población** como consecuencia de la diferencia en la tasas de mortalidad entre mujeres y hombres, además de la diferencia en la esperanza de vida, siendo ambos indicadores más favorables para las mujeres.
10. Reestructuración del **modelo familiar y la composición de los hogares**: el incremento de la soledad de los mayores.
11. **Exclusión social y riesgo de pobreza**, dos problemas que aumentan con la edad de los ciudadanos, lo que puede llegar a suponer un incremento en términos generales de ambos retos para cualquier país.
12. **Brecha tecnológica generacional**, la cual podemos decir que ha ido reduciéndose gracias las acciones por parte de los estados para generar un incremento en el nivel educativo de los mayores, y el fomento del uso de las TIC entre dicho colectivo.

C. **Problemas de Salud y Sanitarios.** Estos son los problemas que más destacan en la actualidad por su gran repercusión en la vida diaria de las personas.

13. Incremento en el número de pacientes con **enfermedades degenerativas, crónicas y osteomusculares**, las cuales están directamente relacionadas con el avance de la edad biológica de la población. Ello implica que, en una población más envejecida, existirá un mayor volumen de estas enfermedades.
14. **Saturación de los sistemas sanitarios.** Las condiciones de vida de las personas mayores han ido mejorando a lo largo de las últimas décadas como resultado de los avances médicos y de las políticas de protección social. Es por ello que, existe una preocupación en el mantenimiento de los niveles de esas condiciones ante el incremento de la población anciana, ya que, con el aumento del peso de los mayores sobre el total poblacional, los sistemas sanitarios pueden sufrir un colapso, siendo limitados los recursos de las naciones.

Gráfica 3: Problemas derivados del envejecimiento.



Fuente: Elaboración propia.

3.3. AYUDAS A LA TERCERA EDAD.

Para hacer frente al problema del envejecimiento, los países tomaron medidas de carácter político, legal, y meramente funcional, sin ninguna relación (directa) con la innovación. Así pues, el cometido de éstas era solucionar en el corto plazo los efectos surgidos, además de evitar la aparición de mayores inconvenientes sociales, económicos y de cualquier otra índole. Sirvan como ejemplo, la mayoría de las medidas relacionadas con el sistema de pensiones (retraso de edad de jubilación, reforma en el método de cotización, etc.), las relacionadas con el incentivo de la productividad y la reducción del paro de larga duración, entre otras.

Sin embargo, esos mismos países han reflexionado acerca de la importancia de la ciencia, la tecnología y la innovación como instrumentos clave para hacer frente a muchos de los problemas que sufren las sociedades en la actualidad. Es por ello que, la investigación, la ciencia y el desarrollo se han definido como parte de la estrategia para llevar a cabo innovaciones que ayuden al reto del envejecimiento poblacional. Siendo sumamente importante incluso para el propio desarrollo y crecimiento de las naciones a nivel mundial. A modo de síntesis, podemos clasificar dichas innovaciones atendiendo a su carácter técnico, tecnológico, de servicio y social.

Referente a las **innovaciones técnicas**, se puede decir que, se tratan de todas aquellas innovaciones (radicales o incrementales) de las herramientas, instrumentos, y artículos, que son utilizados por los mayores para satisfacer sus necesidades básicas y cotidianas. Estas innovaciones estarían presentes en la mayor parte de actividades diarias de los ancianos. Tienen como objetivo fundamental, facilitar la realización de dichas actividades, adaptándose a las carencias y condiciones derivadas de la edad, mejorando en general la calidad de vida de estas personas. Se pueden agrupar según las actividades para las cuales están diseñadas a mejorar: alimentación, sentidos (masticar, vista, oído), vestirse, higiene, movilidad, seguridad general, comunicación, organización, descanso y reposo, y recreación. Como ejemplos de estas innovaciones técnicas, destacan: los teléfonos adaptados para visión deficiente, camas con sistemas de ayuda a la incorporación, cubertería ergonómica para problemas de movilidad, sillas de ruedas y andadores, prótesis de articulaciones y dentales, entre otros.

Por otro lado, las **innovaciones de servicios** dirigidos a los ancianos han prosperado en los últimos 15 años, como resultado, en parte, del desarrollo de innovaciones tecnológicas que sirven como herramienta y soporte para desarrollar y ofrecer dichos servicios (especialmente las TIC y la incorporación de internet a los aparatos electrónicos). Pudiendo destacar, entre estos servicios cuatro grandes categorías: la Telemedicina, la Teleasistencia, otros servicios asistenciales asociados al cuidado de los mayores dentro y fuera del hogar, y los servicios relacionados con el ocio y el tiempo libre en la tercera edad.

También, las **innovaciones sociales** dirigidas a los ancianos han ido evolucionando en esta última década. Destacando principalmente: el emprendimiento de las personas de la tercera edad y los programas de “Mentoring Senior”. Estas innovaciones están dirigidas al desarrollo social y personal de los mayores, y en última instancia al desarrollo económico de personas, empresas y países.

Finalmente, encontramos las **innovaciones tecnológicas**, las cuales son el objeto de estudio de este trabajo. Dentro de esas innovaciones tecnológicas encontramos una amplia y diferente gama de ellas: desde innovaciones en la salud y sanidad, en la alimentación, en el transporte, en las comunicaciones y en otros muchos sectores. Debido a esa amplitud, para esta investigación se han considerado estudiar aquellas innovaciones tecnológicas que tienen una influencia directa en la vida y entorno de las personas mayores, facilitándoles la independencia; éstas son: los ordenadores personales, internet, los coches privados, las operaciones de rodilla y las operaciones de cadera.

No obstante, existen otras muchas tecnologías similares, cuyo diseño y utilización en la actualidad están influyendo en la mejora de la vida de los mayores, siendo utilizadas, en

muchos de los casos, para la creación de las “Smart Homes” o “Casas Inteligentes”, planteadas dentro de la UE como una herramienta para la vida independiente del anciano.

Así pues, aunque en este documento no se estudian estos casos concretos, resulta interesante destacar los tres tipos de innovaciones tecnológicas, que se consideran que han sido y serán determinantes en el tratamiento y ayuda a la tercera edad, todos ellos pertenecientes al área de la robótica: robótica de movilidad, robótica de monitorización y robótica de acompañamiento de ancianos.

Por un lado, la robótica de **movilidad** ha supuesto un adelanto para la independencia de enfermos y ancianos, fundamentalmente para aquellos con movilidad reducida. Dentro de esta categoría encontramos: sillas robotizadas, grúas de levantamiento robotizadas, robot de carga de pacientes con poca o nula movilidad. Así bien, la importancia en el avance de las tecnologías integradas en estas innovaciones, suponen un gran paso no solo para el desarrollo diario de sus vidas, sino también para la integración social de estos ancianos, cuyo deterioro físico ha reducido sus posibilidades.

Por otro lado, la robótica de **monitorización** ha generado una esperanza para mitigar, entre otros problemas, el colapso futuro en los sistemas sanitarios; además de permitir una constante vigilancia para ancianos con problemas importantes de salud. Así pues, estas innovaciones permiten mantener un control permanente de determinados signos vitales, avisando al usuario y/o personal médico en caso de detectar anomalías en el paciente. Adicionalmente, estos dispositivos (junto a otras innovaciones como softwares) generan un historial clínico, que facilita el control de enfermedades crónicas, beneficiando al paciente en particular, y a la investigación médica en general. Como ejemplos, podemos destacar los dispositivos “wearables” que son pequeños y ligeros, y los tatuajes micro-robóticos con circuitos para detectar signos vitales (están actualmente en desarrollo).

Por último, encontramos la robótica de **acompañamiento**, que ha iniciado su desarrollo en los últimos años, por tanto se encuentra en una fase embrionaria. Estas innovaciones están dirigidas a atender las necesidades sociales de aquellos mayores que viven solos. Pueden tener forma de mascota (pero sin las necesidades de un animal vivo), o incluso de persona, de cualquier manera, ayudan a mitigar la soledad del anciano, puesto que estos robots interactúan con la persona. Adicionalmente, y debido a que contienen parte de la tecnología de la robótica de monitorización, permiten monitorizar signos vitales y detectar estados de ánimo avisando si fuera necesario a asistentes sociales o a personal médico.

4. ANTECEDENTES.

El gran interés que el envejecimiento poblacional ha suscitado entre los países desarrollados, tiene por origen la resolución de las citadas consecuencias negativas, que este proceso está provocando y puede producir. También, el interés se ha producido en torno a la explotación de las oportunidades que el envejecimiento pueda generar, fundamentalmente a nivel económico. Para ello, tal y como se ha explicado, se está fomentando el desarrollo de innovaciones tecnológicas, que sean capaces de dar solución a algunos de estos problemas surgidos, además de buscar el desarrollo industrial y tecnológico de las naciones, posibilitando el crecimiento económico global. Así pues, ésta es la estrategia reconocible dentro de la Unión Europea, la cual se está fomentando mediante los programas marco de investigación e innovación, en los que se asume el envejecimiento como un reto social a

resolver. Y también, de forma paralela, la Unión insta a los países miembros a considerarlo en sus estrategias, brindándoles apoyo para dicha cuestión.

Por tanto, argumentar a través de un análisis, que la edad de la población puede tener una influencia en los procesos de difusión de la tecnología, resultaría beneficioso para fomentar el apoyo de actividades y proyectos enfocados al envejecimiento. De tal forma que, en cierto grado, la Unión Europea podría tener en cuenta los resultados de este estudio, para valorar las tecnologías que se pretenden desarrollar, previendo cómo el envejecimiento poblacional afectaría a su difusión. Siendo éste, un aspecto relevante dentro de la Unión, pues los programas marco pretenden conseguir el desarrollo tecnológico de todo el conjunto, y también corregir los problemas sociales en todos los países miembros. Para ello, necesitan que se produzcan innovaciones, pero también que se difundan y adopten, a través de la puesta en el mercado, tal y como se expresa en los objetivos de ciencia excelente y liderazgo industrial del propio programa marco² (Comisión Europea, 2014).

Así pues, la difusión de la innovación se define como un proceso por el cual una innovación incrementa su aceptación por parte del mercado, y la evolución de su uso se hace irreversible para un sector económico o para la economía en su conjunto (Rogers, 1995). Por ello, beneficiaría positivamente a la Unión Europea y al resto de países desarrollados, conocer si la edad puede funcionar como un *driver* para la difusión (y adopción) de las tecnologías, o por el contrario produce un bloqueo.

Por otro lado, un estudio que determine si la edad poblacional afecta en la difusión de la tecnología, y como consecuencia, se pueda incrementar el ritmo de crecimiento económico, sería beneficioso para justificar el interés por el desarrollo de la “*Silver Economy*” (Comisión Europea, 2015). Pudiendo utilizar, la Unión Europea y resto de países desarrollados, el envejecimiento poblacional como catapulta para el desarrollo tecnológico y el crecimiento económico, solucionando a la par este reto social.

Además, sería oportuno conocer si puede ser que todas las tecnologías se vean afectadas de la misma forma por esta variable, o de lo contrario existieran algunos tipos (o tecnologías similares) que se vieran más afectados (positiva o negativamente), con respecto a los otros. Pero previamente, se precisa de una revisión de los estudios realizados hasta ahora.

En este sentido, existe una gran cantidad de literatura sobre difusión tecnológica a diferentes niveles (nacional, regional, mundial), también con diferentes métodos de investigación (estudios de caso por países o por tecnologías, métodos inferenciales por tecnologías o entre países), con diferentes desarrollos (estudios empíricos y estudios teóricos), con diferentes variables (económicas o culturales) y hasta con diferentes enfoques (económicos, médicos, de gestión y marketing, entre otros). Así pues, por la característica empírica de esta investigación, los trabajos teóricos se omitirán en este documento³.

Centrando la investigación en los trabajos empíricos. Algunos de los cuales se han realizado con el propósito de estudiar la relación e influencia de los procesos de difusión

² Estos objetivos son abordados en el actual programa marco, nombrado **Horizonte 2020** (H2020), aunque también formaban parte de los objetivos del anterior programa, denominado **Séptimo Programa Marco** (7PM).

³ Para mayor información sobre la literatura teórica, que versa sobre la difusión de la tecnología, se recomienda consultar (Keller, 2001), ya que en su trabajo, dentro un marco en el que se delimita el concepto de tecnología como conocimiento tecnológico, se recogen las principales corrientes teóricas, divididas en dos grupos.

tecnológica y el crecimiento económico de los países. Quedando demostrado que, la velocidad a la que se adoptan y se incorporan al proceso productivo las nuevas tecnologías, es decir, la difusión (o adopción) de una nueva tecnología, se considera un factor importante en el ritmo de crecimiento económico de un país o región (Rogers, 1995) (Rosenberg, 1972).

En otros de estos estudios, el objetivo era la documentación de los procesos de difusión de ciertas tecnologías, incluyendo (en algunos casos) las externalidades que pueden tener sobre las regiones estudiadas. Algunos de estos trabajos, han expresado el efecto positivo de la adopción de la tecnología en general, y de tecnologías como Internet (u otras tecnologías de la información y la comunicación) en particular, sobre el crecimiento de los países y proceso de “*catching-up*” tecnológico. Destacando: (Banco Mundial, 1994); (OCDE, 2001); (Kiiski & Pohjola, 2002).

En este sentido, investigaciones en profundidad sobre una determinada tecnología resultan clave, así por tanto, para su mayor comprensión, muchos de estos estudios identifican algunas de las variables que afectan a esas tecnologías, resaltando trabajos sobre la difusión de Internet como el de (Andrés, et al., 2010), en el que se lleva a cabo un estudio de caso entre 214 países en el periodo 1990–2004; la difusión de ordenadores realizada por (Coleman & Caselli, 2001) que desarrollaron un exhaustivo análisis de caso entre países; la difusión de teléfonos (Madden & Coble-Neal, 2003); e incluso la difusión de coches, destacando el trabajo de Greenman en el que se propone un modelo alternativo para estudiar la difusión de estos (Greenman, 1996).

Por otra parte, varios investigadores han estudiado la adecuación de la difusión de tecnología al patrón en forma de “S”. Registrándose por autores como (Griliches, 1957); (Davies, 1979), (Comín & Hobijn, 2004) y (Comín, et al., 2006), destacando estos documento por haber llegado a la conclusión de que, la evolución del nivel de tecnología en un país tiene forma de “S” una vez se llega al margen intensivo de la difusión tecnológica⁴.

Por último, cabría resaltar que, el tema central en las investigaciones sobre difusión siempre ha sido la determinación de las variables influyentes en el propio proceso de difusión tecnológica, estudiando para ello las tecnologías en general o por agrupaciones de las mismas. Sobresaliendo por su relevancia los estudios de (Gort & Klepper, 1982), que explican la historia de la difusión de 46 nuevos productos teniendo en cuenta varios indicadores económicos; la investigación de (Pohjola, 2003) en la que se estudia la inversión en TICs en 49 países durante 1993 y 2000; o el estudio de (Comín & Hobijn, 2004) en el que se valoraba la difusión de más de 20 tecnologías entre 23 economías líderes industriales del mundo en el periodo 1788–2001, agrupando a las tecnologías por clases como la producción textil, fabricante de acero, comunicaciones, tecnología de la información, el transporte y la electricidad.

En estos estudios, se contaban con variables de carácter económico y no económico (culturales), determinando cuáles de ellas explicaban en mayor medida las diferencias de los procesos de difusión entre países, y cuáles resultaban relevantes para explicar el proceso de difusión concreto de una determinada tecnología. Así bien, en los modelos estudiados hasta el momento, no se incluía la edad poblacional (ni el envejecimiento en sí) como variable

⁴ Véase (Comín & Mestieri, 2013) para una buena recopilación de literatura de difusión sobre el patrón en S, realizado por investigaciones de varios autores.

explicativa. Es por ello que, esta investigación gana aquí una relevancia importante, pudiendo ocupar este vacío en la literatura. Teniendo un gran valor, tanto si se confirmase como si se refutara la hipótesis principal, en la que se formula que la edad (valorada en términos de envejecimiento poblacional) puede afectar al proceso de difusión tecnológica.

Si bien es verdad que existe otra corriente de estudios, más enfocada a la sociología y a la mercadotecnia, que se han encardado de conocer cómo el uso de la tecnología no se da en igual medida en todos los miembros de la sociedad. Reconociéndose la existencia de una brecha tecnológica generacional. Lo cual quiere decir que, el uso (y consecuentemente la adquisición) de la tecnología es mayor en las personas jóvenes que en las personas de la tercera edad. Donde, la mayoría de estos estudios señalan el término de “brecha digital”, puesto que las diferencias generacionales en el uso se acusan en el caso de las TICs. De hecho, estudios recientes hablan de una mejora de la brecha digital de los países de la Unión Europea, y remarcan que, ha sido fruto del incremento del nivel educativo de las personas mayores, así como también del abaratamiento en los costes de los equipos y la facilidad para la conexión por la expansión de la red en los hogares (Pujol & Fernández Morales, 2013).

De este modo, esta investigación tendría otro valor añadido, pues serviría de nexo de unión entre los estudios económicos de difusión y aquellos sociológicos del comportamiento de la población. Ayudando como fin último, a la toma de decisiones sobre políticas de innovación, especialmente para la política comunitaria de innovación de la Unión Europea.

5. OBJETIVO.

Se partirá de la premisa de que la tecnología es importante en la explicación de los niveles de ingreso entre países, puesto que, la acumulación de capital humano y físico es importante para este proceso, pero solos no puede explicar en su totalidad las diferencias de ingresos entre países en la actualidad (Easterly & Levine, 2001). Es esencial un estudio sobre la difusión de la tecnología, que nos ayude a conocer cuáles son los factores que pueden estar afectando a las diferencias entre los procesos de difusión entre países desarrollados.

Este estudio pretende ir más allá, teniendo en cuenta las variables tradicionales encontradas en la literatura. Pero además, determinando si el envejecimiento poblacional podría estar influyendo en la difusión de las tecnologías en países desarrollados, incidiendo en la relevancia de los pertenecientes a la Unión Europea. Para ello, se llevará a cabo cinco estudios de caso, de cinco tecnologías diferentes, escogidas premeditadamente para que se ajustasen a las sub-hipótesis que más adelante se expondrán. No obstante, se desea subrayar que, debido a la característica que envuelve el estudio de caso, los resultados obtenidos no se podrán generalizar para todas las tecnologías, aunque si nos podrán indicar que, al menos, para esas tecnologías, la edad pudiera afectar en su difusión. Por tanto, se pretende resolver la pregunta de investigación: **¿puede el envejecimiento poblacional afectar a la difusión de la tecnología?**

Otro objetivo del estudio, será determinar en qué sentido el envejecimiento poblacional estaría afectando a esas cinco tecnologías, si bien de forma positiva o negativa, en los casos en los que afectase. Y poder argumentar el porqué de estos resultados, para ofrecer algunas nociones sobre sus posibles causas. Por tanto estaríamos resolviendo aquí otra de las preguntas de investigación **¿cuáles son las posibles causas que pueden estar provocando**

que la edad afecte en los procesos de difusión de cada una de las cinco tecnologías estudiadas (coches, ordenadores, Internet, operaciones de remplazo de rodilla y operaciones de remplazo de cadera)?

Las sub-hipótesis planteadas, cuya resolución será parte de los objetivos de este estudio, serán tres.

En determinadas tecnologías, la edad de la población, y concretamente el hecho de que la población sea considerada como envejecida, puede estar influyendo de forma **muy negativa** en su difusión. Puesto que, cabría pensar que la edad puede ser un factor determinante para los usos de ciertas tecnologías, debido a restricciones legales, físicas o convicciones sociales, o simplemente por el hecho de que la amortización de la compra de esa tecnología no compensa al preverse pocos años de uso. Como ejemplo representativo de tecnología de transporte, escogeremos el estudio de los **coches personales**.

Hipótesis 1: El envejecimiento poblacional afectaría de forma significativamente negativa al proceso de difusión de los coches. Es decir, un país más envejecido tendrá una menor difusión de los coches.

En otras tecnologías, la edad de la población podría influir, pero su efecto será más difuso, pudiendo afectar **muy ligeramente**, bien de forma negativa o positiva. En este sentido, el envejecimiento poblacional puede no ser un factor relevante, sino más bien serían otras variables las que resultaran más significativas, como por ejemplo el nivel educativo. Para esta hipótesis, se estaría valorando el estudio de la difusión de **ordenadores personales**, y también la difusión de **Internet**. Ambas serían dos tecnologías representativas de las TIC.

Hipótesis 2: El envejecimiento poblacional afectaría de forma ligeramente significativa (negativa o positiva, debido a la ambigüedad en el efecto de este tipo de tecnologías) al proceso de difusión de los ordenadores (y el de Internet). Es decir, un país más envejecido tendrá una ligera menor /o/ ligera mayor difusión de los ordenadores (e Internet).

Por último, pudieran existir otras tecnologías, en las que el factor edad poblacional influyese en la difusión de forma **muy positiva**. Puesto que éstas habrían sido específicamente creadas o adaptadas para cubrir necesidades acentuadas debido a la edad de la población. Un ejemplo representativo, de este tipo de tecnologías, perteneciente a las tecnologías médicas de movilidad, serían las **operaciones de remplazo de rodilla**, y también, **las operaciones de remplazo de cadera**.

Hipótesis 3: El envejecimiento poblacional afectaría de forma significativamente positiva al proceso de difusión de las operaciones de rodilla (y de cadera). Es decir, un país más envejecido tendrá una mayor difusión de operaciones de rodilla (y de cadera).

Por tanto, teniendo en cuenta las preguntas de investigación y las hipótesis de estudio, es conveniente detallar cuáles serán los datos y métodos que se utilizarán para la efectiva obtención de los resultados.

6. METODOLOGÍA.

Para responder a la primera pregunta de investigación, y con la finalidad de comprobar las hipótesis anteriormente formuladas, se llevará a cabo el estudio de caso de cinco tecnologías: coches, ordenadores, Internet, operaciones de rodilla y operaciones de cadera. Para ello, utilizaremos técnicas de datos de panel, apoyados con de la formulación del modelo de difusión de Rogers, expuesto a continuación.

La muestra elegida, recogida para el periodo 1960-2014, corresponde a 31 países, la mayoría de los cuales son integrantes de la UE. Esto es debido a que uno de los propósitos de la investigación es estudiar este fenómeno dentro de la Unión Europea, pero evidentemente, sin olvidar que es un hecho que también afecta a otros países fuera de la Unión, considerando que cuyas estructuras económicas, institucionales, demográficas y sociales son similares. Por esta razón, resulta necesario añadir a la muestra de los 21 países Europeos, 9 países más, procedentes de América del Norte, Asia y otros emergentes. Con ello conseguimos una muestra altamente homogénea, en cuanto a sus variables económicas, institucionales y culturales, presentando además una destacable heterogeneidad en cuanto al grado de envejecimiento poblacional. Además de asegurar que aquellos países que a nivel mundial se han visto más afectados por el envejecimiento poblacional, queden recogidos en nuestro estudio (como el caso de Japón).

El estudio se apoya en el modelo de difusión de Rogers, pues a pesar de la existencia de otros muchos modelos, se ha considerado el ideal debido a su simplicidad en el planteamiento, desarrollo e interpretación, siendo el que mejor se adapta al entendimiento de las cinco tecnologías. De forma que, la utilización de un único modelo, también nos facilita el contraste de los resultados obtenidos para las mismas.

Partiendo del Modelo de Difusión de la innovación de Rogers, consideraremos la difusión de la tecnología como el nivel de adopción que ha alcanzado en cada momento del tiempo desde su introducción, en un determinado lugar. Es decir, el porcentaje de la población de un determinado lugar, el cual ha adoptado esa tecnología. Es por ello que, determinaremos $P(t)$ a ese porcentaje que adopta la nueva tecnología, de forma que:

$$\left(\frac{P_{c_{ij}}(t)}{Población\ total} \right) = P_{ij}(t)$$

Así pues, y tal y como explica (Griliches, 1957), la curva logística de crecimiento de la tecnología vendrá definida por la siguiente ecuación:

$$P(t) = \frac{K_{ij}}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_{1ij} + \dots + \beta_n X_{nij})}}$$

Donde i representa cada uno de los países de la muestra, j representa a cada una de las tecnologías, en el momento del tiempo (t) y K es el techo de adopción de cada tecnología.

De manera que, para la estimación resulta interesante tener una función lineal, de manera que con ese propósito es necesario operar la anterior ecuación logística, transformándola en:

$$\ln \left(\frac{P_{ij}(t)}{K_{ij} - P_{ij}(t)} \right) = \beta_0 + \beta_1 X_{1ij} + \dots + \beta_n X_{nij}$$

$$\text{Donde: } \ln \left(\frac{P_{ij}(t)}{K_{ij} - P_{ij}(t)} \right) = Y_{ij}(t) ;$$

Siendo ahora $Y(t)$ la tasa de adopción de las tecnologías, representando en nuestro modelo la variable dependiente, para la que se estimarán los coeficientes y significatividades del resto de variables independientes de cada uno de los cinco modelos (uno por tecnología)

Ahora bien, es preciso concretar que K_{ij} representa el techo de adopción de una tecnología, por lo que será necesario estimar, para cada tecnología y para cada país dicha K . Así pues, K (que está medida unitariamente) podría tomar un valor mayor, menor o igual que 1, dependiendo de si en ese país, es probable que una persona tenga menos, más o igual a una unidad de dicha tecnología.

En cuanto a las variables independientes, que se incluirán en el modelo, debemos destacar que, es el propio Rogers quien pone de manifiesto las distintas naturalezas de las mismas. Pero adicionalmente, otros estudios también han puesto de manifiesto el hecho de que en las decisiones de adopción de las tecnologías intervengan variables de diversa índole: **económicas**, tales como el nivel de ingresos de la población, o el grado de la apertura al comercio del país; o **sociales y demográficas**, como el grado de urbanización de los países o la dotación de capital humano. (Coleman & Caselli, 2001); (Comín & Hobijn, 2004) y (Comín & Mestieri, 2013). Este tipo de variables serán consideradas en esta investigación, y serán obtenidas de bases de datos internacionales como la OCDE y el Banco Mundial.

Por otro lado, otros tantos estudios también han destacado la importancia de las variables **culturales**, las cuales tienen en consideración la forma de actuar de la población con respecto a la difusión tecnológica. Por ello, ese factor se recoge, entre otros, a través de un índice del rechazo a la incertidumbre (Erumban & de Jong, 2006). No obstante, en este estudio la variable cultural no se considerará explícitamente, lo que se ha pretendido es integrarla en otras variables de tipo institucional y de gobierno. Concretamente, se considerarán cinco variables, ofrecidas por el Banco Mundial, en las que se estima la percepción de la población de distintos aspectos institucionales y de gobierno, integrando así factores culturales e institucionales y de gobierno.

En relación a las variables independientes, se debe clarificar que serán diferentes: una para cada tecnología. Así pues, los datos de adopción de las tecnologías provienen de: 1) el conjunto de datos de CHAT DATASET (Historical Cross-Country Technology Adoption Dataset) que es una extensión de conjuntos de datos que se describe en (Comín & Hobijn, 2004); 2) el conjunto de datos del Banco Mundial (WordBank Database); y 3) el conjunto de datos de la OCDE.

Las cinco tecnologías analizadas son: coches privados, ordenadores personales, usos de internet, operaciones de remplazo de rodilla y operaciones de remplazo de cadera. Estas tecnologías han sido seleccionadas de forma que, las suposiciones sobre su comportamiento fueran acordes a las hipótesis de la investigación, pudiendo resolver también las preguntas formuladas. Adicionalmente, el hecho de que se realicen tantos estudios de caso nos permite comparar el comportamiento por pares de las tecnologías similares (ordenadores- internet y operaciones de cadera-operaciones de rodilla). Así mismo, esto también nos permite realizar una comparación cruzada del comportamiento de aquellas tecnologías que no están tan relacionadas, como son los coches, los ordenadores y las operaciones de rodilla.

Como se ha comentado con anterioridad, el objetivo principal es la detección de la influencia del envejecimiento poblacional en los procesos de difusión tecnológica. Puesto que, la falta de datos tecnológicos impide un estudio de todas aquellas innovaciones tecnológicas que tienen una influencia directa en las personas mayores, en su conjunto. Se ha decidido optar por una selección de aquellas con mayor influencia en la vida diaria de los ancianos, en la actualidad, y que a su vez resultasen ser las más representativas de las categorías en las que se engloban.

De modo que, el estudio de caso de los coches nos arrojarían luz sobre las tecnologías de transporte; necesarias para el desplazamiento de los mayores. El estudio, por un lado de los ordenadores, y por otro de internet, nos clarificaría el posible comportamiento de aquellas tecnologías de la información y la comunicación (TIC); relevantes en el contexto social actual. Y por último, el estudio de operaciones de rodilla, y el de operaciones de cadera, aportarían entendimiento sobre las innovaciones tecnológicas médicas, las cuales cobran mayor relevancia en el contexto del envejecimiento de la población. Sobre estas últimas innovaciones tecnológicas (las médicas) es necesario clarificar, como así lo hacía Rogers (Rogers, 1995), que su difusión no corresponde a los pacientes (considerados usuarios de las mismas), sino a los médicos, los cuales serían los verdaderos agentes difusores. No obstante, para una simplificación en la interpretación de los resultados, y debido a que las operaciones de remplazo de rodilla o cadera tienen tan poco margen de decisión médico-paciente (si un paciente necesita una intervención quirúrgica en la rodilla o cadera, las opciones del médico apenas están entre decir si operar o no), se considerará al paciente el que decide la adopción de la tecnología.

Para una mayor comprensión, a continuación se detallan las variables usadas en las estimaciones, especificando su nombre, descripción y fuente de la base de datos de las que han sido recogidas (véase Tabla 1).

Tabla 1: Variables utilizadas en el estudio.

GRUPO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN	FUENTE
Variables dependientes. Tecnologías	Coches	Número de coches de pasajeros (excluyendo tractores y vehículos similares) en uso, por cada 100 habitantes.	CHAT DATABASE
	Ordenadores Personales	Número de ordenadores personales (diseñados para el uso de una persona), por cada 100 habitantes.	CHAT DATABASE
	Usuarios de Internet	Usuarios de internet (per 100 habitantes)	WORLD BANK.
	Operaciones de remplazo de rodilla	Número de operaciones de remplazo de rodilla, por cada 100.000 habitantes.	CHAT DATABASE / OECD
	Operaciones de remplazo de cadera	Número de operaciones de remplazo de cadera, por cada 100.000 habitantes.	CHAT DATABASE / OECD
Ingresos	PIB per cápita	LN (PIB / población)	WORLD BANK
Desarrollo Urbano	Urbanización	Población viviendo en áreas urbanas (% sobre el total de la población)	WORLD BANK
Capital Humano	Matrículas en educación primaria	Tasa bruta de matriculación en educación primaria (+25 años)	WORLD BANK
	Matrículas en educación secundaria	Tasa bruta de matriculación en educación secundaria (+25 años)	WORLD BANK
	Matrículas en educación terciaria	Tasa bruta de matriculación en educación terciaria (+25 años)	WORLD BANK

Instituciones y gobierno	Efectividad del gobierno (estimado)	Percepción de la calidad de los servicios públicos, la calidad de la administración pública y el grado de su independencia de las presiones políticas, la calidad de la formulación y aplicación de políticas, y la credibilidad del compromiso del gobierno de tales políticas.	WORLD BANK
	Estabilidad política y ausencia de violencia o terrorismo (estimado)	Percepción de la probabilidad de inestabilidad política y / o la violencia por motivos políticos, incluido el terrorismo.	WORLD BANK
	Calidad legislativa (estimado)	Percepción de la capacidad del gobierno para formular y aplicar políticas y reglamentaciones acertadas que permitan y promuevan el desarrollo del sector privado.	WORLD BANK
	Estado de derecho (estimado)	Percepción de la medida en la que los agentes confían en y cumplir con las reglas de la sociedad , y en particular la calidad de la ejecución de contratos, derechos de propiedad , la policía y los tribunales , así como la probabilidad de que el crimen y la violencia.	WORLD BANK
	Voz y participación ciudadana (estimado)	Percepción de la medida en que los ciudadanos de un país son capaces de participar en la elección de su gobierno, así como la libertad de expresión, la libertad de asociación y medios de comunicación libres.	WORLD BANK
	Controlo de la Corrupción (estimado)	Percepción de la medida en que se ejerce el poder público para beneficio privado, en forma pequeña y gran escala de la corrupción , así como la "captura " del Estado por minorías selectas e intereses privados.	WORLD BANK
Apertura comercial	Importaciones	Importaciones de bienes.	OECD
	Exportaciones	Exportaciones de bienes.	OECD
	Apertura comercial	(Exportaciones+ Importaciones)/PIB nominal	WORLD BANK
Edad de la población	Envejecimiento de la población	Tasa de dependencia (relación nº personas de +64 años y nº personas en edad de trabajar)	WORLD BANK
Población	Población total anual	Total de la población incluyendo a todos los residentes independientemente de su situación legal o ciudadanía.	WORLD BANK
PIB nominal	PIB a precios corrientes	LN (LN (PIB a precios corrientes)	WORLD BANK

También, se ha considerado la introducción de variables dummies de países, para tener en cuenta los efectos producidos por la pertenencia a una nación determinada. De manera que, se han agrupado a los países de la muestra en 5 categorías, dependiendo de su situación geográfica, de sus relaciones históricas, y de sus similitudes en sus sistemas sociales, políticos e institucionales, quedando: Países Asiáticos, Países de origen Americano, Países del Norte de Europa, Países de Sur de Europa y Países emergentes (**véase Anexo 1**).

Previa estimación de los modelos, es recomendable analizar el cumplimiento del patrón en forma de “S” (como función logística) de la difusión de estas tecnologías. Para ello se utilizará una representación gráfica comparativa por tecnologías y países. Este ejercicio podría no tener una significativa relevancia en el caso de los ordenadores, internet y vehículos, debido a las numerosas publicaciones de artículos referentes a estas tecnologías. Sin embargo, para el caso de las operaciones de rodilla puede suponer interesante aporte para el entendimiento de la difusión de tecnologías médicas, como podría como las cirugías de remplazo de rodilla o las de cadera (**véanse los gráficos “S” en Anexo 4**).

En términos generales, todas las gráficas de difusión de las cinco tecnologías presentan una incipiente curva en forma de “S”. En algunas tecnologías, la distinción de esa S es más clara debido a la disponibilidad de datos y, a la madurez alcanzada en la difusión de esas tecnologías. De manera que, se perciben claramente tres de las cuatro fases destacadas por Rogers: difusión inicial, crecimiento temprano y crecimiento tardío. Teniendo gráficas, para algunas de las tecnologías analizadas, en las que se comienza a ver el inicio de la cuarta fase: la madurez; destacando ésta por un amplio periodo temporal de crecimiento nulo con una incipiente contracción en la difusión (puntualmente para algunos países).

También son notables, los diferentes niveles de difusión que las tecnologías estudiadas tienen sobre los diversos países de la muestra. Para algunos países y algunas tecnologías (como operaciones de cadera), la difusión en el periodo analizado no supera 0.3%. Mientras que para otras tecnologías (como Internet) la difusión llega casi al 100% en la mayoría de los países.

Para el caso de los Ordenadores Personales, las curvas de la difusión “S” no superan el 75%. Si bien es destacable para esta tecnología que, en la mayoría de los países de la muestra, no se ha alcanzado aún la fase de crecimiento tardío. De modo que, los países que superan el 50% de la difusión, en 2002, son: Dinamarca, Australia, Suiza, Suecia, Noruega, Corea del Sur y Canadá. Ahora bien, en el caso de la difusión de Internet, si se percibe que curvas hayan alcanzado la tercera fase (crecimiento tardío), no pudiendo confirmar la fase de madurez. No obstante, para el caso de Internet, el último dato disponible es del 2014, en comparación con el 2002 del caso de los Ordenadores. Siendo necesario resaltar los países con mayor difusión de internet (superior al 90%), que para 2014 fueron: Islandia, Noruega, Suecia, Dinamarca y Países Bajos y Luxemburgo.

La difusión para el caso de los Coches Privados no supera el 60% en ninguno de los países de la muestra exceptuando Estados Unidos, que llega más de 75% en 2001. Ahora bien, mientras que para algunos países resulta fácil reconocer el patrón en “S”, la falta de datos imposibilita esto en otros países. Siendo Alemania, Australia, Italia, Austria, y Luxemburgo aquellos países con una mayor difusión en esta tecnología (más del 50%). Existiendo dos países cuyas curvas son algo diferentes con respecto a las del resto: Estados Unidos, en cuya curva se presenta un salto de escala (un incremento muy pronunciado e inesperado) en 1993; y por otro lado el caso de Islandia, cuya curva presenta más forma de “U” que de “S”, aunque para este caso no disponemos de demasiada información como para determinar qué es lo que ha ocurrido.

La difusión de las operaciones de remplazo de rodilla y de cadera, a primera vista, parecen tener evoluciones similares. También, en estas dos tecnologías se presenta la problemática de escasez de datos de forma general para la muestra, y particularmente para algunos países, dificultando la distinción de la forma “S” de sus curvas de difusión. Ahora bien, en ninguna de estas dos tecnologías se supera el 0,3% de difusión, con excepción de las operaciones de rodilla en Austria, cuya difusión llegará hasta el 0,5%; pero nunca superando en dichas tecnologías el umbral del 0,6%.

Los países con una mayor difusión en operaciones de rodilla son: Austria, Estados Unidos, Alemania, Bélgica y Luxemburgo. Y paralelamente, los países con mayores operaciones de cadera son: Alemania. Austria, Bélgica y Suiza. Coincidiendo esos países,

como era de esperar, con el otro tipo de tecnología, lo que nos podría estar indicando que ese tipo de tecnología presenta similitudes en sus procesos de difusión.

Destacando, como casos particulares el de Lituania, cuyas curva de difusión parecen tener forma de “U” en ambos tipos de operaciones, siendo desconocidas sus causas. También, el caso de México, cuyas curvas de difusión parecen no haber despegado (podrían encontrarse en la primera fase) en ambas tecnologías. Y finalmente, el caso de Finlandia, cuya curva de difusión de operaciones de cadera tiene un fuerte despegue en 2001, saliéndose del patrón en forma de “S”.

Adicionalmente, este análisis gráfico nos permite, determinar el valor de K . Así pues, las gráficas parecen mostrar que ninguna de las tecnologías supera el valor 1. Lo que viene a indicarnos que, la población en media (para los países de la muestra) no cuenta con más de una unidad de cada una de las tecnologías por persona. Por tanto, podremos establecer el techo de difusión de estas cinco tecnologías en 1, de forma que $K_{ij} = 1$.

7. RESULTADOS.

Previa estimación de los modelos, se comprueba la validez de las variables, poniendo especial énfasis en sus correlaciones. En primer lugar, las variables económica y sociales no presentan fuertes correlaciones (**véase Anexo 2.1**). Aunque si se sospecha que, entre las variables institucionales y de gobierno pudiera existir una fuerte correlación, la cual queda confirmada con en la matriz de correlaciones (**véase Anexo 2.2**). Este hecho resulta entendible, puesto que dichas variables están midiendo el grado de percepción de seis cuestiones muy relacionadas, de manera que, para mantener la veracidad del modelo estimado se lleva a cabo una reducción de las variables, dejando sólo aquellas menos correlacionadas. Siendo estas: el grado de efectividad del gobierno, calidad legislativa y estabilidad política.

Finalmente, en un segundo análisis se detecta una considerable correlación entre la variable de ingresos per cápita y la variable efectividad del gobierno (**véase Anexo 2.3**). No obstante, al no ser demasiado alta esa correlación, y para un buen entendimiento de los efectos de las variables, se considera oportuno realizar la estimación de tres modelos distintos para cada una de las cinco tecnologías, siempre siguiendo las consideraciones expresadas en la metodología. De forma que, en el primer modelo estamos teniendo en cuenta únicamente las variables económicas y sociales (descartando las institucionales y de gobierno); en el segundo modelo, a las variables anteriores se les añaden las dos variables: calidad legislativa y estabilidad política, siendo estas las menos correlacionadas; y en el último modelo, incorporaremos la variable efectividad del gobierno, que es la que resulta estar más correlacionada con las otras dos variables institucionales y de gobierno, y con la variable económica de ingreso per cápita.

Tabla 2: Significatividad de las variables dependientes en cada modelo estimado.

Modelos para cada tecnología, según el número de variables		Ordenadores Personales	Uso de internet	Coches privados	Operaciones de Rodilla	Operaciones de Cadera
Modelo 1 (sólo v. económicas y sociales)	Número de Observaciones	294	597	449	335	358
	R2	0.731857	0.299565	0.868290	0.815173	0.708265
Modelo 2 (+estabilidad política y calidad legislativa)	Número de Observaciones	114	418	72	285	293
	R2	0.790826	0.335463	0.900982	0.823207	0.733292
Modelo 3 (+ efectividad del gobierno)	Número de Observaciones	114	418	72	285	293
	R2	0.791203	0.366023	0.907130	0.846016	0.733904

Comparando los datos de los tres modelos (**véase Tabla 2**), se identifica que las variables explicativas de carácter institucional y de gobierno sí aportan información a los modelos de cada tecnología, de manera que, la significatividad del mismo aumenta notablemente cuando se introducen estas. No obstante, la introducción de la tercera variable (efectividad del gobierno) no aporta tanto a la explicación, pero su consideración será necesaria ya que las tecnologías son diferentes, y la efectividad del gobierno pudiera resultar significativa para la explicación de la difusión de alguna tecnología.

En términos generales, las variables escogidas explican gran parte de la difusión de cada una de las tecnologías, teniendo un R2 de entre el 73% y el 90%, a excepción del uso de Internet, en el que apenas llega a explicar el 40%. Este hecho indica que, para estudiar la difusión de Internet deben tenerse en cuenta con otras variables relevantes tales como: las infraestructuras del país, cuya influencia es confirmada en el estudio de Beilock y Dimitrova la cual miden a través del uso de teléfonos y de ordenadores personales (Beilock & Dimitrova, 2003), también demostrado en (Press, et al., 2001); pero también otros factores institucionales y culturales que no han sido medidos tan explícitamente, como la libertad de expresión, pero que afectan considerablemente a esta tecnología (Beilock & Dimitrova, 2003); e incluso otros factores sociales como el conocimiento de lenguas, concretamente del Inglés, pues alrededor de este idioma se desenvuelve el uso de tal tecnología (Hargittai, 1999).

Por ello, si bien las dos variables más importantes para la explicación de la difusión de esta tecnología, han sido recogidas en este estudio: los ingresos per cápita (Hargittai, 1999) y la edad de la población (Lin, 1998); sería necesario considerar el resto de variables anteriormente expuestas. De forma que, en este momento, esta tecnología quedaría descartada del estudio, ya que cualquier comparación con el resto no sería verídica. Por lo que, debido a la baja significatividad del modelo, no se podrá confirmar si el envejecimiento poblacional en la influye en la difusión de internet.

Para estudiar las hipótesis planteadas se recurrirá al análisis de las estimaciones aportadas por el **Modelo 2**, pues éste es el que explica considerablemente bien la difusión de las cuatro tecnologías restantes. A la luz de los resultados, el envejecimiento poblacional influirá en la

difusión de operaciones de rodilla, operaciones de cadera, y uso de ordenadores; pero no en la difusión de los coches privados.

De esta forma, la **Hipótesis 1** queda totalmente refutada, no siendo el envejecimiento una variable explicativa para la difusión de coches. Es decir, el envejecimiento de la población no influye en la difusión de coches. Los motivos que explicarían estos resultados pudieran ser muy diversos. En primer lugar, el modelo de difusión utilizado (modelo de Rogers) pudiera ser mejorado para ajustarse al caso concreto de los coches, dándole una mayor importancia a variables sociales; como ejemplos tenemos el modelo planteado por Greenman (Greenman, 1996), que valoraría con mayor precisión la influencia de la variable edad poblacional; pero esto a su vez limitaría las comparaciones con el resto de tecnologías.

Por otro lado, si en un primer momento se pudiese pensar que las personas mayores están menos motivadas a adquirir este tipo de tecnología, esto parece no ser así. En este sentido, es cierto que la utilización de esta tecnología se complica a medida que las personas envejecen, y es por ello que, existen numerosas publicaciones en las que consideran la merma en las habilidades y capacidades físicas (cuerpo, visión, audición, reflejos, medicación incompatible con la conducción, etc.) de las personas de la tercera edad como un factor clave en la reticencia a la compra (Instituto Nacional sobre el Envejecimiento, 2009) (Tomás Beltrán, et al., 2010). Y también, es más probable que estas personas no superen la renovación de la licencia que habilita su uso, por tanto adquirir esta tecnología resultaría una pérdida de dinero, pues no podrían usarlas legalmente.

Sin embargo, la multitud de innovaciones relacionadas con la fácil conducción de los vehículos puede estar contrarrestando ese efecto negativo en la difusión. De modo que, innovaciones integradas en esta tecnología, tales como el GPS, faros de mayor precisión, asientos con respaldos adaptables y con refuerzos lumbares, cambio de marchas automático, sistemas de aparcamiento automático, sistemas de visión por cámaras, entre otros, reducen la limitación que la edad biológica pone a la difusión de los coches. Por esta razón, quedará explicado el resultado obtenido en este estudio.

Con respecto a la **Hipótesis 2**, quedará confirmada para los ordenadores personales, siendo el envejecimiento una variable explicativa de su difusión. Así pues, la estimación de su coeficiente nos indica que el envejecimiento afectará de forma ligeramente negativa. Concluyendo que, cuanto más anciana es la población de un país, menor es la difusión de ordenadores en ese lugar. Recalcando de nuevo, que en el caso de Internet no se ha podido confirmar su influencia debido a la baja significatividad del modelo.

Las razones de este resultado pudieran residir en todo lo que engloba al concepto de brecha digital generacional. Este término hace referencia a la distancia existente entre jóvenes y ancianos de una determinada población en el uso y acceso de las tecnologías de la información y la comunicación. De forma que, en numerosos los artículos se destacan las causas de esa diferencia (Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO), 2011), que en la actualidad de los países estudiados es mayor por el uso que por el acceso. Y en este sentido, las necesidades de uso de los ordenadores (como ejemplo representativo de las TIC) variarán dependiendo de la edad del usuario, puesto que estará relacionado directamente con el tipo de uso que se les da a los ordenadores y la existencia de tecnologías sustitutivas.

No obstante, siempre se hace referencia a las dificultades en el manejo de estas tecnologías por parte de las personas mayores. Siendo cierto que las TIC, y concretamente los ordenadores, son tecnologías que cambian mucho y muy rápidamente. Esto dificulta la aceptación por parte de los ancianos, que quedarán rezagados. Lo cual podría estar traducándose en que, las personas mayores al sopesar el esfuerzo requerido en la comprensión de su uso, con el beneficio obtenido de su utilidad, rechazarían la adquisición de ordenadores. Adicionalmente, este rechazo puede verse incrementado por barreras emocionales asociadas con el miedo a estropearlos y con el sentimiento de vergüenza por equivocarse (Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO), 2011). Todo ello llevaría a las personas mayores a acudir a otras tecnologías para satisfacer sus necesidades. Por ejemplo, para la comunicación e información, los mayores preferirían el teléfono, los periódicos, o la televisión como alternativas más fáciles de usar con respecto al ordenador.

Llegados a este punto, se hace evidente la necesidad de iniciativas por parte de los gobiernos para fomentar el uso de este tipo de tecnologías entre la tercera edad. Fundamentalmente, tales iniciativas están dirigidas a la aumentar el nivel educativo y a formar en el uso de las TIC. De manera que, ayudan a los mayores en la comprensión de su funcionamiento, les enseñan nuevos usos para su vida diaria, e incluso les educan frente a la reticencia por la transformación de tales tecnologías. Y así, con estas medidas también se motiva a la adopción de ordenadores, entre este colectivo, de modo que, se intentaría paliar el efecto negativo que tiene la edad poblacional sobre la difusión de los ordenadores.

Por último, la **Hipótesis 3** también queda confirmada. De forma que, tanto para las operaciones de rodilla como para las operaciones de cadera la variable edad poblacional es significativa. Así pues, para ambas tecnologías los coeficientes estimados resultan positivos y bastante similares en magnitud. Por ello, cuanto más envejecida está la población de un país, mayor será la difusión de operaciones de remplazo de rodilla y de cadera.

Respecto las causas de este resultado, la teoría nos sugiere que, estas tecnologías incrementan su adopción como consecuencia del incremento en las necesidades médicas consecuencias de la edad. O lo que es lo mismo, en un país envejecido se adoptarán más tecnologías médicas asociadas a determinadas enfermedades como consecuencia del incremento de tales necesidades. En este sentido, investigaciones médicas apuntan al evidente incremento del número de pacientes con enfermedades degenerativas, crónicas y osteomusculares en aquellos países cuya población es más mayor (Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO), 2011). Y como tal, las operaciones de remplazo de rodilla y de cadera, que actuarían en el ámbito de los problemas osteomusculares, tendrán una mayor difusión cuanto más envejecida sea la población de un determinado país.

En resumen, sólo las Hipótesis 2 y 3 quedan confirmadas, rechazándose la Hipótesis 1, debido a que la edad no influye en ningún sentido en la difusión de los coches. De manera que, con estos resultados podemos asegurar que en un principio, el envejecimiento poblacional afectaría a la difusión de determinadas tecnologías, concretamente a la difusión de ordenadores, operaciones de rodilla y operaciones de cadera. Por ello, si se quieren conocer los factores que explican la difusión de una determinada tecnología, se debería tener en cuenta esta variable social, pues pudiera resultar clave en su proceso de difusión, y con ello en su introducción en un nuevo mercado.

Adicionalmente, se confirma que la influencia que el envejecimiento ejerce sobre la difusión puede ser diferente: para unas tecnologías puede afectar negativamente (caso de ordenadores), y para otras puede afectar positivamente (caso de operaciones de rodilla y cadera). Y este sería otro aspecto a considerar, pues la difusión de una tecnología concreta podría beneficiarse de la introducción en un país envejecido, o por el contrario, podría resultar negativo, teniendo que aplicar alguna serie de medidas complementarias que incentivaran su adopción.

Analizando ahora el resto de variables explicativas, podemos ver como la pertenencia a una determinada región geográfica puede ser significativa (al 99,5%) para algunas tecnologías. Concretamente para los coches, la pertenencia a los distintos grupos de países afecta positivamente a su difusión, así pues, el pertenecer a Países de origen Americano influye más que el resto. En el caso de las operaciones, estas variables influyen pero de forma negativa: para las de rodilla es significativo pertenecer a Países del Norte de Europa, mientras que para las de cadera lo es ser de Países de origen Americano.

Los ingresos per cápita, como era de esperar, pues así lo han demostrado otros estudios previos, son significativos para todas las tecnologías debido a que, las condiciones económicas del país son importantes en la difusión de la población. Por otro lado, la apertura comercial sólo es significativa para las operaciones de rodilla y cadera, hecho que podría estar apuntando al turismo sanitario, comentado anteriormente, en el que veríamos como a mayor apertura comercial mayor es la difusión de esas tecnologías. Sin embargo, rompiendo con la lógica, la urbanización sólo es significativa (en un 97,8%) para las operaciones de rodilla, hecho que pone de manifiesto que, a pesar de que operaciones de rodilla y cadera son tecnologías similares, cada una de estas puede verse afectada por variables diferentes.

En el caso de las variables que recogen el factor educacional de la población, con un 97,8% de significatividad, podemos decir que: en la difusión de ordenadores personales sólo afectará la educación terciaria, y esto es lógico, puesto que estas tecnologías requieren un considerable grado de formación; para la difusión de coches afectarán primaria y secundaria, pues es necesario un nivel de formación mínimo; y por último, mientras que para las operaciones de rodilla afectan primaria y terciaria, para las de cadera afectan primaria y secundaria.

Finalmente, las variables institucionales y de gobierno afectan positivamente a la difusión de las tecnologías del estudio, siendo la calidad legislativa la variable más significativa de ellas. Ello podría resultar razonable, pues el hecho de que el gobierno de un país sea capaz de elaborar y aplicar políticas que promuevan el sector privado fomentará que se difundan las tecnologías.

8. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN.

Este estudio ofrece un mayor entendimiento a la incógnita que rodea la relación del envejecimiento poblacional y la difusión tecnológica, siendo reflejo del incremento de la preocupación por dicho reto social, que está afectando a muchos países desarrollados, fundamentalmente a los de Europa.

En conclusión, se ha demostrado que el envejecimiento poblacional puede afectar a la difusión tecnológica, influyendo en el caso de ordenadores, operaciones de remplazo de

rodilla y operaciones de remplazo de cadera. Además, en este estudio se incide en el distinto efecto que envejecimiento puede tener sobre la difusión de una tecnología. Como se ha visto, para algunas tecnologías el envejecimiento poblacional ayuda a la difusión, como en los casos de operaciones de rodilla y cadera. Sin embargo, en otros casos perjudica a la difusión, como en el de los ordenadores.

De nuevo, es importante incidir en el hecho de que éste es un estudio de casos, por lo que los resultados obtenidos no se podrán generalizar para todas las tecnologías. Esto abre una nueva oportunidad a otras investigaciones, que resuelvan la incógnita de si el envejecimiento poblacional afecta a cualquier tecnología. Pero evidentemente, para esto se precisan mayores análisis con muestras considerablemente más grandes, con el fin de englobar a todas las tecnologías.

De cualquier modo, los resultados aquí obtenidos tienen un valor especial para la política de innovación de la Unión Europea, concretamente para aquellos proyectos enfocados al “*envejecimiento activo y saludable*”. Así por tanto, las tecnologías que se pretendan desarrollar en estos programas deberán considerar que dependiendo de su naturaleza tendrán mayores o menores dificultades en su adopción en países más envejecidos. Apuntando, en vista de los resultados, a que aquella de tipo TIC podrían tener mayores problemas que aquellas de tipo médico.

Todo ello, será recomendable tenerlo en consideración para prever el proceso de difusión de cualquier tecnología en cada uno de los países miembros de la Unión (y de cualquier otro país), valorando la posibilidad de dirigir esas tecnologías a los más o menos envejecidos. E incluso, para elaborar medidas que ayuden a paliar los efectos negativos del envejecimiento sobre la difusión tecnológica, aplicándolas en aquellos más envejecidos. Ayudando también con ello a solucionar desequilibrios de tipo social, como en el caso de los ordenadores, estudiado en este documento, para el cual las políticas orientadas a la formación y educación sobre TICs, no sólo mejoran en la adopción de estos, sin que también consiguen que los ancianos se beneficien de todas las posibilidades que estas tecnologías les ofrecen, reduciendo así la desigualdad social, mejorando la autoestima e independencia de los ancianos, entre otros.

Esta investigación puede tener también un valor estratégico a nivel de empresas, ya que los resultados pueden considerarse en las estrategias de introducción de tecnologías a nuevos mercados. Siendo conveniente complementar esta investigación con otros estudios de difusión de la tecnología en cuestión; así como de prospectivas de mercado.

Finalmente, se abren otras incógnitas con respecto a aquellas tecnologías que están siendo especialmente diseñadas para el fomento de un envejecimiento activo y saludable, más allá que las propias intervenciones quirúrgicas. Como por ejemplo, las tecnologías envueltas en la Telemedicina y la Teleasistencia. De manera que la investigación sobre su difusión, desarrollo y aplicaciones alternativas podrían esclarecer la incógnita de la Unión Europea sobre si la innovación tecnológica puede resolver el reto social del envejecimiento.

9. BIBLIOGRAFÍA.

Ahn, N., Meseguer, J. & Herce San Miguel, J. A., 2003. Gasto sanitario y envejecimiento.. *Documentos de Trabajo (7)*. Fundación BBVA. Disponible en la Web: http://www.fbbva.es/TLFU/dat/DT_2003_07.pdf.

Andrés, L., Cuberes, D., Diouf, M. & Serebrisky, y. T., 2010. *Cross-country differences in ICT adoption: A consequence of Culture?*, s.l.: Telecommunications Policy 34 (2010) 323–340..

Banco Mundial, 1994. *World development report, infrastructure for development.*, Washington, DC.: s.n.

Beilock, R. & Dimitrova, D., 2003. An exploratory model of inter-country Internet diffusion. *Science Direct*, Volumen 27, pp. 237-252.

Coleman & Caselli, 2001. *Cross-country technology diffusion: The case of computers.*, s.l.: American Economic Review, 91, 328–335.

Comín, D. & Hobijn, B., 2004. *Cross-country technology adoption: Making the theories face the facts.*, s.l.: Journal of Monetary Economics, 51, 39–83..

Comín, D. & Hobijn, B., s.f. *CHAT DATASET. Base de datos CHAT (Cross-country Historical Adoption of Technology)*. [En línea]
Available at: <http://www.nber.org/papers/w15319>
[Último acceso: 24 Junio 2016].

Comín, D., Hobijn, B. & Rovito, E., 2006. *Five facts you need to know about technology diffusion.*, s.l.: NBER working paper 11928..

Comín, D. & Mestieri, M., 2013. *Technology Diffusion: Measurement, Causes and Consequences*, New York: NBER Working Paper 19052. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH. <http://www.nber.org/papers/w19052..>

Comisión Europea, 2014. *Horizon 2020, in brief. The EU Framework Programme for Research & Innovation.*, Luxembourg: Directorate-General for Research and Innovation. Publications Office of the European Union..

Comisión Europea, 2015. *Growing the European Silver Economy.*, : Background Papers. Disponible en la Web: <http://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/active-healthy-ageing/silvereco.pdf>.

Davies, S., 1979. *The diffusion of process innovations.*, Cambridge (UK): Cambridge University Press..

Easterly, W. & Levine, R., 2001. *It's not factor accumulation: stylized facts and growth models.*, s.l.: World Bank Economic Review 15..

Eatock, D., 2015. *The silver economy Opportunities from ageing.*, s.l.: European Parliamentary Research Service Author (EPRS). PE 565.872.

Erumban, A. & de Jong, S., 2006. *Cross-country differences in ICT adoption: A consequence of Culture?*, s.l.: Journal of World Business 41 (2006) 302–314..

- Fernández Sánchez, S., 2011. Un estudio entorno a la jubilación.. *Estudios de progreso. Fundación Alternativas*..
- Gort, M. & Klepper, S., 1982. *Time paths in the diffusion of product innovations*., s.l.: The Economic Journal, 92, 630–653..
- Greenman, J. v., 1996. *The car park: Diffusion models revisited*., United Kingdom: Energy Economics: 18 (1996) 107-128.
- Griliches, Z., 1957. Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. *JSTOR*, 25(4), pp. 501-522.
- Hargittai, E., 1999. Weaving the Western web: Explaining differences in internet connectivity among OECD countries.. *Telecommunications Policy*, 23(10/11), pp. 701-718.
- Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO), 2011. *Libro Blanco. El envejecimiento activo*, s.l.: Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad; Secretaría General de Política Social y Consumo Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO).
- Instituto Nacional sobre el Envejecimiento, 2009. Vivir mejor la tercera edad. Conductores de la tercera edad.
- Keller, W., 2001. *International technology diffusion*, s.l.: NBER working paper series (nº 8573). National Bureau of Economic Research. Disponible: <http://www.nber.org/papers/w8573>.
- Kiiski, S. & Pohjola, M., 2002. *Cross-country diffusion of the Internet*., s.l.: Information Economics and Policy, 14, 297–310..
- Lin, C., 1998. Exploring personal computer adoption dynamics. *JOBEM*, 42(1), pp. 95-112.
- López Díaz, J., 2006. *Envejecimiento y pensiones*.. [En línea]
Available at: <http://www2.eco.uva.es/jlopez/Envejecimiento%20y%20pensiones%20v01.pdf>
- Madden, G. & Coble-Neal, G., 2003. *Economic determinants of global mobile telephony growth*, Australia: Information Economics and Policy 16 (2004) 519–534.
- Naciones Unidas, 2007. *El desarrollo en un mundo que envejece*.. [En línea]
Available at: http://www.un.org/en/development/desa/policy/wess/wess_archive/2007wess_overview_sp.pdf
- OCDE Database, s.f. *Base de datos de la OCDE*. [En línea]
Available at: <http://stats.oecd.org/>
[Último acceso: 24 Junio 2016].
- OCDE, 2001. *Understanding the digital divide Paris*: , París: Organization for Economic Cooperation and Development. Parente, S., & Prescott, E..
- Pérez Díaz, J., 2005. *Consecuencias sociales del envejecimiento demográfico*.. s.l.:Papeles de Economía Española (104): 210-226.

Pohjola, M., 2003. *The adoption and diffusion of ICT across countries: Patterns and determinants.*, San Diego: In D. C. Jones (Ed.). *The new economy handbook* (pp. 77–100). Elsevier-Academic Press..

Press, L., Burkhart, G., Foster, W. & Goodman, S., 2001. A Internet diffusion framework.. *Journal of the Association for Information Systems*, 2(6).

Pujol, R. & Fernández Morales, I., 2013. *Departamento de Población. CSIC.*, s.l.: Blog El envejecimiento en red. Disponible:
<http://envejecimientoenred.wordpress.com/2013/11/15/la-demografia-por-desgraciareduce-la-brecha-digital-en-los-mayores/>.

Rogers, E., 1995. *Diffusion of Innovations*, New York.: The Free Press.4th Edition..

Rosenberg, N., 1972. *Factors affecting diffusion of technology.*, s.l.: Explorations in Economic History, 10(1): 3–33..

Tomás Beltrán, M. y otros, 2010. Conducción en la tercera edad. *Medicina de familia Semerger*, 36(10), pp. 566-572.

World Bank Database, s.f. *Base de datos del Banco Mundial (World Bank Database)*. [En línea]

Available at: <http://datos.bancomundial.org/>
[Último acceso: 24 Junio 2016].

10. ANEXOS:

Anexo 1. Variables dummies del modelo.

Agrupación de los 31 países según su situación geográfica, sus relaciones históricas, y sus similitudes en sus sistemas sociales, políticos e institucionales:

Nombre de la variable	Nombre del Grupo	Países agrupados.
Dummy 1	Países Asiáticos	Japón y Corea del Sur
Dummy 2	Países de origen Americano	Australia, Canadá, Nueva Zelanda y Estados Unidos
Dummy 3	Países del Norte de Europa	Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Alemania, Islandia, Irlanda, Lituania, Luxemburgo, Países Bajos, Noruega, Suecia y Reino Unido
Dummy 4	Países del Sur de Europa	Austria, Francia, Grecia, Hungría, Italia, Polonia, Portugal, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suiza
Dummy 5	Países Emergentes	México y Turquía

Anexo 2. Matrices de Correlación.

2.1. Matriz de correlación de variables económicas y sociales.

	LN GDP	URBANIZACIÓN	APERTURA COMERCIAL	T. DEPENDENCIA	M. PRIMARIA	M. SECUNDARIA	M. TERCIARIA
LN GDP	1.000000	0.539824	-0.034330	0.596674	0.614675	0.621943	0.697751
URBANIZACIÓN	0.539824	1.000000	-0.059295	0.281897	0.209850	0.487298	0.355452
APERTURA COMERCIAL	-0.034330	-0.059295	1.000000	0.118908	0.112520	0.052622	0.159693
T. DEPENDENCIA	0.596674	0.281897	0.118908	1.000000	0.296720	0.420663	0.440038
M. PRIMARIA	0.614675	0.209850	0.112520	0.296720	1.000000	0.363694	0.624866
M. SECUNDARIA	0.621943	0.487298	0.052622	0.420663	0.363694	1.000000	0.557450
M. TERCIARIA	0.697751	0.355452	0.159693	0.440038	0.624866	0.557450	1.000000

2.2. Matriz de correlación de variables institucionales y de gobierno.

	VOZ Y PARTICIPACIÓN	CALIDAD LEGISLATIVA	ESTABILIDAD POLÍTICA	CORRUPCIÓN	EFFECTIVIDAD DEL GOBIERNO	ESTADO DE DERECHO
VOZ Y PARTICIPACIÓN	1.000000	0.851282	0.823814	0.872329	0.859199	0.895037
CALIDAD LEGISLATIVA	0.851282	1.000000	0.671406	0.877132	0.870131	0.882405
ESTABILIDAD POLÍTICA	0.823814	0.671406*	1.000000	0.702359	0.694441	0.736306
CORRUPCIÓN	0.872329	0.877132	0.702359	1.000000	0.949108	0.948274
EFFECTIVIDAD DEL GOBIERNO	0.859199	0.870131	0.694441*	0.949108	1.000000	0.937346
ESTADO DE DERECHO	0.895037	0.882405	0.736306	0.948274	0.937346	1.000000

2.3. Matriz de correlación de variables finales del modelo.

	LN GDP	URBANIZACIÓN	APERTURA COMERCIAL	DEPENDENCIA	M. PRIMARIA	M. SECUNDARIA	M. TERCIARIA	EFFECTIVIDAD DEL GOBIERNO	CALIDAD LEGISLATIVA	ESTABILIDAD POLÍTICA
LN GDP	1.000000	0.490219	-0.268275	0.438722	0.006310	0.395322	0.317530	0.750849	0.692022	0.478570
URBANIZACIÓN	0.490219	1.000000	-0.146607	0.122878	-0.134369	0.425458	0.198779	0.529123	0.402956	0.098452
APERTURA COMERCIAL	-0.268275	-0.146607	1.000000	0.075181	-0.099024	-0.030735	0.101281	-0.201028	-0.086654	0.006027
T. DEPENDENCIA	0.438722	0.122878	0.075181	1.000000	0.024053	0.273786	0.295788	0.295990	0.281725	0.357519
M. PRIMARIA	0.006310	-0.134369	-0.099024	0.024053	1.000000	0.140480	-0.124275	-0.023947	0.007924	-0.096036
M. SECUNDARIA	0.395322	0.425458	-0.030735	0.273786	0.140480	1.000000	0.371459	0.539422	0.495532	0.388084
M. TERCIARIA	0.317530	0.198779	0.101281	0.295788	-0.124275	0.371459	1.000000	0.219005	0.201694	0.122830
EFFECTIVIDAD DEL GOBIERNO	0.750849	0.529123	-0.201028	0.295990	-0.023947	0.539422	0.219005	1.000000	0.868616	0.673602
CALIDAD LEGISLATIVA	0.692022	0.402956	-0.086654	0.281725	0.007924	0.495532	0.201694	0.868616	1.000000	0.659434
ESTABILIDAD POLÍTICA	0.478570	0.098452	0.006027	0.357519	-0.096036	0.388084	0.122830	0.673602	0.659434	1.000000

Anexo 3. Resultados de las estimaciones de los modelos.

Modelo1: Variables económicas y sociales.

Variable/ tecnología	Ordenadores Personales	Uso de internet	Coches privados	Operaciones de Rodilla	Operaciones de Cadera
Número de Observaciones	294	597	449	335	358
R2	0.731857	0.299565	0.868290	0.815173	0.708265
Constante	-22.18596** (1.099840)	-23.61378** (3.549158)	-13.92603** (0.521673)	-26.68190** (1.338238)	-16.54017** (1.359001)
Dummy 1	0.291374 (0.249413)	0.179457 (0.718824)	-0.200008 (0.119237)	0.554071** (0.232289)	0.223638 (0.267271)
Dummy 2	0.502201* (0.253650)	-1.179909 (0.707137)	1.723354** (0.122115)	0.358338 (0.190220)	1.198774** (0.220691)
Dummy 3	0.691653** (0.253331)	1.410455* (0.691360)	0.919881** (0.142215)	-0.140502 (0.207595)	1.548682** (0.248035)
Dummy 4	0.520413* (0.254205)	0.256909 (0.702764)	1.131559** (0.144274)	0.329844 (0.229501)	1.626014** (0.278362)
Ln PIB per cápita	1.085029** (0.073047)	1.410342** (0.220628)	0.657482** (0.042087)	1.112652** (0.070134)	0.488498** (0.074347)
Urbanización	-0.000109 (0.005252)	0.029024 (0.015841)	0.013486** (0.002622)	0.012933** (0.004186)	-0.001855 (0.005033)
Apertura comercial	35.85559 (19.81767)	-14.24314 (58.25835)	43.07203* (18.80760)	82.76421** (22.28650)	42.93941 (25.59532)
Tasa de dependencia senil	-0.054280** (0.013923)	-0.065862* (0.032972)	0.023413* (0.010158)	0.045027** (0.011276)	0.034280** (0.014060)
Matriculas ed. primaria	1.984036** (0.370549)	3.623525** (1.480684)	0.234987 (0.144336)	-2.603014** (0.637784)	-1.819863** (0.645959)
Matrículas ed. Secundaria	0.325855 (0.275053)	-6.293498** (0.900329)	-0.230031 (0.129514)	0.138404 (0.237465)	1.404071** (0.269484)
Matrículas ed. terciaria	1.581532** (0.303744)	4.789938** (0.698307)	-0.069371 (0.217583)	1.098742** (0.209420)	-0.564148** (0.233645)

Errores estándar entre paréntesis

*Significativas al 97.8%

** Significativas al 99.5%

Modelo 2: Variables económicas, sociales, estabilidad de gobierno y calidad legislativa.

Variable/ tecnología	Ordenadores Personales	Uso de internet	Coches privados	Operaciones de Rodilla	Operaciones de Cadera
Número de Observaciones	114	418	72	285	293
R2	0.790826	0.335463	0.900982	0.823207	0.733292
Constante	-15.73424** (2.228681)	-36.49879** (5.942756)	-14.50272** (1.575888)	-25.28639** (1.455014)	-12.79316** (1.748682)
Dummy 1	0.372903 (0.415866)	0.053232 (1.104941)	0.759597** (0.282907)	0.283145 (0.259495)	-0.657446* (0.316810)
Dummy 2	-0.085492 (0.492498)	-0.151319 (1.256778)	2.754404** (0.344319)	-0.404532 (0.271316)	-0.817912** (0.346109)
Dummy 3	-0.187536 (0.489899)	2.348764* (1.207125)	1.982918** (0.360576)	-0.881710** (0.283049)	-0.269808 (0.359114)
Dummy 4	-0.149607 (0. 450490)	0.667871 (1.059197)	1.890555** (0.338028)	-0.111602 (0.259108)	0.298157 (0.336043)
Ln PIB per cápita	0.879330** (0.121873)	2.059007** (0.329091)	0.578437** (0.082103)	0.991050** (0.077375)	0.269580** (0.092245)
Urbanización	-0.001189 (0.008107)	0.057668** (0.020845)	0.007375 (0.005218)	0.009236* (0.004267)	0.000409 (0.005712)
Apertura comercial	33.31495 (23.46080)	-19.68025 (70.28744)	10.09386 (16.28299)	105.4412** (21.79528)	65.98058** (26.38230)
Tasa de dependencia senil	-0.044419** (0.018125)	-0.096446** (0.038415)	0.011328 (0.017246)	0.053031** (0.010830)	0.055964** (0.014871)
Matriculas ed. primaria	-0.789349 (1.225916)	5.631400 (3.454533)	3.312980** (0.870089)	-2.100924** (0.690504)	-2.808846** (0.833968)
Matrículas ed. Secundaria	0.198242 (0.444975)	-6.297259** (1.335140)	-1.282350** (0.328738)	-0.086337* (0.253255)	1.833529** (0.316386)
Matrículas ed. terciaria	1.259147** (0.402445)	4.184622** (0.953006)	0.131092 (0.336667)	1.266462** (0.224836)	-0.430710 (0.266518)
Estabilidad política	0.243262 (0.189222)	0.777355 (0.416534)	-0.108446 (0.131667)	-0.076193 (0.077765)	0.336891** (0.103983)
Calidad legislativa	0.531538** (0.207279)	-1.787807** (0.642229)	-0.262656 (0.145514)	0.755029** (0.139757)	0.791726** (0.170182)

Errores estándar entre paréntesis

*Significativas al 97.8%

** Significativas al 99.5%

Modelo 3: Variables económicas, sociales, estabilidad de gobierno, calidad legislativa y efectividad del gobierno.

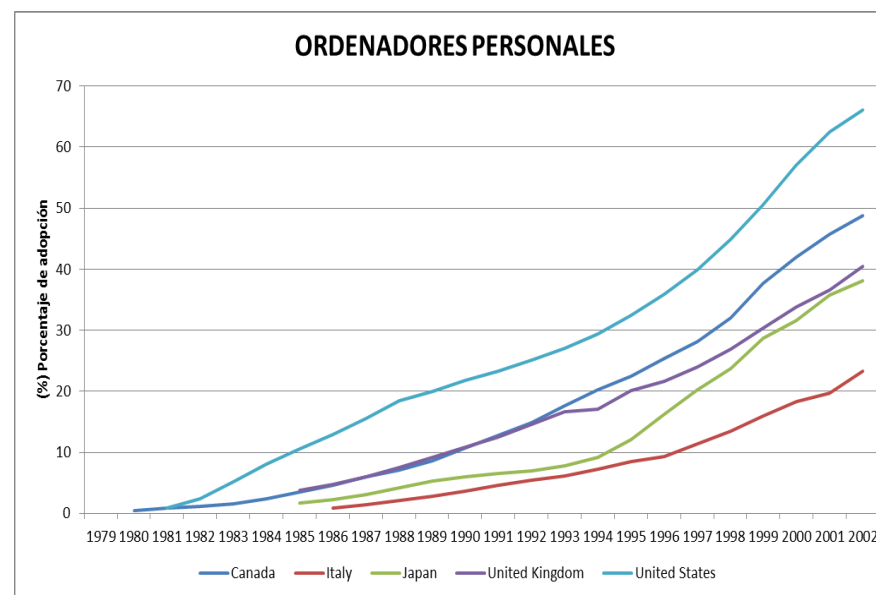
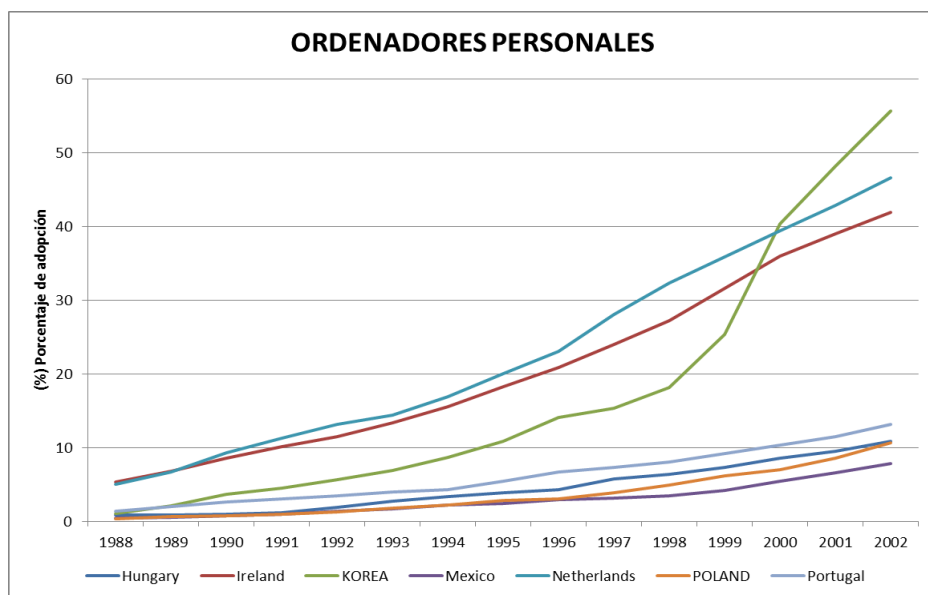
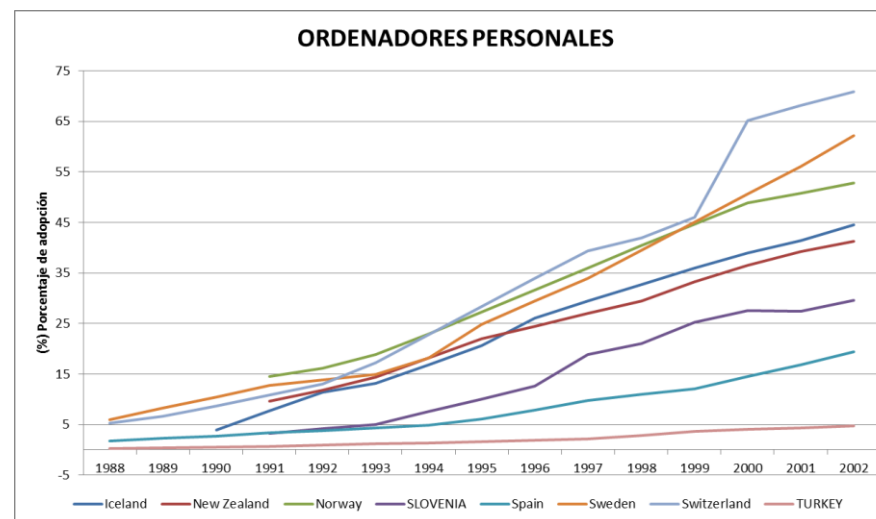
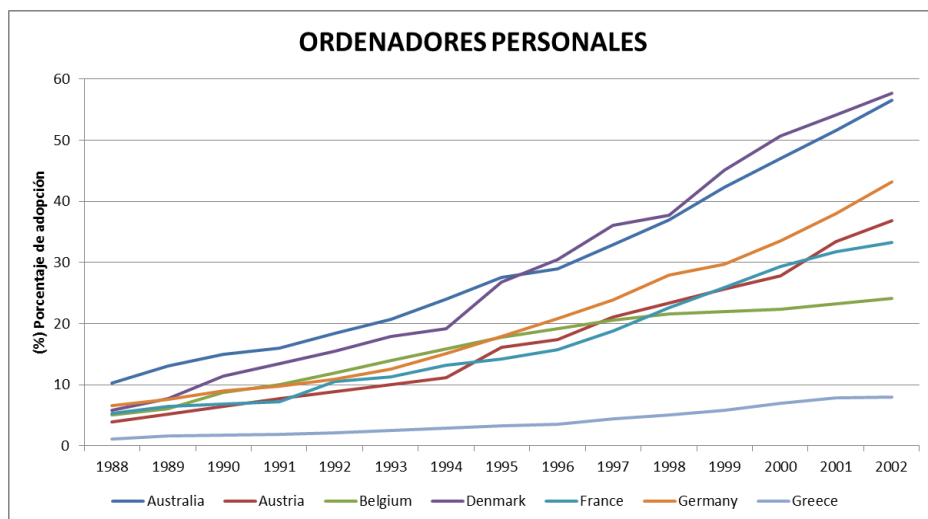
Variable/ tecnología	Ordenadores Personales	Uso de internet	Coches privados	Operaciones de Rodilla	Operaciones de Cadera
Número de Observaciones	114	418	72	285	293
R2	0.791203	0.366023	0.907130	0.846016	0.733904
Constante	-14.87418** (3.025325)	-43.91079** (6.050126)	-17.60157** (2.216951)	-23.47166** (1.390365)	-12.50835** (1.785734)
Dummy 1	0.384563 (0.418496)	-0.256737 (1.082860)	0.630249* (0.284284)	0.408834 (0.243439)	-0.642654* (0.317555)
Dummy 2	-0.095659 (0.495119)	-0.886754 (1.240338)	2.823938** (0.338270)	-0.157854 (0.256660)	-0.773521* (0.350759)
Dummy 3	-0.211237 (0.495113)	1.941799 (1.184111)	2.097772** (0.357180)	-0.731813** (0.265708)	-0.243499 (0.360851)
Dummy 4	-0.186273 (0.460603)	0.347410 (1.038388)	2.058948** (0.341413)	-0.045048 (0.242493)	0.316484 (0.337042)
Ln PIB per cápita	0.834165** (0.162497)	2.406238** (0.331336)	0.744763** (0.117321)	0.921575** (0.073174)	0.258213** (0.093394)
Urbanización	-0.002380 (0.008615)	0.084640** (0.021284)	0.011725* (0.005568)	0.001237 (0.004186)	-0.000853 (0.005930)
Apertura comercial	35.04875 (23.91257)	-70.02870 (69.68021)	2.182445 (16.42018)	116.3017** (20.45070)	67.88579** (26.50681)
Tasa de dependencia senil	-0.043133** (0.018453)	-0.110108** (0.037695)	0.002259 (0.017482)	0.058380** (0.010161)	0.056591** (0.014901)
Matrículas ed. primaria	-0.838388 (1.236444)	5.480482 (3.378526)	3.459660** (0.853350)	-2.206175** (0.645832)	-2.813361** (0.834527)
Matrículas ed. Secundaria	0.147237 (0.462837)	-5.519271** (1.317575)	-1.043135** (0.343949)	-0.123746 (0.236866)	1.808246** (0.318168)
Matrículas ed. terciaria	1.249916** (0.404698)	4.402704** (0.933302)	0.166504 (0.329399)	1.010721** (0.214075)	-0.453053 (0.268152)
Estabilidad política	0.242221 (0.190020)	1.482717** (0.437659)	-0.433130 (0.128731)	0.679894** (0.077225)	0.110485** (0.112260)
Calidad legislativa	0.463713 (0.262858)	0.066551 (0.755965)	-0.098441 (0.181430)	-0.240748 (0.159894)	0.303210** (0.201842)
Efectividad del gobierno	0.121200 (0.286882)	-2.595243** (0.588832)	-0.043662 (0.222968)	0.172294** (0.107511)	0.705129 (0.138244)

Errores estándar entre paréntesis

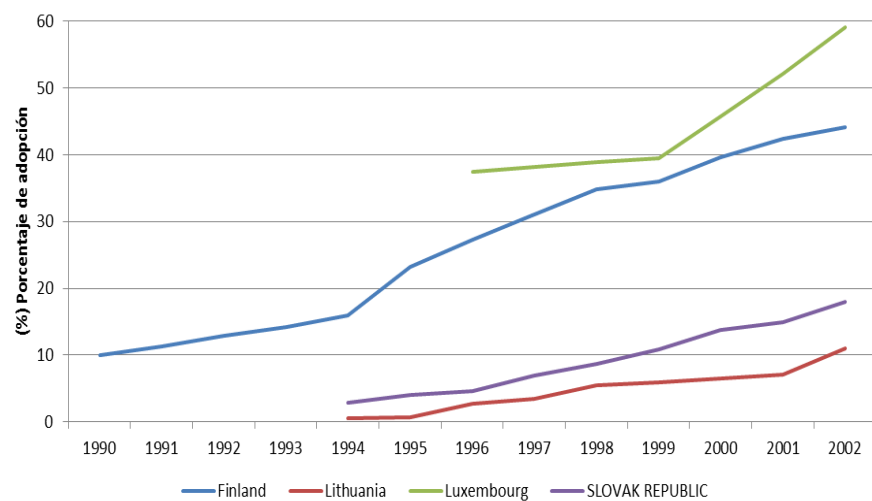
*Significativas al 97.8%

** Significativas al 99.5%

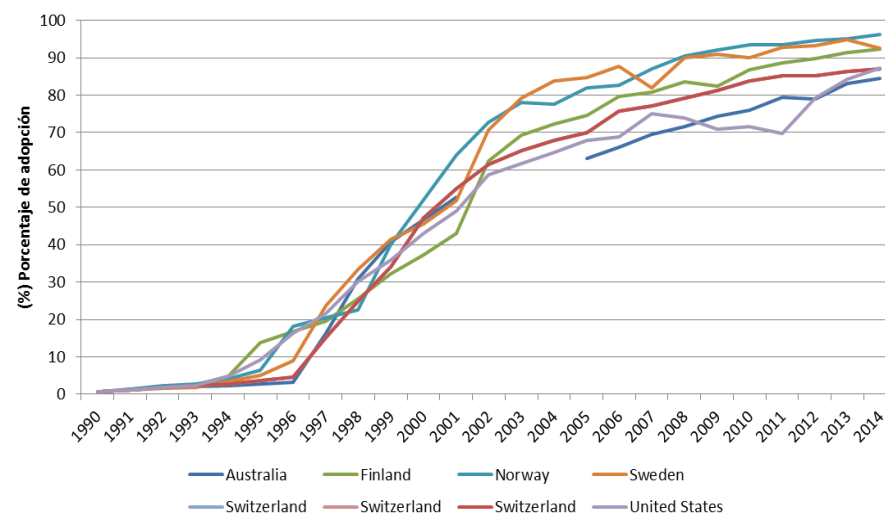
Anexo 4. Gráficos de difusión de cada una de las cinco tecnologías.



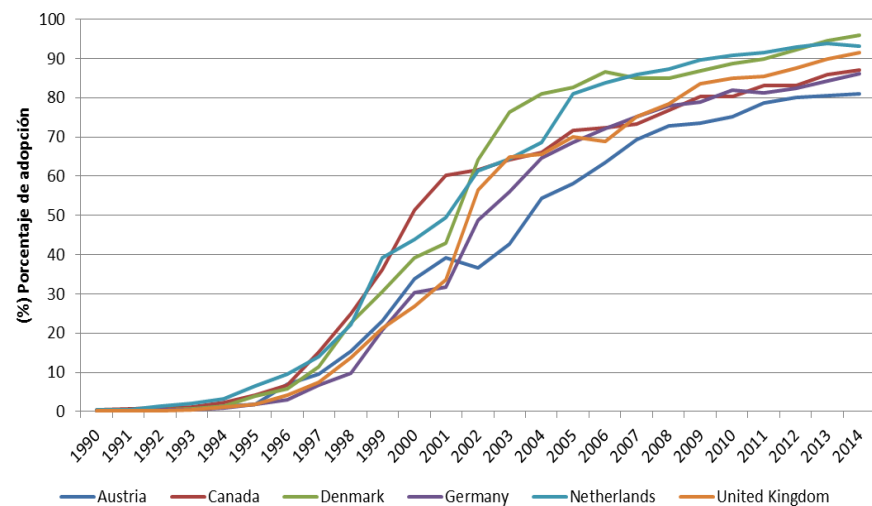
ORDENADORES PERSONALES



USO DE INTERNET



USO DE INTERNET



USO DE INTERNET

