

Validación técnica de indicadores de trayectorias de investigadores del Manual de Buenos Aires de la RICYT: estudio de caso sobre dedicación, diversidad y temporalidad de las trayectorias en la Comunidad Autónoma de Andalucía



Este documento de trabajo fue desarrollado por un equipo integrado por María Guillermina D'Onofrio (mgdonofrio@mincyt.gob.ar), María Victoria Tignino (mvtignino@mincyt.gob.ar), Julia Gelfman (jgelfman@mincyt.gob.ar) —quienes se desempeñan en la Subsecretaría de Evaluación Institucional del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) de la República Argentina—, Francisco Solís (franciscom.solis@juntadeandalucia.es), José Navarrete (jose.navarrete.ext@juntadeandalucia.es), Esther Cabrera (esther.cabrera.ext@juntadeandalucia.es), Silvia Sánchez (silvia.sanchez.ext@juntadeandalucia.es) y

I. Introducción

Este informe presenta los resultados parciales de un estudio piloto de validación técnica del Manual de Buenos Aires de Indicadores de Trayectorias Científicas y Tecnológicas de Investigadores Iberoamericanos, Manual en proceso de elaboración en la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT) y cuyos últimos avances y propuesta de indicadores se exponen en otro documento publicado recientemente por la RICYT (D'Onofrio *et al.*, 2010). El referido estudio es producto del trabajo conjunto de un equipo bilateral argentino-español de carácter multidisciplinario, integrado por sociólogos, economistas, documentalistas, estadísticos e ingenieros informáticos especializados en gestión de la I+D del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) de Argentina y la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía de España, con el apoyo del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la Organización de los Estados Iberoamericanos (CAEU-OEI).

El estudio se realizó utilizando, con carácter anónimo, datos de los *currículum vitae* (CVs) electrónicos de una amplia muestra de investigadores andaluces que contaban con información curricular completa y actualizada a julio de 2010 en el Sistema de Información Científica de Andalucía (SICA). Se trató de una muestra integrada por 15.557 investigadores andaluces empleados por universidades públicas (el 85% de la población investigadora andaluza registrada en el SICA) y que presentaban al menos un tipo de actividad científica y tecnológica registrada en su CV electrónico durante los últimos cinco años.

El SICA, sistema de información pionero en España y Europa, fue creado en 2001 y desde entonces recoge los CVs estandarizados y actualizados de los investigadores andaluces y sus colaboradores extra-andaluces¹. Los datos curriculares que contiene permiten reconstruir las variables necesarias para el cálculo de buena parte de los indicadores de trayectorias científicas y tecnológicas de investigadores propuestos en el futuro Manual de Buenos Aires de la RICYT.

Los resultados se organizan en las cinco secciones que integran este documento, incluyendo la introducción. En la segunda sección se describe la muestra de la población de investigadores de la Comunidad Autónoma de Andalucía seleccionada para el estudio, caracterizándola por género, grupo de edad y área del conocimiento de adscripción de sus actividades académico-profesionales. En la tercera sección se presenta cómo se midieron tres de los cinco principales rasgos que caracterizan las trayectorias de los investigadores propuestos por el Manual de Buenos Aires (dedicación, diversidad y temporalidad)², discutiendo la potencialidad de las medidas construidas para dar cuenta de las diferentes dimensiones de análisis y sugiriendo, en algunos casos, posibles mejoras de la propuesta de indicadores construidos para su aplicación futura. La cuarta sección aborda cómo se midió la producción científica y tecnológica a lo largo de las trayectorias de los investigadores, describiendo metodológicamente una propuesta de índice sintético y seis índices referidos a componentes de la producción realizada a partir de los datos disponibles en el SICA. Finalmente, la quinta y última sección analiza los principales resultados obtenidos hasta el momento en este estudio piloto de los rasgos que caracterizan a las trayectorias y su influencia en la producción científica y tecnológica de los investigadores andaluces.

¹ Para más información acerca de la experiencia, situación actual y perspectivas futuras del Sistema de Información Científica de Andalucía (SICA), consultar Solís Cabrera (2008) y <http://sicaresearch.cica.es>, entre otros.

² Se encuentra en ejecución el estudio de validación de los indicadores correspondientes a los dos últimos rasgos característicos de las trayectorias de los investigadores propuestos por el Manual de Buenos Aires: movilidad y colaboración.

II. Los investigadores andaluces de la muestra

Como se señaló en la introducción, en este estudio se analizan datos provenientes del Sistema de Información Científica de Andalucía (SICA), sistema de información curricular pionero en España y Europa creado en el año 2001 con el propósito de atender las demandas de los investigadores de la región con relación al trabajo que les implicaba la generación de los diferentes formularios que debían cumplimentar para la obtención de incentivos a la actividad investigadora a nivel de la comunidad autónoma e incluso a nivel nacional. Es por ello que el SICA fundacional (se encuentra en desarrollo una versión ampliada y técnicamente renovada del sistema, el denominado SICA 2.0) se diseñó con miras de agilizar los mecanismos de gestión y de almacenamiento, organización y recuperación de la información curricular certificada y actualizada de los investigadores andaluces, aunque progresivamente se fue convirtiendo en una herramienta fundamental para la toma de decisiones en materia de política científica y para la realización de evaluaciones de distinta índole en temáticas relacionadas con la producción y la actividad científica.

Este sistema recoge información curricular referida a la producción científica de los investigadores; en ella, las publicaciones en revistas implican alrededor del 40% de la producción, seguida por las presentaciones en congresos científicos que equivalen al 30%. También reúne información referente a los resultados de la actividad científica, fundamentalmente acerca de los proyectos de I+D y los contratos y convenios científico-tecnológicos (Solís Cabrera *et al.*, 2008).

El SICA tiene cobertura total del personal de I+D de Andalucía, una de las comunidades autónomas de mayor población de España que representa en 2010 casi el 20% (según el Instituto Nacional de Estadística de España en torno al 17%) de los habitantes del país y aloja alrededor del 12% de la población investigadora nacional. El sistema andaluz de investigación emplea a más de 21.000 personas dedicadas a la realización de actividades de I+D en el sector público, un 57% de ellas con nivel superior universitario de doctorado. El 79% de los investigadores andaluces inscritos en el SICA trabaja en las universidades, destacándose entre ellas la Universidad de Sevilla y la Universidad de Granada (que concentran, entre ambas, el 45% de la población investigadora de la región). El 21% restante de la población corresponde a los centros sanitarios (alrededor del 8%), a los centros e institutos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC, 6%); a la Junta de Andalucía (4%), al Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA, 2%) y a los organismos privados (aunque sólo el 1%) (Solís Cabrera 2008, Cañibano *et al.*, 2010).

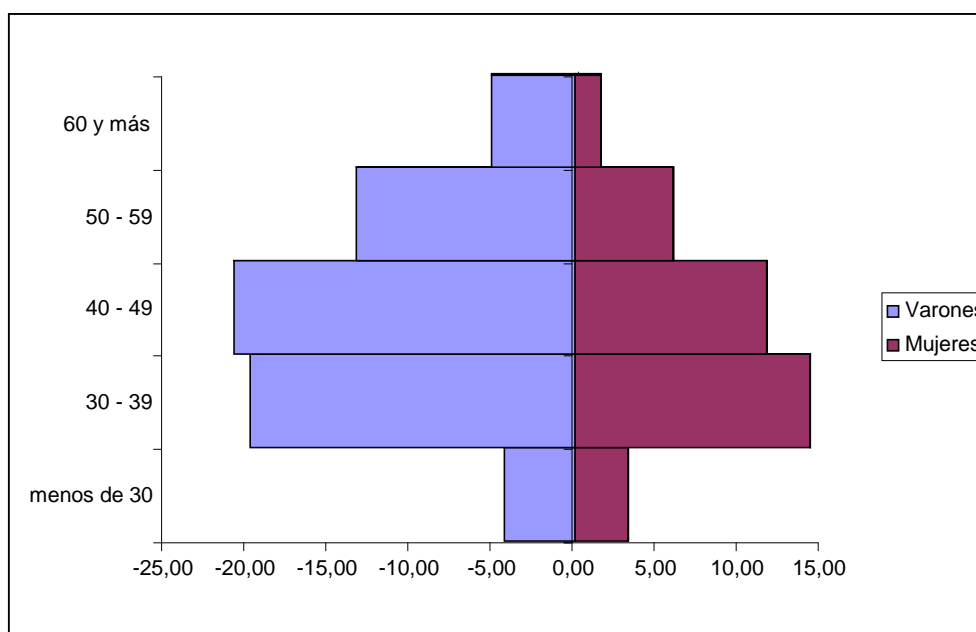
La muestra objeto de estudio, cuya información fue descargada en julio de 2010, corresponde a 15.557 docentes investigadores andaluces empleados por universidades públicas (el 85% de la población investigadora andaluza registrada en el SICA) y que presentan al menos un tipo de actividad científica registrada en su *currículum vitae* en los últimos cinco años.

El **Gráfico 1** presenta la pirámide de la población andaluza de la muestra según género y grupos de edad. Casi dos tercios de los docentes investigadores de Andalucía incluidos en este estudio son varones y sólo un tercio mujeres, igual distribución que la de los investigadores a nivel nacional.

En cuanto a la distribución etarea, casi dos terceras partes de la muestra extraída tienen entre 30 y 49 años, mientras que los grupos de edad con menor peso relativo son los de más de 60 años (6,7%) y los más jóvenes, menores de 30 años (7,5%). Los grupos de mayor edad (los que tienen entre 50 y 59 años y los de 60 años y más) son los más desiguales con relación al género ya que dos tercios y tres cuartas partes de ellos, respectivamente, son varones. Asimismo, los docentes investigadores universitarios más jóvenes (quienes tienen menos de 30 y entre 30 y 39 años) son los que están distribuidos

más homogéneamente puesto que poco más del 50% son hombres (el 56% y el 58% respectivamente).

Gráfico 1: Investigadores andaluces por género y grupos de edad

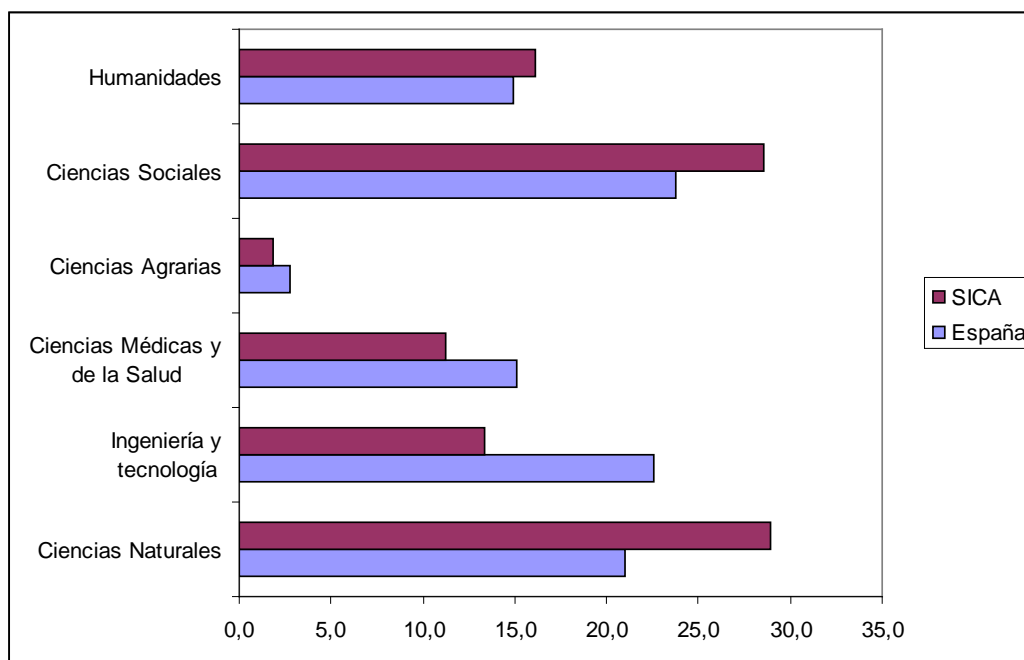


Fuente: SICA.

En el **Gráfico 2** se puede observar la distribución a nivel nacional de las áreas del conocimiento de pertenencia de los investigadores en comparación con la muestra de investigadores andaluces.

A nivel nacional, las áreas del conocimiento con mayor representación son las Ciencias sociales, seguidas por Ingeniería y tecnología en segundo lugar y Ciencias naturales en tercer lugar. En cambio, la muestra de los investigadores universitarios andaluces registrados en el SICA tiene un perfil disciplinario diferente: las áreas del conocimiento más representadas son las Ciencias naturales (28,9%) y las Ciencias sociales (28,5%), para ubicarse luego y con porcentajes menores al 20% las Humanidades, las Ingenierías y tecnologías y las Ciencias médicas y de la salud, en ese orden. Finalmente, con una representación menor similar a nivel nacional y de la muestra andaluza, se encuentran las Ciencias agrarias que equivalen un 3% y 2% del total respectivamente.

Gráfico 2: Investigadores españoles y andaluces por campos disciplinarios

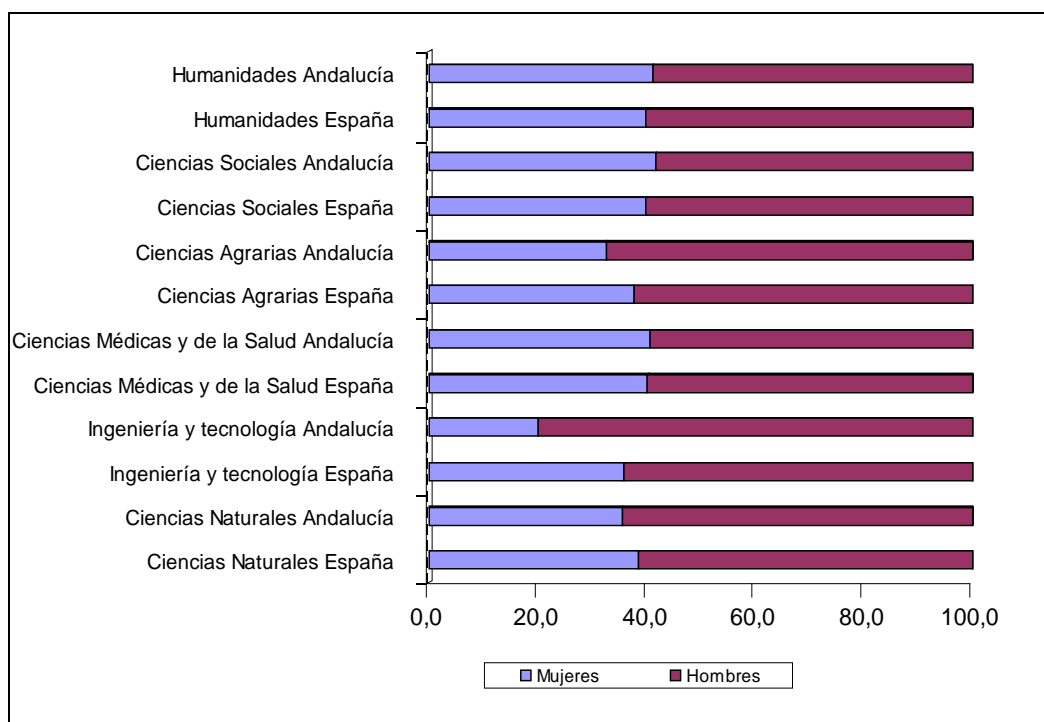


Fuente: INE y SICA.

El estudio de la distribución disciplinaria por género (**Gráfico 3**) denota una mayor presencia de los varones en todas las áreas de conocimiento tanto a nivel nacional como en la muestra de investigadores del SICA.

A nivel nacional puede notarse que alrededor del 60% de la población de investigadores de cada una de las áreas del conocimiento es de género masculino. Lo mismo ocurre en el caso de los investigadores andaluces de la muestra, donde las Ciencias agrarias tienen un 67% de varones, las Ciencias naturales un 64,5% y la mayoría de las demás áreas del conocimiento (esto es, las Ciencias médicas y de la salud, las Humanidades y las Ciencias sociales), tienen una composición masculina de entre el 58 y 59% de su población. En la muestra andaluza, además, la mayor diferencia con la distribución nacional se observa en las Ingenierías y tecnologías, con sólo un 20% de mujeres.

Gráfico 3: Investigadores españoles y andaluces por género y campos disciplinarios



Fuente: INE y SICA.

Tal como se señalara en el Gráfico 1, la muestra andaluza del estudio se concentra en el rango etario de entre 30 y 49 años. Los datos de la **Tabla 1** muestran que el 75% de la población de Ingeniería y tecnología, el 69% de los docentes investigadores de Ciencias sociales y el 67% de los de Ciencias naturales y Ciencias agrarias pertenecen a ese grupo de edad. Las Humanidades y las Ciencias médicas y de la salud concentran al 55% y al 61% de su población en este rango etario respectivamente. Ciencias naturales, Ingeniería y tecnología y Ciencias médicas y de la salud, además, son los campos disciplinarios con mayor proporción de investigadores entre 30 y 39 años de edad, mientras que las demás disciplinas (Ciencias agrarias, Ciencias sociales y Humanidades) tienen poblaciones de investigadores con mayor presencia de adultos entre 40 y 49 años de edad. En todas las áreas del conocimiento los rangos etarios extremos, esto es, los más jóvenes (menores de 30 años) y los mayores (60 y más años), representan a menos del 10% de la muestra respectivamente.

Tabla 1: Investigadores andaluces por grupo de edad y campos disciplinarios (%)

Áreas del conocimiento / Grupos de edad	Ciencias naturales	Ingeniería y tecnología	Ciencias médicas y de la salud	Ciencias agrarias	Ciencias sociales	Humanidades
menos de 30	9,8	7,7	7,6	8,0	5,1	7,3
30-39	38,3	41,5	30,9	29,9	31,3	27,8
40-49	28,4	34,0	24,6	36,1	38,0	33,6
50-59	17,5	12,5	29,2	18,1	19,0	22,1
60 y más	6,0	4,2	7,6	8,0	6,6	9,2
Total	100	100	100	100	100	100

Fuente: SICA.

En la **Tabla 2** se presenta la distribución de los investigadores de la muestra según el grupo de edad, el género y las áreas del conocimiento en las que se encuentran adscritos en el SICA. Como puede observarse, cuanto mayor es la edad de los investigadores, menor es la proporción de mujeres en cada una de las áreas del conocimiento. En los más jóvenes se observa más homogeneidad entre varones y mujeres, más específicamente en las Ciencias sociales, seguidas por las Humanidades, las Ciencias médicas y de la salud y por último las Ciencias naturales (aunque ya con mayores diferencias porcentuales de entre 13 y 16 puntos). Sin embargo, para las Ingenierías y tecnologías la distribución de varones y mujeres es despareja a favor de los varones para todas las edades, si bien se mantiene el incremento de esta diferencia a mayor edad de los investigadores de la muestra. Un dato llamativo de la muestra es que en las Ciencias agrarias, en el grupo de quienes tienen menos de 30 años de edad un 78% son varones, una diferencia notablemente mayor que la que se presenta en los grupos hasta 59 años de edad. Con las Ingenierías y tecnologías ocurre lo mismo aunque con porcentajes diferentes, en tanto poco más del 70% de los menores de 30 años son varones y a medida que son mayores en edad mayores son las diferencias puesto que entre quienes tienen 60 y más años el 99% son varones.

Tabla 2: Investigadores andaluces por género, campos disciplinarios y grupos de edad

Áreas disciplinarias	Género / Grupos de edad						
		menos de 30	30-39	40-49	50-59	60 y más	TOTAL
Ciencias naturales	Varón	56,8	57,8	69,8	70,0	77,7	64,5
	Mujer	43,2	42,2	30,2	30,0	22,3	35,5
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ingeniería y tecnología	Varón	71,4	75,8	81,1	88,5	98,9	79,8
	Mujer	28,6	24,2	18,9	11,5	1,1	20,2
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ciencias médicas y de la salud	Varón	54,1	52,9	58,9	63,7	74,4	59,2
	Mujer	45,9	47,1	41,1	36,3	25,6	40,8
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ciencias agrarias	Varón	78,3	58,1	65,4	71,2	91,3	67,4
	Mujer	21,7	41,9	34,6	28,8	8,7	32,6
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ciencias sociales	Varón	49,3	52,5	55,6	69,0	75,9	58,2
	Mujer	50,7	47,5	44,4	31,0	24,1	41,8
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Humanidades	Varón	53,0	51,2	60,7	63,4	66,8	58,7
	Mujer	47,0	48,8	39,3	36,6	33,2	41,3
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: SICA.

III. Cómo se midieron los rasgos de las trayectorias

La primera tarea desarrollada por el equipo multidisciplinario conformado *ad hoc* consistió en identificar las variables del SICA que permitirían construir los indicadores descriptivos presentes en la batería preliminar del Manual³. A partir de esas variables (a veces directamente, otras transformadas) se extraía la información curricular para el cálculo de los indicadores y se realizaban diversas pruebas, tanto estadísticas como de consistencia, con respecto a cada concepto en medición. Como resultado de ese proceso, en numerosos

³ Algunos indicadores no pudieron probarse técnicamente por falta de información curricular suficiente en la base de datos del SICA, pero podrán calcularse a partir de la versión SICA 2.0.

casos se comprobó la aplicabilidad y potencialidad de los indicadores propuestos para dar cuenta de las diferentes dimensiones bajo análisis y se fueron estableciendo indicadores definitivos. En otros casos, en cambio, no se llegó inmediatamente a resultados válidos, sino que fue necesario refinar los alcances y atributos de los indicadores definidos preliminarmente, lo cual llevó a realizar nuevas búsquedas de variables y extracciones de información, implementándose nuevos procesos de cálculo.

De los cinco rasgos característicos de las trayectorias de los investigadores identificados en el Manual, se han concluido las pruebas de validación técnica en tres de ellos: dedicación, diversidad y temporalidad. En esta sección se ofrece una breve descripción de la metodología aplicada.

Dedicación a la actividad investigadora

Este primer rasgo básico o dimensión de análisis de la trayectoria ha sido definido en los documentos de trabajo con avances preliminares del Manual de Buenos Aires como “la dedicación anual a la realización de actividades de I+D, a tiempo completo o parcial, de una población dada de investigadores, durante el período de referencia o bien a lo largo de toda la trayectoria científica y tecnológica de esa población de investigadores” (D’Onofrio *et al.*, 2010).

Con el propósito de medir el nivel de dedicación a la I+D de la población investigadora de la muestra andaluza a lo largo de la trayectoria laboral de cada uno de los investigadores universitarios que la integran, se extrajo la información curricular correspondiente a las siguientes variables:

- días por año en los que cada investigador ha estado dedicado a actividades de I+D a tiempo parcial (DPA),
- días por año en los que cada investigador ha estado dedicado a actividades de I+D a tiempo completo (DCA), y
- total de años de la trayectoria laboral de cada investigador.

Con la información reunida para estas variables se implementó el siguiente procedimiento de cálculo:

1. tiempo anual a dedicación completa (TDC) = $DCA + (DPA/2)$,
2. si $TDC < 75\%$ de 365 días, se le imputó ese año al investigador como “con dedicación parcial a actividades de I+D”,
3. si $TDC \geq 75\%$ de 365 días, se le imputó ese año al investigador como “con dedicación completa a actividades de I+D”,
4. sobre el total de años de la trayectoria laboral, se calculó el % de años que el investigador ha estado “con dedicación completa a actividades de I+D” y el % de años en los que ha estado “con dedicación parcial a actividades de I+D”, y
5. se clasificó al investigador en “con trayectoria de dedicación completa” o “con trayectoria de dedicación parcial” de acuerdo al porcentaje mayoritario obtenido en el punto anterior.

El punto 1 del procedimiento descrito calculó la cantidad de tiempo a lo largo de cada año que cada investigador ha estado realizando actividades de I+D con dedicación completa, teniendo en cuenta no sólo los días de la variable DCA, sino también la suma de aquellas fracciones de tiempo en las que el investigador se dedicó a la realización de actividades de I+D con dedicación parcial (DPA).

Los puntos 2 y 3 permitieron clasificar cada uno de los años de la trayectoria laboral de cada investigador, como años en los que cada investigador estuvo “completamente” dedicado a actividades de I+D o no. El criterio para identificar un año como “con dedicación completa”

se estableció atendiendo a que más del 75% de los días del año el investigador hubiera registrado dedicación completa en la realización de actividades de I+D.

Finalmente, en los puntos 4 y 5 se decidió si un investigador era “con trayectoria de dedicación completa” o “con trayectoria de dedicación parcial” en su desempeño en actividades de I+D de acuerdo a si el porcentaje de años en los que se dedicó “con dedicación completa” o “con dedicación parcial” a tales actividades había superado o no el 50% del total de años que componían su trayectoria laboral.

Diversidad

Este segundo rasgo básico de la trayectoria ha sido definido en los documentos de trabajo preliminares del Manual de Buenos Aires como “la diversidad de perfiles profesionales, de perfiles de producción científica y tecnológica y/o de desempeño en diferentes campos disciplinarios”, esto es, como “el desarrollo combinado y simultáneo de una pluralidad de actividades profesionales, la realización de una pluralidad de productos científicos y tecnológicos y/o el desempeño en una pluralidad de campos disciplinarios a lo largo de toda la trayectoria científica y tecnológica, de una población dada de investigadores en un período de referencia” (D’Onofrio *et al.*, 2010).

Para la prueba de validación técnica de este rasgo de trayectoria de los investigadores se seleccionó la sub-dimensión diversidad de perfiles profesionales. Se definieron cinco tipos de actividades científicas y tecnológicas característicamente desempeñadas en Andalucía por los investigadores adscritos a universidades, que los investigadores de la muestra podían haber realizado o realizar exclusiva o simultáneamente y que fueron construidos con los siguientes conjuntos de variables:

Actividades de I+D

- número de estancias como becarios, doctorales o postdoctorales,
- número de proyectos de I+D dirigidos o participados,
- evaluador en comités de revistas,

Actividades de docencia universitaria

- días de docencia como invitado o como contratado,
- porcentaje de la jornada laboral de dedicación a la docencia actual,

Actividades de formación de recursos humanos en I+D

- número de tesis doctorales dirigidas,

Actividades de dirección y/o gestión institucional

- número de experiencias profesionales en gestión,
- número de eventos organizados,

Actividades de prestación de servicios y/o transferencia

- número de contratos y/o convenios dirigidos o participados, y
- otros tipos de experiencia relacionada con la transferencia

Se calculó, para cada investigador de la muestra, el porcentaje de presencia de cada uno de esos cinco perfiles o tipos de actividades científicas y tecnológicas a lo largo de su trayectoria profesional. Se construyeron así 5 variables que recogían, respectivamente, el porcentaje que cada tipo de actividad representaba en cada investigador, obteniendo de esta forma un vector con 5 valores para cada uno de los investigadores bajo análisis.

Sobre este vector resultante, se realizó un estudio de *clusters* dirigido a detectar posibles asociaciones entre perfiles de actividades. El método de agrupación usado fue el de conglomerados de las k-medias, el más recomendado cuando se trabaja con una elevada

cantidad de observaciones. Se construyeron así 7 diferentes conglomerados cuyos centroides⁴ representaban la presencia media de cada tipo o perfil de actividad profesional que puede observarse en la **Tabla 3**.

Tabla 3: Centroides de los *clusters* de perfiles de actividades de investigadores andaluces

Perfil de actividad	Conglomerados						
	1	2	3	4	5	6	7
Docente	42,467	91,141	68,028	9,160	0,837	0,239	42,692
Gestión	0,887	0,242	2,272	60,685	0,556	0,000	2,812
Investigador	17,883	5,190	22,507	23,301	90,728	1,346	41,892
Transferencia	2,497	1,813	2,750	5,327	7,029	98,415	3,665
Formador	36,266	1,614	4,442	1,527	0,849	0,000	8,938

Fuente: SICA.

Finalmente, se consideraron como profesionalmente “diversos” a aquellos investigadores clasificados en *clusters* en los que los centroides presentaban valores significativos para más de un perfil de actividad. Los investigadores ubicados en los conglomerados 1 (fundamentalmente docentes y formadores de recursos humanos de I+D, con presencia de I+D), 3 (preponderantemente docentes, pero combinado con el desarrollo parcial de actividades de I+D), 4 (gestores e investigadores científicos y tecnológicos, con docencia universitaria parcial) y 7 (docentes e investigadores en proporciones equivalentes, con actividades de formación de recursos humanos de I+D) fueron clasificados como “diversos”; y los pertenecientes a los conglomerados 2 (fundamentalmente docentes), 5 (casi exclusivamente investigadores) y 6 (fundamentalmente dedicados a la transferencia) como “no diversos”.

Temporalidad

Este tercer rasgo básico identificado en el desarrollo de la trayectoria investigadora ha sido definido en los documentos de trabajo preliminares del Manual de Buenos Aires como “la obtención de una determinada posición o experiencia de una determinada situación relativa a la trayectoria científica y tecnológica, en una edad o etapa temprana o tardía con respecto a una población dada de investigadores en un momento y contexto histórico determinado (especialmente referida a la temporalidad en la formación doctoral, en la producción científica y tecnológica, en la dirección de proyectos de I+D, y en la dirección de recursos humanos de I+D)” (D’Onofrio *et. al.* 2010).

La prueba de validación técnica de este rasgo de trayectoria de los investigadores se realizó para tres de sus cuatro sub-dimensiones: temporalidad en la producción científica y tecnológica (diferenciando entre ambas), en la dirección de proyectos de I+D y en la dirección de recursos humanos de I+D.

El criterio adoptado para decidir si un investigador podía ser clasificado como temporalmente “precoz” (esto es, con temporalidad temprana) o no, consistió en comparar la “edad en la que el investigador presentó por primera vez” una determinada experiencia de vida o producto con respecto a la edad en la que habitualmente se producía este hecho en la población de referencia (por ejemplo, la totalidad de la muestra, los investigadores de su cohorte de nacimiento o los investigadores pertenecientes a su mismo campo disciplinario). Para posicionar la edad “habitual” de la población investigadora de referencia, se comenzó identificando el estadístico moda como un posible y adecuado indicador de ese hito entre los investigadores andaluces incluidos en la muestra.

⁴ Medias de cada componente de los vectores asociados a los investigadores pertenecientes a cada *cluster*.

Para cada una de las sub-dimensiones de interés se extrajo del SICA la información correspondiente a las siguientes variables:

Temporalidad en la producción científica

- edad en la que el investigador publicó su primer libro,
- edad en la que el investigador publicó su primer capítulo de libro,
- edad en la que el investigador publicó su primer artículo,

Temporalidad en la producción tecnológica

- edad en la que el investigador solicitó su primera patente,
- edad en la que el investigador solicitó su primer modelo de utilidad,
- edad en la que el investigador solicitó su primer producto registrable de otro tipo,
- edad en la que el investigador solicitó su primer producto no patentable,

Temporalidad en la dirección de proyectos de I+D

- edad en la que el investigador dirigió su primer proyecto de investigación, y

Temporalidad en la dirección de recursos humanos de I+D

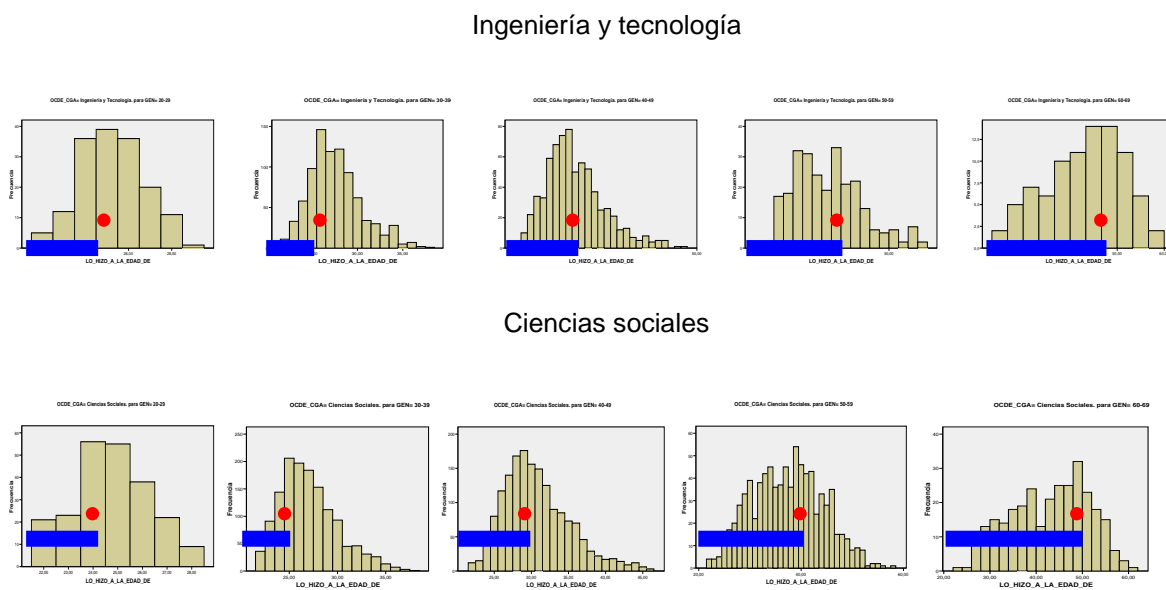
- edad en la que el investigador dirigió su primera tesis.

Para estudiar el comportamiento de la moda como estadístico que estableciera la “edad de primera vez” habitual de la población, se realizaron las primeras pruebas de la temporalidad de las trayectorias teniendo en cuenta todas las actividades y productos considerados a la vez o, dicho en términos de variables, seleccionando el mínimo de la edad de primera vez de todas las variables extraídas del SICA para esta dimensión analítica. Así, se construyó una nueva variable denominada “edad de primera vez”, que contenía para cada investigador de la muestra la edad mínima a la que empezó a producir artículos, libros, capítulos de libros, patentes u otros tipos de productos de nuevo conocimiento, a dirigir tesis, o a dirigir proyectos de I+D. Esta variable se estratificó de acuerdo a la pertenencia de los investigadores de la muestra a un determinado campo disciplinario y cohorte de nacimiento o generación, y en cada uno de esos estratos se calculó la moda. Seguidamente se procedió a comparar, para cada investigador, su “edad de primera vez” con la moda de su estrato correspondiente, siendo finalmente clasificado como “precoz” o “no precoz” atendiendo a que su “edad de primera vez” fuera menor o mayor respectivamente a la citada moda.

Sin embargo, cuando se contabilizó qué porcentaje de la población quedaba clasificada como temporalmente “precoz” bajo este procedimiento, se encontró que se trataba, muy frecuentemente, de la mayoría de la población. Este hecho entraba en contradicción con el propósito de medición de esta dimensión, que considera a la temporalidad temprana o precoz como una característica que se presenta de manera minoritaria en la población, dado que el objetivo es estudiar los patrones de producción de aquellos investigadores en los que un determinado hito de su trayectoria profesional se presenta antes de lo *habitual* en su contexto socio-temporal.

Los histogramas que representan la variable “edad de primera vez” para las distintas cohortes de nacimiento y disciplinas científicas arrojan luz sobre esta distribución de la población en “precozes” y “no precozes” atendiendo a la clasificación que establecería el estadístico moda. El **Gráfico 4** permite visualizar, a modo de ejemplo, esa información para los investigadores andaluces de la muestra pertenecientes al campo de las “Ciencias sociales” de diferentes generaciones, con la posición de la moda señalizada con un punto y la parte de la muestra que consiguientemente iba quedando clasificada como temporalmente “precoz” subrayada por una línea.

Gráfico 4: Investigadores andaluces de ingeniería y tecnología y de ciencias sociales precoces en la realización de algún producto científico y tecnológico, distintas generaciones
(cálculos preliminares a partir de la moda)



Fuente: SICA.

Se observó que a medida que se avanzaba en el análisis de las generaciones, la moda se iba desplazando hacia la derecha provocando que un elevado número de investigadores deban ser clasificados como “precoces”.

Para evitar que eso ocurriera, se optó finalmente por seleccionar y probar otra medida estadística: el primer cuartil o percentil 25 (el valor en el cual o por debajo del cual queda una cuarta parte o el 25% de los datos de la población considerada), como indicador de la “edad de primera vez” menos habitual y, por tanto, “precoz” (en tanto el otro 75% de la misma población pertenecerá al patrón más “común”).

IV. Cómo se midió la producción de resultados científicos y tecnológicos y se construyó un índice sintético

Los documentos de trabajo preliminares del Manual de Buenos Aires (D’Onofrio *et. al.* 2010 y otros) proponen el abordaje de los siguientes aspectos o componentes de la producción científica y tecnológica a lo largo de las trayectorias:

- la *producción de nuevo conocimiento científico y tecnológico* en sus distintas y variadas modalidades:
 - artículos de investigación,
 - libros de investigación,
 - capítulos de libros de investigación,
 - productos o procesos tecnológicos patentados (patentes, modelos de utilidad) o registrados (software, variedad animal o vegetal y todo diseño o modelo registrado) y
 - productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o registrables,

construyendo diferentes medidas resumen para el nuevo conocimiento científico, el nuevo conocimiento tecnológico y el nuevo conocimiento científico y tecnológico de mayor calidad relativa (una sub-clasificación de los anteriores de acuerdo con

diferentes criterios de calidad como el factor de impacto de la revista de publicación del artículo, el tipo de editorial del libro de investigación, el alcance nacional o internacional y/o la aplicación industrial del desarrollo tecnológico u otros criterios de valoración de la calidad a establecer);

- la *producción de investigadores formados*, fundamentalmente tesis de doctorado y maestría dirigidas o co-dirigidas, y
- la *producción para la apropiación social del conocimiento* y la extensión de las actividades de investigación:
 - servicios científico-tecnológicos y consultorías,
 - actividades y productos de extensión y difusión de información científico-tecnológica (cursos, cartillas, ponencias en congresos, manuales pedagógicos, etcétera).

La producción científica y tecnológica de los investigadores de la muestra, considerada en su complejidad y diversidad siguiendo la propuesta del Manual, fue medida construyendo un novedoso indicador sintético que se propuso condensar en una única medida el conjunto de productos de las actividades realizadas por los investigadores y ponderarlos de acuerdo a su importancia relativa.

La estructura básica del Indicador Sintético de Producción (ISP) especialmente elaborado para esta prueba de validación se inspiró en un índice de naturaleza similar, pero referido a la producción científica y tecnológica de los grupos de I+D de Colombia, el ScientiCol (COLCIENCIAS 2008).

Su cálculo consistió en la suma de tres componentes (expresión de los tres aspectos de la producción propuestos), cada una de ellas ponderadas por un peso determinado. Estas componentes fueron estandarizadas entre 0 y 10, permitiendo que el índice se mueva acotado entre tales valores.

Su fórmula básica es:

$$\text{ISP} = \text{PNC} * \text{NC} + \text{PF} * \text{F} + \text{PASC} * \text{ASC}$$

Se entendió por NC la producción de nuevo conocimiento (ítems tradicionales de resultados científicos y tecnológicos asociados a la generación de conocimiento), por F la formación de nuevos recursos humanos de I+D y por ASC la producción para la apropiación social del conocimiento (productos relacionados con la difusión y la transferencia del conocimiento producido hacia la sociedad).

Para la prueba de validación técnica se desagregó, además, la componente NC en tres sub-componentes, con el objeto de detectar posibles comportamientos diferenciales que permanecerían ocultos si sólo se estudiara esa componente de manera global: Nuevo Conocimiento Científico (NCC), Nuevo Conocimiento Tecnológico (NCT) y Nuevo Conocimiento de Alta Calidad (NCA).

Las componentes del ISP están formadas por ítems identificados como cada uno de los tipos posibles (con disponibilidad de información curricular en la base de datos para su cálculo) y relevantes de productos resultantes de la actividad científica y tecnológica de los investigadores. Al igual que las componentes estuvieron ponderadas por unos pesos, los ítems que las integran también llevaron asociados pesos específicos que pretendieron conceder una diferente importancia relativa a cada uno de ellos⁵. En el ANEXO se ofrece la lista completa de los ítems incluidos en cada componente para la prueba.

⁵ Los pesos asociados a cada uno de los ítems y componentes del ISP fueron establecidos para esta prueba de validación técnica por un equipo *ad hoc* conformado por cinco especialistas en gestión y evaluación de la I+D,

A modo de ejemplo se presenta la formulación matemática de la componente NC, así como su método de estandarización entre 0 – 10, siendo aplicable este mismo proceso a las otras componentes.

Para cada investigador j, se calcula:

$$NC_j = \sum_{i=1}^{28} P_{NCi} * NC_{ij}$$

El método de estandarización usado está basado en el recorrido intercuartílico. Así, sobre la variable NC se calcula el siguiente estadístico:

$$RI_{NC} = Q_3 + 1'5 * (Q_3 - Q_1)$$

y se procede para cada investigador j como sigue:

$$NCE_j = \begin{cases} Si & NC_j < RI_{NC} & \longrightarrow NC_j / RI_{NC} \\ Si & NC_j \geq RI_{NC} & \longrightarrow 1 \end{cases}$$

siendo NCE, Nuevo Conocimiento Estandarizado.

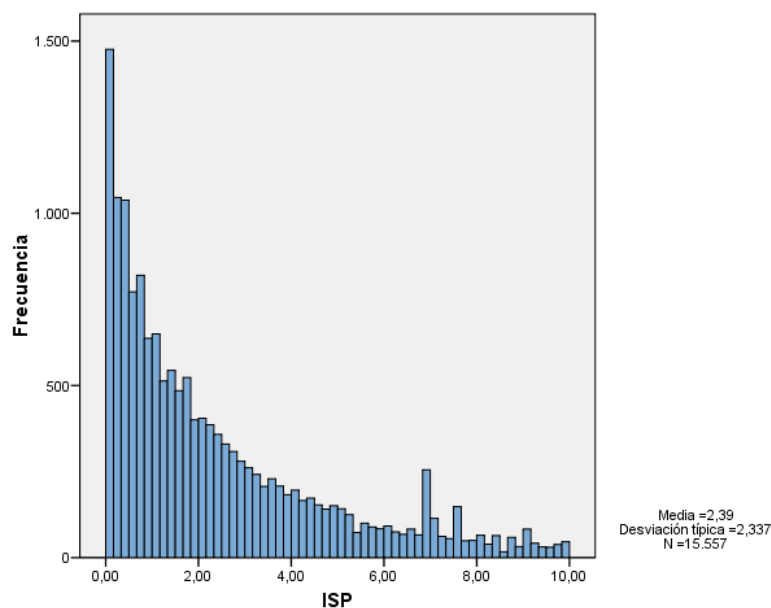
Los ítems de la producción se midieron en una ventana temporal de 5 años que, en el caso de este estudio comprendió el período 2005-2009, por lo que todos aquellos investigadores andaluces que no presentaban ningún registro de producto o actividad científica y tecnológica durante ese período fueron descartados de la muestra de trabajo al ser considerados como inactivos.

Dado que los indicadores compuestos de trayectorias del Manual de Buenos Aires (cuyos resultados preliminares se ejemplificarán a continuación) están dirigidos a conocer la influencia que los rasgos básicos o dimensiones de las trayectorias de los investigadores ejercen sobre sus niveles de producción científica y tecnológica, medidos esos niveles en el marco de esta prueba a través del ISP, se consideró importante establecer si el comportamiento del índice sintético construido podría ajustarse a una distribución normal, de cara a posteriores contrastes de hipótesis que permitieran verificar la igualdad o diferencia del ISP en presencia o no de los rasgos o dimensiones de las trayectorias.

El **Gráfico 5** contiene un histograma de frecuencias de los valores que asume el ISP entre los investigadores de la muestra que lleva a afirmar que el índice sintético no sigue una distribución normal: la mayoría de los investigadores bajo estudio presentan los valores más bajos de ese indicador, mientras que sólo una minoría alcanza los más altos niveles de producción científica y tecnológica.

tres de ellos españoles y dos argentinos. El método utilizado fue el Analytic Hierarchy Process (AHP), cuya metodología consiste básicamente en la ordenación de un número determinado de preferencias emitidas por el grupo de expertos, en las que las comparaciones se realizan dos a dos, lo que facilita la capacidad comparativa cuando el número de preferencias es muy elevado. El método asigna valores numéricos a los juicios dados por las personas, incorporando la propia metodología el cálculo de un índice que mide la consistencia y corrección de las opiniones vertidas. Se trata de un sistema de asignación de importancia a alternativas frecuentemente utilizado en distintos ámbitos, entre los que se encuentra la formulación de políticas. Por todo ello, el AHP se manifestaba como un buen candidato para asignar los pesos a los ítems y componentes traduciendo las prioridades políticas y estratégicas de los responsables de las políticas públicas en la materia.

Gráfico 5: Distribución del ISP en investigadores andaluces



Fuente: SICA.

Adicionalmente se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, cuyos resultados confirmaron el rechazo de la normalidad.

Tabla 4: Prueba de normalidad de Kologorov-Smirnov aplicada al ISP

		ISP
Número de observaciones		15.557
Parámetros normales	Media	2,386
	Desviación típica	2,337
Diferencias más extremas	Absoluta	0,154
	Positiva	0,141
	Negativa	-0,154
Z de Kolmogorov-Smirnov		19,163
Sig. Asintót. (bilateral)		0'000

Se rechaza normalidad

Fuente: SICA.

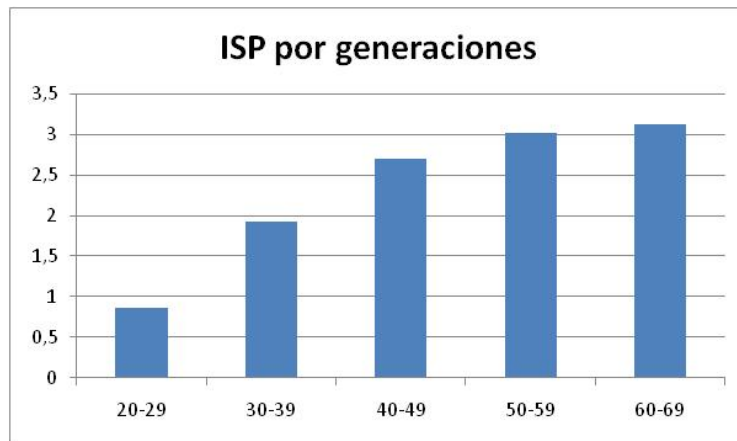
Es importante destacar que durante el proceso de construcción de este índice sintético de producción se realizaron diversas pruebas de robustez consistentes en implementar variaciones en los pesos y/o componentes del ISP obteniendo siempre valores en el índice coherentes con esas variaciones, lo que permite caracterizar al índice resultante como robusto.

Otra cualidad del índice que merece ser destacada es la sencillez y agilidad que implica su cálculo, siempre que se disponga -como es el caso del SICA- de la información curricular de los investigadores pertinente.

Los **Gráficos 6 a 9** presentan la distribución del ISP y sus componentes entre los investigadores andaluces de la muestra de las distintas generaciones y áreas del conocimiento.

La distribución del ISP a lo largo de las generaciones se observa en el **Gráfico 6**, donde puede comprobarse cómo los valores del índice sintético de producción aumentan progresivamente a medida que se avanza desde los investigadores más jóvenes hacia los de mayor edad.

Gráfico 6: Distribución del ISP en investigadores andaluces de distintas generaciones



Fuente: SICA.

En cuanto a las disciplinas científicas que alcanzan los niveles más altos del ISP cabe mencionar a las Ciencias agrarias en primer lugar, seguidas de Ciencias naturales y Ciencias médicas y de la salud (**Gráfico 7**).

Gráfico 7: Distribución del ISP en investigadores andaluces de distintos campos disciplinarios

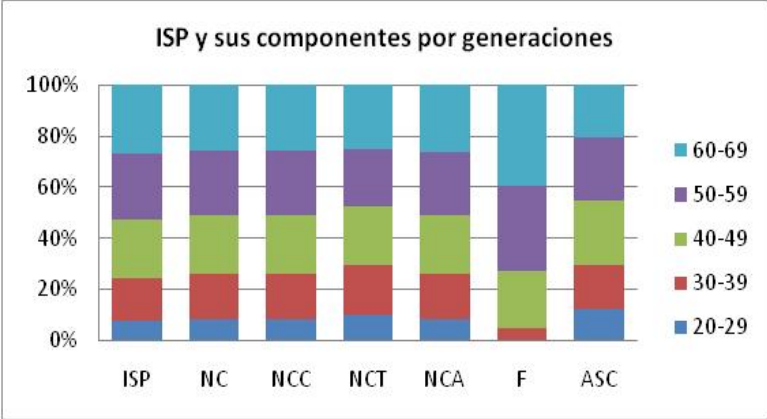


Fuente: SICA.

El **Gráfico 8** muestra el porcentaje que cada una de las generaciones de investigadores andaluces aporta al total del ISP así como a cada una de sus componentes (y subcomponentes). Puede observarse que en la componente Formación la generación de investigadores de 20-29 años no tiene ninguna representación y el resto de las generaciones representan progresivamente más peso. Este comportamiento es lógico ya que esa componente está calculada con las tesis doctorales dirigidas, cualidad que se empieza a presentar en la trayectoria de los investigadores cuando ya han alcanzado un cierto nivel profesional. En términos generales, pero no de manera tan pronunciada, ocurre

lo mismo con el resto de los componentes, pudiéndose destacar que es en NCT y ASC donde más porcentaje aporta la primera generación en comparación a la aportación que realizan en los demás componentes.

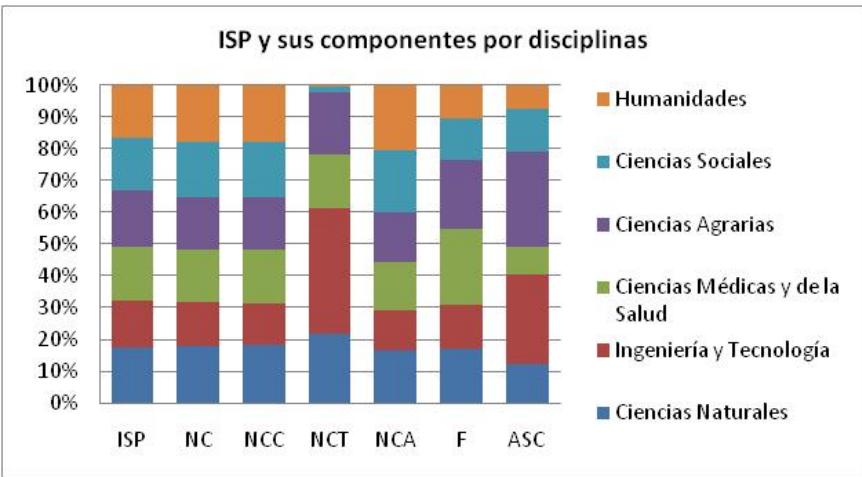
Gráfico 8: Distribución de componentes del ISP en investigadores andaluces de distintas generaciones



Fuente: SICA.

Respecto al aporte de cada área del conocimiento a las componentes del ISP (**Gráfico 9**) destaca ostensiblemente cómo Ingeniería y tecnología representa el área con mayor influencia en la componente Nuevo Conocimiento Tecnológico. Asimismo esta disciplina tiene un peso considerable en la componente Apropiación Social del Conocimiento junto a Ciencias agrarias. A su vez, Ciencias agrarias y Ciencias médicas y de la salud son las áreas del conocimiento más representadas en la producción en Formación de recursos humanos en I+D.

Gráfico 9: Distribución de componentes del ISP en investigadores andaluces de distintos campos disciplinarios



Fuente: SICA.

V. Qué mostraron los primeros cálculos de indicadores descriptivos e indicadores compuestos de trayectorias de investigadores

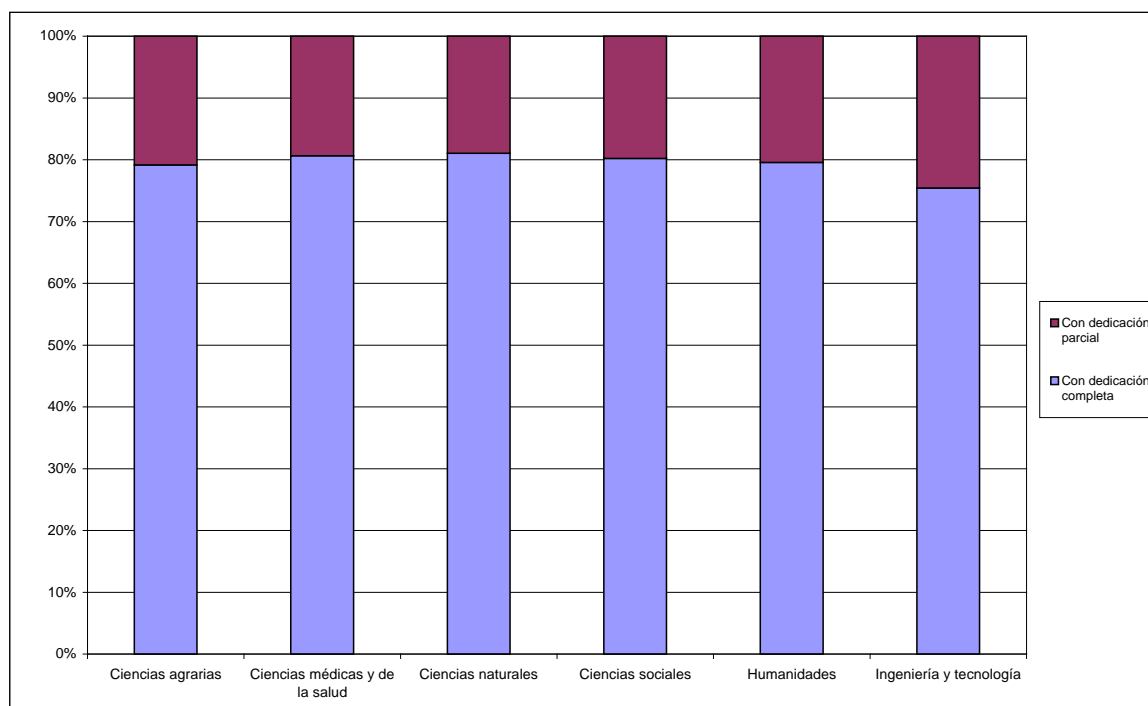
En esta sección se presentan algunos resultados obtenidos a partir de los cálculos desarrollados para una selección de indicadores descriptivos correspondientes a las dimensiones dedicación, diversidad y temporalidad probadas, estudiando luego su influencia en los valores del Índice Sintético de Producción a modo de construcción de indicadores compuestos de trayectorias de investigadores.

Dedicación a la actividad investigadora y producción

Con los criterios establecidos anteriormente para clasificar los 15.557 investigadores de la muestra en “con trayectoria de dedicación completa” o “con trayectoria de dedicación parcial” (es decir, que se han dedicado a la realización de actividades de I+D a lo largo de su trayectoria profesional mayoritariamente en forma completa para los primeros o parcial para los segundos), se obtuvo que el 20,3% de los investigadores estudiados eran “con trayectoria de dedicación parcial” y –por ello- el 79,7% pertenecía a la categoría de los “con trayectoria de dedicación completa” (dato, este último, que representa la prueba de validación del cálculo del indicador descriptivo 1 del Manual de Buenos Aires, “Porcentaje de investigadores con dedicación completa a la I+D a lo largo de la trayectoria científica y tecnológica respecto al número total de investigadores del país en el año de referencia”).

El **Gráfico 10** permite observar la distribución de investigadores con dedicación completa a la actividad investigadora a lo largo de su trayectoria profesional y para cada disciplina científica, manteniéndose fuertemente la tendencia indicada para el conjunto de la población investigadora de la muestra.

Gráfico 10: Investigadores andaluces con dedicación completa y parcial a lo largo de sus trayectorias por campos disciplinarios



Fuente: SICA.

La **Tabla 5** resume los valores medios que alcanzan tanto el ISP como cada una de sus componentes de acuerdo a la presencia o no del rasgo de trayectoria estudiado en esta dimensión, es decir, de acuerdo a la dedicación completa o parcial a la I+D a lo largo de la trayectoria investigadora. Se trata de un conjunto de indicadores compuestos de trayectoria que permitirían completar los valores que asume la relación entre el rasgo “dedicación a la actividad investigadora” y las distintas expresiones de la producción científica y tecnológica propuestas en el Manual para una población de investigadores en un período determinado (conjunto representado en la primera fila de la matriz de indicadores compuestos de trayectorias que figura en D’Onofrio *et. al.* 2010).

Los datos obtenidos revelan una ligera diferencia en los valores de la producción científica y tecnológica cuando se calculan sus diferentes componentes sobre la sub-muestra de investigadores andaluces con dedicación completa a lo largo de sus trayectorias con respecto a los de dedicación parcial.

Tabla 5: Medias del ISP y sus componentes en investigadores andaluces con dedicación completa y parcial a lo largo de sus trayectorias

<i>Dedicación a la actividad investigadora</i>	<i>ISP</i>	<i>NC</i>	<i>NCC</i>	<i>NCT</i>	<i>NCA</i>	<i>F</i>	<i>ASC</i>
Con trayectoria de dedicación completa	2,46	3,04	2,99	0,22	2,86	1,09	1,31
Con trayectoria de dedicación parcial	2,08	2,63	2,60	0,19	2,47	0,67	1,23

Fuente: SICA.

Como se apuntó anteriormente, para acreditar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el comportamiento del ISP y sus componentes en cada una de las sub-muestras de investigadores bajo estudio, se realizaron diversos contrastes de hipótesis. Como quedó demostrado a través de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, el ISP (al igual de lo que ocurre con sus componentes) no sigue una distribución normal, lo que lleva a la implementación de contrastes de hipótesis no paramétricos como son el test de Kruskal-Wallis y el test de la mediana.

Tabla 6: Prueba de Kruskal-Wallis

	ISP	NC	NCC	NCT	NCA	F	ASC
Chi-cuadrado	68,13	55,93	53,87	2,52	47,96	102,22	1,30
G1	1	1	1	1	1	1	1
Sig. Asintót.	0,000	0,000	0,000	0,113	0,000	0,000	0,254

Fuente: SICA.

En estos dos casos no hay diferencias significativas entre los grupos de investigadores con dedicación completa a la I+D y los investigadores con dedicación parcial a la I+D

Tabla 7: Prueba de la mediana

	ISP	NC	NCC	NCT	NCA	F	ASC
Mediana	1,593	0,1999	0,194	0,000	0,173	0,000	0,000
Chi-cuadrado	49,803	38,680	47,576	2,519	43,148	102,184	0,861
Gl	1	1	1	1	1	1	1
Sig. Asintót.	0,000	0,000	0,000	0,122	0,000	0,000	0,364

En estos dos casos no hay diferencias significativas entre los grupos de investigadores con dedicación completa a la I+D y los investigadores con dedicación parcial a la I+D

Fuente: SICA.

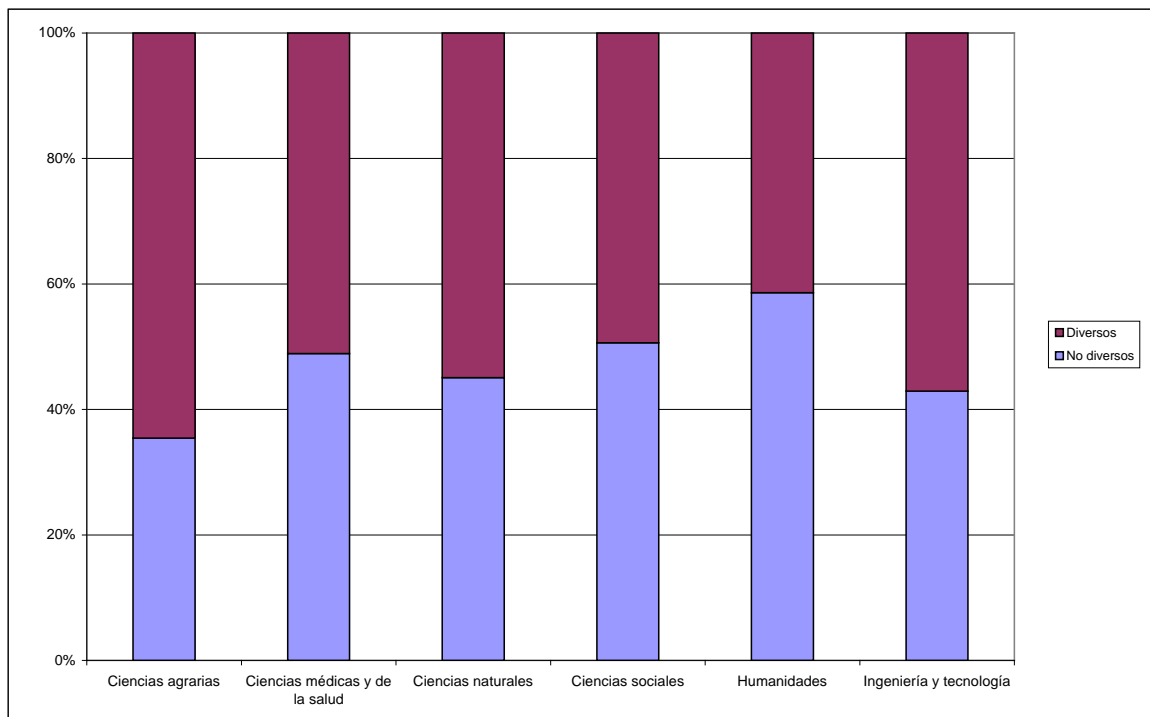
Los resultados obtenidos en estos dos contrastes de hipótesis permitieron afirmar que tanto el ISP como las componentes NC, NCC, NCA y F presentan un comportamiento distinto entre las sub-muestras de los investigadores que se han dedicado en forma completa a actividades de I+D a lo largo de su trayectoria profesional y los que no lo hicieron. A todo ello cabe agregar que las medias de los índices de producción construidos eran superiores entre los primeros tipos de investigadores, pudiéndose concluir que, en el marco de la prueba realizada, la dedicación completa a la I+D a lo largo de la trayectoria influye positivamente en la producción de los investigadores.

Diversidad de perfiles profesionales y producción

De acuerdo a los criterios descriptos para ordenar a los investigadores de la muestra según sus tipos de perfiles de trayectoria profesional (tipos de perfiles reflejados en los 7 conglomerados emergentes de las combinaciones de las actividades científicas y tecnológicas por ellos desarrolladas, que podrían dar lugar al cálculo del indicador descriptivo 3 del Manual de Buenos Aires, como se expone en D'Onofrio *et al.*, 2010) y luego clasificarlos en “diversos” y “no diversos”, se obtuvo que un 51,2% de la muestra global estaba compuesta por investigadores andaluces que se habían dedicado a diversas actividades profesionales a lo largo de su trayectoria y un 48,8% que se habían concentrado en una sola actividad.

En el **Gráfico 11** se muestra la distribución de los investigadores de la muestra con perfiles profesionales “diversos” y “no diversos” a lo largo de sus trayectorias para cada campo disciplinario. En este caso, a diferencia de lo que se observaba en la dimensión dedicación a la I+D, se marcan algunas especificidades entre las distintas comunidades científicas. Los investigadores andaluces de las Humanidades son los menos diversos de la muestra (41%), mientras que los más diversos son los de las Ciencias agrarias y las Ingenierías y tecnologías (65% y 57% respectivamente)

Gráfico 11: Investigadores andaluces con perfiles profesionales diversos y no diversos a lo largo de sus trayectorias por campos disciplinarios



Fuente: SICA.

El cálculo del ISP y sus componentes en las sub-muestras de investigadores diversos y no diversos, así como en cada conglomerado emergente o tipo de perfil de actividad profesional desarrollada a lo largo de la trayectoria, se presenta en la **Tabla 8**. Se trata de otro conjunto de indicadores compuestos de trayectoria que permitirían completar los valores que asume la relación entre el rasgo “diversidad de perfiles profesionales” y las distintas expresiones de la producción propuestas en el Manual para una población de investigadores en un período determinado (correspondiente, en este caso, a la segunda fila de la matriz de indicadores compuestos del Manual de Buenos Aires, como se expone en D’Onofrio *et al.*, 2010).

Tabla 8: Medias del ISP y sus componentes en investigadores andaluces con diversidad de perfiles profesionales a lo largo de sus trayectorias

<i>Diversidad de perfiles profesionales</i>	ISP	NC	NCC	NCT	NCA	F	ASC
C1 (fundamentalmente docentes y formadores de recursos humanos de I+D, con presencia de I+D)	4,29	4,50	4,45	0,26	4,08	4,76	1,67
C3 (preponderantemente docentes, combinado con el desarrollo parcial de actividades de I+D)	2,77	3,47	3,40	0,19	3,28	1,04	1,60
C4 (gestores e investigadores científicos y tecnológicos, con docencia universitaria parcial)	2,55	3,10	3,01	0,20	3,13	0,70	2,65
C7 (docentes e investigadores en proporciones equivalentes, con actividades de formación de recursos humanos de I+D)	4,46	5,16	5,07	0,57	4,65	2,86	3,01
DIVERSOS	3,43	4,06	3,99	0,31	3,77	1,98	2,06
C2 (fundamentalmente docentes)	1,70	2,30	2,29	0,07	2,32	0,21	0,62
C5 (casi exclusivamente investigadores)	1,77	2,40	2,35	0,28	2,19	0,17	0,83
C6 (fundamentalmente dedicados a la transferencia)	0,75	0,92	0,93	0,03	0,88	0,00	1,24
NO DIVERSOS	1,63	2,20	2,17	0,14	2,13	0,17	0,76

Fuente: SICA.

Tabla 9: Prueba de Kruskal-Wallis

		ISP	NC	NCC	NCT	NCA	F	ASC
Resultados 7 conglomerados	Chi-cuadrado	2.936,55	2.222,95	2.159,14	367,99	1.712,78	3.968,90	1.499,43
	gl	6	6	6	6	6	6	6
	Sig. asintót.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Resultados Diversos / No diversos	Chi-cuadrado	2.218,64	1.546,99	1.494,82	218,82	1.162,68	2.415,89	940,30
	gl	1	1	1	1	1	1	1
	Sig. asintót.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: SICA.

Tabla 10: Prueba de la mediana

		ISP	NC	NCC	NCT	NCA	F	ASC
Resultados 7 conglomerados	Mediana	1,783	2,235	2,187	0,000	1,939	0,000	0,000
	Chi-cuadrado	1.983,27	1.506,97	1.473,53	364,65	1.200,51	3.699,55	1.186,29
	Gl	6	6	6	6	6	6	6
	Sig. asintót.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Resultados Diversos / No diversos	Mediana	1,783	2,235	2,187	0,000	1,939	0,000	0,000
	Chi-cuadrado	1.598,31	1.135,10	1.106,98	128,38	865,74	2.381,21	670,48
	gl	1	1	1	1	1	1	1
	Sig. asintót.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: SICA.

Como puede observarse, la prueba realizada para esta dimensión muestra que desempeñar diversas actividades profesionales a lo largo de la trayectoria ha implicado significativamente

mayor producción a los investigadores, en comparación con los no diversos profesionalmente. Asimismo, dado que las pruebas reafirman que el ISP y sus componentes son estadísticamente distintos entre las sub-muestras de los investigadores diversos y no diversos, puede concluirse que, en el marco de la prueba realizada, la diversidad de perfiles profesionales influye positivamente en los niveles de producción.

Estas mismas conclusiones son aplicables al estudio desagregado por tipos de perfiles profesionales, obteniéndose grandes diferencias entre los distintos conglomerados en la producción científica y tecnológica tanto considerada a nivel global como en sus distintas componentes.

Temporalidad y producción

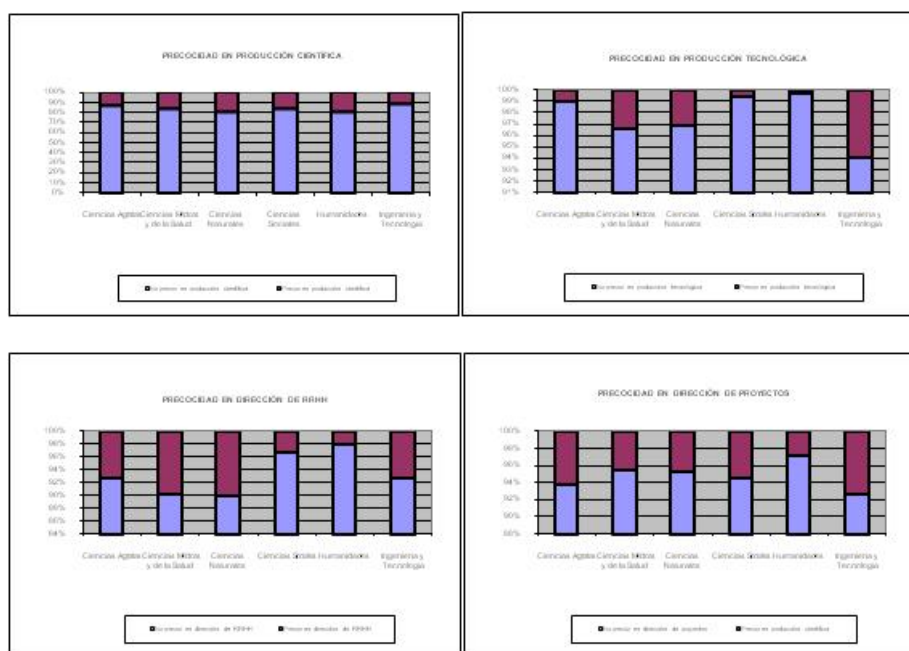
Los porcentajes de investigadores que pudieron ser clasificados como temporalmente precoces, con relación al resto de los investigadores de la muestra, para cada una de las sub-dimensiones de análisis probadas pueden observarse en la **Tabla 11**. Se trata, en este caso, de la prueba técnica de cuatro indicadores descriptivos de las trayectorias investigadoras presentados en D'Onofrio *et al.*, 2010: los indicadores 26 (precocidad en la temporalidad de producción científica), 28 (precocidad en la temporalidad de producción tecnológica), 30 (precocidad en la temporalidad de dirección de proyectos de I+D) y 32 (precocidad en la temporalidad de dirección de recursos humanos de I+D).

Tabla 11: Investigadores andaluces con temporalidades precoces y no precoces para producir determinados resultados y/o realizar diferentes actividades científicas y tecnológicas

<i>Temporalidad</i>	<i>En la producción científica</i> (Q25 = 26 años)	<i>En la producción tecnológica</i> (Q25 = 31 años)	<i>En la dirección de proyectos de I+D</i> (Q25 = 36 años)	<i>En la dirección de recursos humanos de I+D</i> (Q25 = 37 años)
% investigadores precoces	16,3%	2,3%	5,0%	6,4%
% investigadores no precoces	83,7%	97,7%	95,0%	93,6%

Fuente: SICA.

Gráfico 12: Investigadores andaluces con con temporalidades precoces y no precoces para producir determinados resultados y/o realizar diferentes actividades científicas y tecnológicas por campos disciplinarios



Fuente: SICA.

Como en los rasgos de las trayectorias anteriores, para conocer si cada una de estas subdimensiones de análisis tiene influencia en los niveles productivos de los investigadores de la muestra, se calculó el Índice Sintético de Producción y sus diferentes componentes para cada sub-muestra de la población bajo estudio (**Tabla 12**). Asimismo, se realizaron las pruebas de Kruskal-Wallis y de la mediana para estudiar si estadísticamente los comportamientos de los índices construidos eran o no distintos en cada una de las submuestras de investigadores “precoces” y “no precoces” consideradas.

Tabla 12: Medias del ISP y sus componentes en investigadores andaluces con temporalidades precoces y no precoces

Temporalidad		ISP	NC	NCC	NCT	NCA	F	ASC
Precocidad en producción científica	No precoz	2,40	2,95	2,90	0,22	2,77	1,08	1,34
	Precoz	2,34	3,03	3,00	0,19	2,86	0,65	1,12
Precocidad en producción tecnológica	No precoz	2,38	2,95	2,90	0,18	2,78	1,01	1,29
	Precoz	2,77	3,54	3,18	2,00	2,98	0,72	1,73
Precocidad en la dirección de proyectos de I+D	No precoz	2,30	2,86	2,82	0,21	2,70	0,95	1,22
	Precoz	4,03	4,82	4,75	0,41	4,40	2,02	2,80
Precocidad en la dirección de recursos humanos de I+D	No precoz	2,26	2,83	2,77	0,20	2,69	0,86	1,23
	Precoz	4,30	4,95	4,90	0,47	4,28	3,09	2,29

Fuente: SICA.

Tabla 13: Prueba de Kruskal-Wallis

	ISP	NC	NCC	NCT	NCA	F	ASC
Sig. asint. precocidad en producción científica	0,59	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
Sig. asint. precocidad en producción tecnológica	0,00	0,00	0,06	0,00	0,18	0,00	0,00
Sig. asint. precocidad en dirección de proyectos de I+D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sig. asint. precocidad en dirección de RRHH	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: SICA.

En estos casos no hay diferencias significativas entre los grupos de investigadores precoces y no precoces

Tabla 14: Prueba de la mediana

	ISP	NC	NCC	NCT	NCA	F	ASC
Sig. asint. precocidad en producción científica	0,108	0,019	0,075	0,103	0,012	0,000	0,000
Sig. asint. precocidad en producción tecnológica	0,000	0,000	0,076	0,000	0,136	0,002	0,010
Sig. asint. precocidad en dirección de proyectos de I+D	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sig. asint. precocidad en dirección de RRHH	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: SICA.

En estos casos no hay diferencias significativas entre los grupos de investigadores precoces y no precoces

Los resultados obtenidos arrojan tres vertientes diferenciadas de información. Por un lado se observa que, en el marco de la muestra de investigadores estudiada, la relativa precocidad en la producción científica no afecta significativamente los niveles de producción. Sólo se elevan para los “precoces” en esta materia, pero muy levemente, los valores en las componentes Nuevo Conocimiento Científico y Tecnológico en general, Nuevo Conocimiento Científico y Nuevo Conocimiento Científico y Tecnológico de Alta Calidad.

Por otro lado se advierte que la relativa precocidad en la producción tecnológica incrementa muy notoriamente los niveles de la componente Nuevo Conocimiento Tecnológico y, más moderadamente, los niveles de producción científica y tecnológica resumidos en el Indicador Sintético de Producción y en las restantes componentes (con la sola diferencia de la producción en Formación).

Finalmente, se destacan los efectos de la precocidad tanto en la dirección de proyectos de I+D como en la dirección de recursos humanos de I+D sobre los niveles de producción de los investigadores de la muestra. Ambas sub-dimensiones de análisis revelan una fuerte influencia tanto en los niveles del ISP como de sus componentes, duplicando en media los

valores alcanzados por los investigadores “precoces” con respecto a los de los investigadores “no precoces”.

Referencias bibliográficas

CAÑIBANO, Carolina; OTAMENDI, Javier y SOLÍS, Francisco (2010): “Investigación y movilidad internacional: análisis de las estancias en centros extranjeros de los investigadores andaluces”, *Revista Española de Documentación Científica*, 33 (3), 428-457.

COLCIENCIAS (2008): Modelo de medición de Grupos de Investigación Científica, Tecnológica o de Innovación. Año 2008, Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS), Bogotá, disponible en <http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/documents/2656.pdf>.

D'ONOFRIO, María Guillermina; SOLÍS, Francisco; TIGNINO, María Victoria y CABRERA, Esther (2010): “Indicadores de trayectorias de los investigadores iberoamericanos: Avances del Manual de Buenos Aires y resultados de su validación técnica”, en RICYT (2010): *El Estado de la Ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2009*, Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana / Interamericana (RICYT), Buenos Aires, 119-132.

SOLÍS CABRERA, Francisco (2008): “El Sistema de Información Científica de Andalucía, una experiencia pionera en España”, *Revista madri+d*, No. Extra 22, pp. 12-18.

SOLÍS CABRERA, Francisco; NAVARRETE CORTÉS, José; SANTA, Samaly; VARGAS VILLAFUERTE, Manuela (2008): “Sistema de Información Científica de Andalucía: un Modelo para la Gestión de los Agentes del Conocimiento en Dominios Geográficos”, *14a Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura*, No. 14, La Habana, Ministerio de Educación Superior de Cuba, pp. 213-220.

ANEXO: Ítems que conforman las componentes del Indicador Sintético de Producción (ISP)

Productos de Nuevo Conocimiento Científico y Tecnológico (NC)	
<i>Nuevo Conocimiento Científico (NCC)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • NC1 - N° artículos JCR cuyo factor de impacto se encuentra en el primer cuartil (Q1= peor cuartil, Q4= mejor cuartil) N_ART_REV_1Q • NC2 - N° artículos JCR cuyo factor de impacto se encuentra en el segundo cuartil (Q1= peor cuartil, Q4= mejor cuartil) N_ART_REV_2Q • NC3 - N° artículos JCR cuyo factor de impacto se encuentra en el tercer cuartil (Q1= peor cuartil, Q4= mejor cuartil) N_ART_REV_3Q • NC4 - N° artículos JCR cuyo factor de impacto se encuentra en el cuarto cuartil (Q1= peor cuartil, Q4= mejor cuartil) N_ART_REV_4Q • NC5 - N° artículos NO JCR internacionales N_ART_REVIEW_NOJCR_INT • NC6 - N° artículos NO JCR nacionales N_ART_REVIEW_NOJCR_NAC • NC7 - N° libros internacionales N_LIBROS_INT • NC8 - N° libros nacionales N_LIBROS_NAC • NC9 - N° libros internacionales en el que el investigador aparece como primer autor N_LIBROS_INT_1AUTOR • NC10 - N° libros nacionales en el que el investigador aparece como primer autor N_LIBROS_NAC_1AUTOR • NC11 - N° capítulos de libros internacionales N_CAP_LIBROS_INT • NC12 - N° capítulos de libros nacionales N_CAP_LIBROS_NAC • NC13 - N° capítulos de libros internacionales en el que el investigador aparece como primer autor N_CAP_LIBROS_INT_1AUTOR • NC14 - N° capítulos de libros nacionales en el que el investigador aparece como primer autor N_CAP_LIBROS_NAC_1AUTOR
<i>Nuevo Conocimiento Tecnológico (NCT)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • NC15 - N° patentes explotadas N_PATENTES_EXP • NC16 - N° patentes concedidas internacionales N_PATENTES_CONC_INT • NC17 - N° patentes concedidas nacionales N_PATENTES_CONC_NAC • NC18 - N° patentes solicitadas internacionales N_PATENTES_SOL_INT • NC19 - N° patentes solicitadas nacionales N_PATENTES_SOL_INT • NC20 - N° modelos de utilidad explotados N_MODELOS_UTILIDAD_EXPL • NC21 - N° modelos de utilidad concedidos N_MODELOS_UTILIDAD_CONC • NC22 - N° modelos de utilidad solicitados N_MODELOS_UTILIDAD_SOL • NC23 - N° de productos registrados explotados N_PRODUCT_REG_EXPL • NC24 - N° de productos registrados concedidos internacionales N_PRODUCT_REG_CONC_INT • NC25 - N° de productos registrados concedidos nacionales N_PRODUCT_REG_SOL_NAC • NC26 - N° de productos registrados solicitados internacionales N_PRODUCT_REG_SOL_INT • NC27 - N° de productos registrados solicitados nacionales N_PRODUCT_REG_SOL_NAC • NC28 - N° de productos no patentables N_PRODUCT_NO_PAT
<i>Nuevo Conocimiento Científico y Tecnológico de Alta Calidad (NAC)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • N_ART_REV_1Q • N_ART_REVIEW_NOJCR_INT • N_LIBROS_INT • N_LIBROS_INT_1AUTOR • N_CAP_LIBROS_INT • N_CAP_LIBROS_INT_1AUTOR • N_PATENTES_EXP • N_PATENTES_CONC_INT • N_MODELOS_UTILIDAD_EXPL • N_PRODUCT_REG_EXPL • N_PRODUCT_REG_CONC_INT • N_PRODUCT_NO_PAT
Recursos Humanos de I+D Formados (F)	
<i>Formación (F)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • F1 - N° de tesis dirigidas N_TESIS_DIR • F2 - N° de tesis dirigidas que han sido premios extraordinarios N_TESIS_DIR_EXT
Productos para la Apropiación Social del Conocimiento (ASC)	
<i>Apropiación Social del Conocimiento (ASC)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • ASC1 - N° de eventos internacionales organizados N_ORG_EVENTOS_INT • ASC2 - N° de eventos nacionales organizados N_ORG_EVENTOS_NAC • ASC3 - N° contratos / convenios dirigidos cuyo importe es mayor o igual que el tercer cuartil (Q1= menor importe, Q4= mayor importe) N_MAYOR_Q3_DIR • ASC4 - N° contratos / convenios dirigidos cuyo importe es menor que el tercer cuartil (Q1= menor importe, Q4= mayor importe) N_MENOR_Q3_DIR • ASC5 - N° contratos / convenios participados cuyo importe es mayor o igual que el tercer cuartil (Q1= menor importe, Q4= mayor importe) N_MAYOR_Q3_PAR • ASC6 - N° contratos / convenios participados cuyo importe es menor que el tercer cuartil (Q1= menor importe, Q4= mayor importe) N_MENOR_Q3_PAR • ASC7 - N° artículos periodísticos N_ARTICULOS_PERIODISTICOS • ASC8 - N° informes técnicos N_INFORMES_TECNICOS