

Estudio sociológico de los doctores españoles en el campo de la Astronomía

Introducción

En 1996 la SEA llevó a cabo un estudio sociológico muy completo de los astrónomos españoles, encomendado a la Facultad de Ciencias Políticas y Sociología de la Universidad de Granada, y realizado por un grupo de sociólogos y astrónomos. Fruto de este trabajo fueron dos publicaciones (J. Iglesias de Ussel, A. Trinidad y D. Ruiz Becerril, 1996, "Sociología de una profesión: los astrónomos de España", Cuadernos de Trabajo de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociología, N° 4; J. Iglesias de Ussel, A. Trinidad, D. Ruiz, E. Battaner, A.J. Delgado, J.M. Rodríguez-Espinosa, E. Salvador-Solé and J.M. Torrelles, 1998, "Sociological Profile of astronomers in Spain", *Astrophys. and Space Science*, 257, 237).

Posteriormente, en algunas reuniones de la SEA se ha visto la necesidad de realizar algunos estudios complementarios, fundamentalmente dirigidos a conocer realmente la desproporción actual entre doctores originados y plazas estables creadas. Tras una encuesta anterior pudo estimarse que la relación entre plazas creadas y doctores investidos es de 1:4, en los últimos cinco años.

Se consideró también muy conveniente *conocer el número de doctores que se vieron obligados a (o quisieron) abandonar la profesión*. Esta pregunta, formulada por el Prof. Eiroa en la Asamblea de la SEA celebrada en Valencia en 1999 dió lugar a la encuesta cuyo estudio se presenta aquí. Las encuestas se hacen normalmente a los miembros del colectivo, no a los que dejaron de serlo. Para evitar esta dificultad se pidió a los doctores que informaran no sólo de las circunstancias de sus tesis, sino también de aquellas tesis que ellos habían dirigido, así como de la situación laboral actual de los doctores por ellos dirigidos. La encuesta se limitó a los doctores, ya que se trataba de estudiar los abandonos de personas ya profundamente introducidas en la investigación astronómica.

Datos recogidos en la encuesta

Se pidió a los doctores españoles, miembros o no de la SEA, que elaboraran una lista informando sobre las tesis dirigidas por ellos, especificando para cada una de ellas:

- Nombre del doctor
- Año de lectura
- Codirectores si los hubo
- Lugar de realización
- Universidad de lectura

- Situación laboral actual del doctor

Se pidió también a cada doctor que diera esta misma información sobre su propia tesis. Esto proporcionaba una información redundante que fue muy aprovechable para paliar el posible absentismo. El índice de participación fue del orden del 75%.

Una premisa de la encuesta es que ésta fuera breve y se pudiera responder pronto y fácilmente.

Objeto del estudio

Como hemos dicho el objetivo fundamental que dio origen a la encuesta fue la determinación del *índice de abandono*, pero se aprovecharon los datos también para estimar otros índices. En concreto:

- Índice de abandono, que cuantifica la cantidad relativa de doctores astrónomos que abandonaron la profesión.
- Índice de transitoriedad, que cuantifica la cantidad relativa de doctores astrónomos que no tienen estabilidad en su puesto de trabajo actual.
- Índice de acoplamiento internacional, que pretende medir la influencia de la ciencia extranjera en la formación de los astrónomos españoles.
- Índice de continuidad, que pretende cuantificar cuán poco los astrónomos salen de la Comunidad Autónoma donde se formaron.
- Índice de acogida de doctores ajenos, que pretende cuantificar la llegada a una Comunidad Autónoma de doctores procedentes de otras Comunidades o bien formados en el extranjero.

Todos esos índices se definen exactamente más adelante, en los correspondientes apartados.

Se consideraron subgrupos atendiendo a

- a) La fecha de lectura.

Para mantener números estadísticamente significativos se consideraron cuatro tipos de doctores

- Recientes (tesis leídas en los años 1995-1999, ambos incluidos)
- Jóvenes (tesis leídas en los años 1990-1994)
- Seniors (tesis leídas en los años 1980-1989)
- Veteranos (tesis leídas antes de 1980)

- b) La Comunidad Autónoma.

Se presentan sólo los resultados sobre las Comunidades Autónomas con mayor número de doctores (Andalucía, Canarias, Cataluña, Madrid y Valencia) aunque también se presentan los datos globales para España, en los que se han incluido los datos de todas las Comunidades).

- c) El sexo.

Además de la obtención de los índices anteriormente mencionados, podían aprovecharse los datos recogidos para establecer un "árbol genealógico" de

los astrónomos españoles doctores. Dicho “árbol genealógico” se ha dibujado, pero no se reproduce en este estudio debido a:

a) La escasez de información recogida sobre los pioneros de la Astronomía Española (ej. Profs. Cid, Orús, Torroja, Romaña ...) y otros astrónomos claves en la historia de la Astronomía española reciente. Aunque estos datos aún no se han conseguido, y sin ellos el “árbol genealógico” está falto de “tronco”, la información de doctorados posteriores es más completa y la información de los índices analizados es estadísticamente más significativa. Hay 265 doctores posicionados ya en el árbol.

b) Las dificultades de reproducción gráfica.

También se ha obtenido la gráfica [*doctores anualmente investidos-año*], que resulta especialmente interesante debido a la “explosión demográfica” frenada más recientemente por una previsible tendencia a la estacionariedad.

Interés del estudio

Además de su obvio interés intrínseco, la Astronomía Española se encuentra en una fase digna de estudio, aplicable a otros países con circunstancias de desarrollo similares. Ha pasado, en muy pocos años, de una precariedad casi absoluta a un desarrollo comparable a otros países de gran tradición astronómica. En 1981, España producía el 0.84% de artículos especializados en revistas internacionales; en 1998 esta cifra ha pasado al 5.33%, lo que nos coloca en 8º lugar mundial (datos obtenidos por M. Dunn y A. Le Masurier, a partir de

ISI's *National Science Indicators*, comunicados por P. Murdin a F. Sánchez Martínez). Como las dificultades de obtención de un puesto estable son cada vez visiblemente mayores, el estacionamiento debe estar próximo (¡si no el declive!). Por tanto, la evolución de la Astronomía en los últimos ~ 40 años es especialmente interesante.

El abandono de la profesión

Definimos el *índice de abandono (IA)* como el número relativo (en tanto por ciento) de doctores que ya no dedican a la Astronomía. Definimos el *índice de transitoriedad (IT)* como el número relativo de doctores que no tienen posición permanente.

Obsérvese que los astrónomos con puesto transitorio, más los que tienen puesto fijo, más los que abandonaron son el número de astrónomos de la base estadística.

Ofrecemos estos índices para las cinco Comunidades Autónomas con mayor dedicación a la Astronomía, atendiendo a la fecha de defensa de la tesis y al sexo.

OCUPACIÓN ACTUAL DE LOS QUE ABANDONARON

Enseñanza Media	50 %
Otras ramas universitarias	14 %
Controlador aéreo	11%
Instituto Metereológico Nacional	4%
Empresa	4%
Geodesia	4%
No se sabe	13%
Total	100 %

Abandono de la profesión										
	Base	Transi- torios	Aban- donos	IT	IA	Base	Transi- torios	Aban- donos	IT	IA
ANDALUCÍA	Hombres + Mujeres					Mujeres				
Veteranos	6	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Seniors	15	1	4	7	26	5	0	1	0	20
Jóvenes	15	10	0	67	0	7	5	0	71	0
Recientes	8	6	1	75	12	0	0	0	-	-
Muestra completa	44	17	5	39	11	12	5	1	42	8
CANARIAS	Hombres + Mujeres					Mujeres				
Veteranos	1	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Seniors	18	1	0	5	0	3	0	0	0	0
Jóvenes	21	9	5	43	24	5	4	1	80	20
Recientes	29	23	5	79	17	9	6	2	67	22
Muestra completa	69	33	10	48	14	17	10	3	59	18
CATALUÑA	Hombres + Mujeres					Mujeres				
Veteranos	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Seniors	14	0	1	0	7	4	0	0	0	0
Jóvenes	14	2	4	14	29	4	0	2	0	50
Recientes	13	11	0	85	0	1	1	0	100	0
Muestra completa	44	13	5	30	11	10	1	2	10	50

Abandono de la profesión (continuación)									
Base Transi- Aban- IT IA					Base Transi- Aban- IT IA				
MADRID					Mujeres				
Veteranos	3	0	0	0	0	0	0	-	-
Seniors	6	0	0	0	2	0	0	0	0
Jóvenes	8	3	1	37	12	2	1	0	50
Recientes	12	11	0	91	0	2	2	0	100
Muestra completa	29	14	1	48	6	3	0	50	0
VALENCIA					Mujeres				
Veteranos	1	0	0	0	0	0	0	-	-
Seniors	6	0	0	0	0	0	0	-	-
Jóvenes	6	2	2	33	33	1	0	1	0
Recientes	25	16	6	64	24	6	3	2	50
Muestra completa	38	18	8	47	21	7	3	3	43
TODA ESPAÑA					Mujeres				
Veteranos	17	0	0	0	0	2	0	0	0
Seniors	65	2	6	3	9	15	0	1	0
Jóvenes	49	26	17	53	35	21	10	5	48
Recientes	97	74	12	76	12	29	22	4	76
Muestra completa	228	102	35	45	15	67	32	10	48

Índice de acoplamiento internacional

Este índice pretende caracterizar la influencia de la aportación de la ciencia extranjera en la elaboración de las tesis españolas.

Se define el *índice de acoplamiento internacional* como el número relativo (en tanto por ciento) de tesis dirigidas a (codirigidas por) científicos extranjeros o por

científicos españoles que fueron dirigidos por (codirigidos por) científicos extranjeros. Los índices muy inferiores a 100%, indicarían aislamiento de la ciencia española.

Índice de acoplamiento internacional						
Base Casos Índice			Base Casos Índice			
ANDALUCÍA			Mujeres			
Veteranos	6	0	-	0	0	-
Seniors	15	6	40	5	2	40
Jóvenes	14	9	57	7	4	57
Recientes	9	2	-	0	0	-
Muestra completa	44	17	38	12	6	50
CANARIAS			Mujeres			
Veteranos	1	1	100	0	0	-
Seniors	17	4	23	2	1	50
Jóvenes	23	12	52	4	1	25
Recientes	33	12	36	11	5	45
Muestra completa	74	29	39	17	7	41
CATALUÑA			Mujeres			
Veteranos	3	1	33	1	0	0
Seniors	14	0	0	4	0	0
Jóvenes	14	4	29	5	1	20
Recientes	13	4	31	1	0	0
Muestra completa	44	9	20	11	1	9

Índice de acoplamiento internacional (continuación)						
	Base	Casos favorables	Índice Acoplamiento	Base	Casos favorables	Índice Acoplamiento
MADRID	Hombres + Mujeres			Mujeres		
Veteranos	3	2	67	0	0	-
Seniors	6	5	83	2	2	100
Jóvenes	7	5	71	2	1	50
Recientes	11	4	36	1	0	0
Muestra completa	27	16	59	5	3	60
VALENCIA	Hombres + Mujeres			Mujeres		
Veteranos	1	0	0	0	0	-
Seniors	6	1	17	0	0	-
Jóvenes	6	1	17	1	0	0
Recientes	25	1	4	6	0	0
Muestra completa	38	3	8	7	0	0
TODA ESPAÑA	Hombres + Mujeres			Mujeres		
Veteranos	17	3	18	2	0	0
Seniors	64	17	27	14	5	36
Jóvenes	65	32	49	21	8	38
Recientes	101	25	25	29	5	17
Muestra completa	247	77	31	66	18	27

Índice de Continuidad.

Este *índice de continuidad (IC)* se define como el número relativo (en tanto por ciento) de doctores que trabajan en la misma Comunidad Autónoma en la que leyeron su tesis. Los abandonos no se consideran casos favorables, aunque trabajen en la misma Comunidad Autónoma.

Somos conscientes de las dificultades de interpretación de un índice así definido. Por ejemplo, un doctor puede acabar trabajando en la Comunidad que le proporcionó su título, tras haber estado en muchas otras comunidades o países. No sería éste un ejemplo de permanencia o continuidad, aunque tal como se hizo la definición contaría como un caso favorable. Por otra parte, las diferencias que el valor de este índice presenta entre diferentes comunidades puede estar influido por factores como el diferente peso relativo del personal en Institutos de Investigación, que no tienen tareas formativas y se nutren por definición de personal externo, y en Universidades, en las que la permanencia de personal formado en ellas sí es posible. De todas formas, este índice de continuidad, guardando cierta relación con el grado de continuidad real, tiene la ventaja de su fácil obtención, a partir de los pocos datos recogidos en la

encuesta que nos sirve de base. También definimos el *índice de acogida (IAC)* como el número de doctores en una Comunidad Autónoma que han leído su tesis en otra Comunidad Autónoma o en el extranjero partido por la base utilizada en el cálculos del índice de continuidad.

Los índices de continuidad y de acogida se refieren a aspectos complementarios. El primero se refiere a la *salida* de los doctores generados en una Comunidad Autónoma mientras que el segundo se refiere a la *entrada* de doctores ajenos. Un índice de continuidad alto acompañado de un índice de acogida bajo alertarían de una orientación restrictiva en la política de adjudicación de plazas.

Todos los índices definidos en este estudio tienen como valor máximo 100. Como excepción, el *índice de acogida* puede tener valores superiores a 100.

Como excepción también, no se ha calculado el *índice de acogida* en el caso de las mujeres por tratarse de muestras estadísticas muy pequeñas.

Índice de continuidad										
	Base	Perma- necen	Acogidos	IC	IAc	Base	Perma- necen	Acogidos	IC	IAc
ANDALUCÍA	Hombres + Mujeres					Mujeres				
Veteranos	6	6	1	100	17	0	0	-	-	-
Seniors	14	8	2	57	14	6	4	-	67	-
Jóvenes	14	7	3	50	21	7	3	-	43	-
Recientes	8	1	4	12	50	0	0	-	-	-
Muestra completa	42	22	10	52	24	13	7	-	54	-
CANARIAS	Hombres + Mujeres					Mujeres				
Veteranos	1	1	2	100	200	0	0	-	-	-
Seniors	17	15	5	88	29	2	2	-	100	-
Jóvenes	23	10	1	43	4	4	2	-	50	-
Recientes	28	10	0	36	0	10	2	-	20	-
Muestra completa	69	36	8	52	12	16	6	-	37	-
CATALUÑA	Hombres + Mujeres					Mujeres				
Veteranos	3	3	1	100	33	1	1	-	100	-
Seniors	14	11	0	79	0	4	3	-	75	-
Jóvenes	14	5	0	36	0	5	0	-	0	-
Recientes	12	7	0	58	0	1	1	-	100	-
Muestra completa	43	26	1	60	2	11	5	-	45	-
MADRID	Hombres + Mujeres					Mujeres				
Veteranos	3	0	2	0	67	0	0	-	-	-
Seniors	6	5	2	83	33	2	2	-	100	-
Jóvenes	8	6	7	75	87	2	1	-	50	-
Recientes	11	5	1	45	9	6	4	-	67	-
Muestra completa	28	16	12	57	43	6	4	-	67	-
VALENCIA	Hombres + Mujeres					Mujeres				
Veteranos	1	1	0	100	0	0	0	-	-	-
Seniors	6	6	1	100	17	0	0	-	-	-
Jóvenes	6	3	0	50	0	1	0	-	0	-
Recientes	25	8	1	32	4	6	1	-	17	-
Muestra completa	38	18	2	47	5	7	1	-	14	-
TODA ESPAÑA	Hombres + Mujeres					Mujeres				
Veteranos	17	13	7	76	41	2	2	-	100	-
Seniors	63	50	11	79	17	15	12	-	80	-
Jóvenes	70	34	14	49	20	21	7	-	33	-
Recientes	95	34	11	36	12	19	5	-	26	-
Muestra completa	239	131	43	55	18	57	26	-	46	-

Evolución del número de doctores generados

En la Figura 1 se representa el número de doctores generados anualmente en función del tiempo. La línea más quebrada es la curva bruta real, mientras que la que une los cuadrados blancos se obtuvo a partir de la primera tras dos suavizados simples (consistentes en $y_{i+1/2} = \frac{1}{2}(y_i + y_{i+1})$). Debido al absentismo, la ordenada tiene valores relativos.

La interpretación de esta curva es preocupante. Si la política científica en cuanto a dotación de plazas fuera estable, de forma que se alcanzara un valor estacionario para un tiempo suficientemente grande, la curva podría ser ajustable a una ecuación del tipo

$$N = \frac{N_2}{1 + \frac{N_2 - N_1}{N_1} e^{-At}} \quad (1)$$

donde

N es la tasa de producción anual de doctores
 t es el tiempo a partir de un año de referencia
 N_1 es (como se puede comprobar) $= N(t=0)$
 N_2 es (como se puede comprobar) $= N(t=\infty)$
 A es una constante que refleja la multiplicación espontánea de doctores en ausencia de limitación de plazas (si t es pequeño y si $N_2 \gg N_1$, $N \sim N_1 e^{At}$).

En la fase de crecimiento exponencial se ve que si un doctor tarda (por término medio) en formar un doctor ≈ 5 años, en este tiempo se duplica el número de doctores ($2 = e^{5A}$) luego $A = \ln(2)/4$. Un valor típico de A sería pues $A \sim 0.1 \text{ años}^{-1}$, o algo menos.

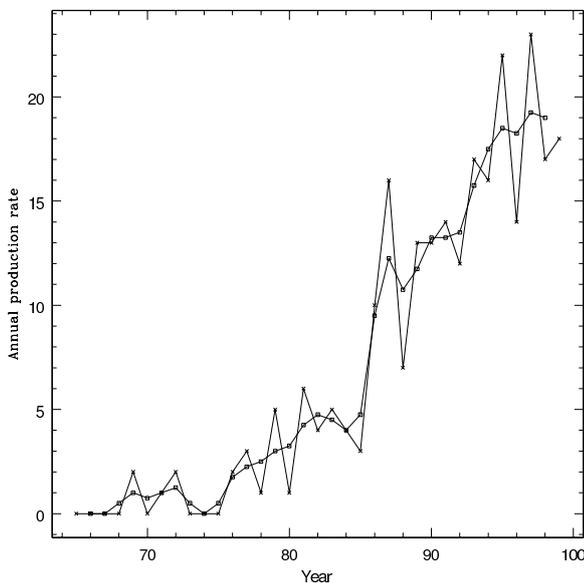


Fig. 1. Número de doctores generados anualmente en función del tiempo. La línea más quebrada es la curva bruta real, mientras que la que une los cuadrados blancos se obtuvo a partir de la primera tras dos suavizados simples.

Esta curva es una forma sencilla que comienza siendo una exponencial y acaba tendiendo a un valor asintótico constante N_2 (Es deducible de una ecuación del tipo $dN/dt = AN - BN^2$, siendo B una constante).

El valor de N_2 depende fundamentalmente de la política científica de creación de plazas. Una política generosa proporciona un alto valor de N_2 .

Sería pueril tratar de ajustar la gráfica a la ecuación, pero de la comparación de ambas se deducen algunas conclusiones básicas:

a) Hemos abandonado hace tiempo el régimen exponencial. El cambio de concavidad, de $d^2N/dt^2 > 0$ a $d^2N/dt^2 < 0$ se produjo aproximadamente en el año 1986. A partir de entonces la escasez de puestos estables pudo empezar a desanimar a los jóvenes a seguir esta profesión. Los valores de A y N_2 determinan el tiempo del punto de inflexión con inversión de concavidad, fundamentalmente el de A debido al carácter exponencial del crecimiento libre.

b) Estamos excesivamente cerca de alcanzar el valor asintótico. Este valor $N_2(t = \infty)$ sería en la gráfica de aproximadamente 20, aunque debido al absentismo de la encuesta, correspondería a un valor mayor, de aproximadamente 25.

Significa este hecho que demasiados futuros astrónomos pueden llegar a inhibir sus aspiraciones ante las escasas perspectivas de trabajo, de igual modo que los que ya empezaron trabajan bajo la opresión del desaliento.

Aunque este tipo de conclusiones queda fuera de los objetivos de este trabajo, presentimos que, dadas las trayectorias formativas, en ocasiones perfectamente modélicas, de los doctores recientes en Astronomía, y dadas las posibilidades de investigación que España posee en este campo, una política científica oportuna tendría que propiciar valores mucho más altos de N_2 .

A modo de ejemplo, el número de doctores generados en Francia relativo al número de habitantes, es mucho mayor por un factor 2 ó 3. No se aprecia en Francia el punto de inflexión.

Aunque las gráficas correspondientes a las Comunidades Autónomas no se han incluido en este artículo, puede apreciarse que Andalucía, Cataluña y Valencia han alcanzado ya el valor asintótico hace unos años, si es que no están experimentando un retroceso.

Algunas conclusiones

a) Diferencias por sexo.

Las mujeres astrónomas doctoras son el 29%. Esta cifra es mayor que la publicada por V. Trimble de $\sim 22\%$ de mujeres astrónomas (doctoras o no). Este valor es característico de las correspondientes cifras de los países mediterráneos, España, Francia, Italia y Grecia, que son las más altas del mundo. El tanto por ciento

de doctoras es superior al de astrónomas, bien porque las mujeres acaben su tesis con mayor frecuencia, bien por un error de muestreo (por ejemplo, bien pudiera deberse a que las astrónomas doctoras son más diligentes respondiendo a las encuestas). En cualquier caso esta cifra se debe a causas culturales ajenas a la Astronomía, previas a la elección de esta profesión.

Atendiendo exclusivamente a los datos utilizados en esta encuesta, no se observan diferencias llamativas entre astrónomas y astrónomos. En España, el índice de transitoriedad (45% frente a 48%) y el índice de abandono (15% frente a 15%) son muy similares para el conjunto de la población y para las astrónomas. Igualmente lo son los índices de acoplamiento internacional (31% frente a 27%) y de continuidad (55% frente a 46%).

b) No se aprecian diferencias regionales muy significativas en el índice de transitoriedad, poseyendo Cataluña el índice más bajo. El índice de abandono es particularmente bajo en Madrid.

Los astrónomos que defendieron su tesis antes del 1990 tuvieron mucha más facilidad de lograr un puesto estable y se dieron muy pocos abandonos. Posteriormente las situaciones provisionales aumentan mucho, como era previsible, aunque el índice de transitoriedad de los que leyeron su tesis en el período 1990-1995 parece excesivo (53%). Es preocupante que el 35% de los doctores de este período de tiempo hayan abandonado la profesión.

Los doctores en Astronomía, bien acogidos en el mundo empresarial en otros países más avanzados, no lo son aquí todavía, por lo que el dinero y el esfuerzo empleados en formar buenos doctores astrónomos, queda en buena parte desperdiciado, por falta de creación de puestos de trabajo.

c) El índice de acoplamiento internacional parece alto, aunque al no ser un índice utilizado anteriormente no pueden hacerse comparaciones con otros países. Sí que se aprecian grandes diferencias regionales, siendo Madrid la más beneficiada de la ciencia extranjera. En la década 90-95 la influencia extranjera fue mayor, aunque curiosamente, también fue considerable en las tesis más veteranas.

d) No se aprecian grandes diferencias regionales en el carácter continuista. Cataluña parece algo más autónoma, en cuanto que la difusión de doctores en ambas direcciones de sus fronteras parece menor. Madrid destaca por su altísimo índice de acogida de doctores foráneos. Como se indicaba en la Sección 7, un factor importante en la interpretación de estos índices es que aquellas Comunidades en las que la Astronomía Universitaria tiene mayor peso, tienen que tener índices que reflejen menor movilidad.

El continuismo va disminuyendo apreciablemente en España, pasando del 79% antes de 1990 para llegar al 49% en el período 90-95. Actualmente, el bajo índice de continuidad del 36% debe reflejar la proliferación de

estudios de tipo post-doc en el extranjero. En cambio, existía mayor receptividad en el pasado para la incorporación de doctores formados en el extranjero o en otras Comunidades Autónomas.

e) La pregunta que motivó la elaboración de esta encuesta, *¿Cuántos han abandonado la profesión una vez alcanzado el título de doctor?* tiene una respuesta clara: el 15%. Entre las profesiones elegidas por los astrónomos pródigos sorprende la de controladores aéreos.

Nos hemos limitado a extraer las conclusiones más llamativas y generales.

Eduardo Battaner López, Antonio Jesús Delgado Sánchez, José Miguel Rodríguez Espinosa, Eduard Salvador Solé, José María Torrelles Arnedo
battaner@ugr.es, delgado@iaa.es, espinosa@ll.iac.es,
eduard@am.ub.es, torrelles@ieec.fcr.es
