

CAPÍTULO 6**FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN: RELACIÓN CON EL EMPLEO, EL SALARIO, EL CAPITAL HUMANO Y EL CAPITAL FÍSICO**M^a Carmen Guisán e Isabel Neira**6.1. Empleo, productividad y salarios en 1965-2000.**

La tabla 1 presenta la evolución del empleo en los 15 países que constituían la Unión Europea en el año 2000, en comparación con USA y con otros países de la OCDE, con datos quinquenales expresado en miles de personas, para el período 1965-2000, mientras que la tabla 2 muestra la tasa de empleo por cada mil habitantes.

Los países que más han destacado por la creación de empleo en el período 1965-2000 han sido USA, México, Japón y Turquía, por distintos motivos. En los casos de México y Turquía, como hemos visto en la sección 1.3 de este libro se ha producido en la segunda mitad del siglo veinte, un crecimiento muy importante de su PIB y su población, y la creación de empleo aún habiendo sido importante necesita ampliarse substancialmente porque tienen bajas tasas de empleo no agrario por cada mil habitantes, y hay una demanda creciente de empleo.

En el caso de USA, su alto ritmo de crecimiento del PIB, su todavía baja densidad media de población por unidad de superficie, y la moderación de sus tasas de natalidad ha permitido un cierto nivel de apertura a la inmigración para ocupar los nuevos puestos de trabajo que su dinamismo económico ha sido capaz de crear.

Japón ha experimentado un crecimiento económico de la industria y de los demás sectores no agrarios durante la segunda mitad del siglo veinte, y ha tenido un crecimiento importante del empleo dada su política de propiciar altas tasas de ocupación de su población activa.

Tabla 1. Empleo total en los países de la OCDE, 1965-2000

País	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
Austria	3191	3051	2943	3070	3235	3412	3758	3776
Alemania	36032	35829	35169	36033	35506	37139	36176	37336
Bélgica	3640	3698	3750	3748	3606	3814	3762	3973
Dinamarca	2226	2363	2365	2489	2553	2670	2596	-
España	12110	12643	12883	12004	11027	12890	12263	14610
Finlandia	2181	2156	2251	2359	2467	2525	2127	2356
Francia	20129	20905	21474	21916	21475	22648	22413	23750
Grecia	3255	3134	3198	3356	3588	3719	3821	3946
Holanda	4607	4790	4743	5077	5178	6356	6887	7845
Irlanda	1069	1053	1073	1156	1112	1160	1281	1671
Italia	19963	19775	20007	20869	21113	21764	20233	21225
Lux.	133	140	158	158	161	190	208	-
Portugal	3765	3822	3852	4026	4129	4723	4413	4909
Suecia	3698	3854	4062	4232	4299	4465	3926	-
Gran Bretaña	25199	24753	25055	25327	24390	26935	26026	27793
USA	73034	80796	87524	100907	108855	119550	126242	136399
Japón	47300	50940	52230	55360	58070	62490	64570	64460
Australia	4792	5472	5910	6353	6747	7938	8276	9099
Islandia	76	81	95	106	121	126	138	-
N. Zelanda	990	1090	1225	1274	1341	1491	1678	1788
Noruega	1483	1545	1732	1908	2014	2030	2035	-
Suiza	3025	3142	3116	3166	3352	3563	3772	-
México	14834	17451	20512	23215	25955	28669	32370	37772
Canadá	7060	8011	9363	11043	11694	13163	13427	14970
Turquía	12837	13083	14958	16280	17282	19038	20165	-

Fuente: Datos de Labour Force Statistics de la OCDE, varios años.

Los países con altas tasas de empleo por cada mil habitantes son con frecuencia los que tienen también altos salarios por trabajador, pues ambas variables están muy relacionadas con el PIB por habitante y con la productividad media del trabajo.

La tabla 2 presenta los datos de salario real según paridades de poder de compra, en los países de la OCDE durante el período 1965-2000, y la tabla 3 el cociente entre el salario real y el PIB por trabajador.

Tabla 2. Salario real W90iPP, en miles \$ 1990 según PCs

Country	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
Austria	10.7	14.4	18.7	21.9	20.7	23.1	23.8	25.0
Germany	12.4	16.6	20.5	22.6	22.6	25.2	23.5	-
Belgium	13.5	17.1	22.8	27.1	26.3	28.1	30.6	31.6
Denmark	15.5	18.3	20.6	20.5	20.1	20.9	22.7	21.3
Spain	9.6	13.4	17.8	21.7	22.7	23.6	25.1	23.0
Finland	9.7	12.2	15.3	15.7	17.3	21.6	21.6	18.9
France	14.9	18.1	22.0	25.1	26.1	26.2	27.2	28.9
Greece	5.6	9.1	11.2	14.9	17.1	16.9	15.7	18.4
Netherlands	15.2	20.4	25.9	26.6	23.8	22.3	22.1	22.9
Ireland	9.9	12.6	16.6	18.9	20.1	21.8	23.9	27.1
Italy	12.6	16.9	20.4	23.3	24.5	27.5	27.4	27.2
Luxembourg	15.0	18.2	23.7	26.4	25.2	28.9	32.0	33.2
Portugal	5.3	8.1	13.6	12.7	11.5	12.5	14.5	14.4
Sweden	15.5	18.1	19.9	20.9	19.4	22.6	22.5	25.8
UK	-	14.1	17.2	17.8	19.8	23.0	23.4	26.6
USA	25.0	27.7	28.8	29.3	30.4	30.9	32.1	33.4
Japan	9.4	14.1	19.3	20.6	22.0	24.4	25.2	25.3
Australia	14.6	17.4	21.9	21.9	22.5	20.9	22.5	24.2
Iceland	11.4	13.7	15.2	18.5	16.3	19.8	19.6	-
New Zealand	-	-	-	-	-	17.5	17.5	-
Norway	13.2	15.5	19.8	19.9	19.9	20.8	21.7	21.9
Switzerland	-	20.8	-	-	-	-	26.2	27.6
Mexico	-	-	-	-	-	8.9	8.7	-
Canada	16.6	19.2	22.3	22.6	22.8	23.9	24.3	26.2
Turkey	-	-	-	-	-	9.9	7.8	10.8

Fuente: Elaborado en base a datos de la OCDE.

Tabla 3. Ratio entre salario medio y productividad media del trabajo

Country	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
Austria	0.613	0.6077	0.6276	0.6506	0.6050	0.6097	0.6253	0.5730
Germany	0.6964	0.7601	0.8303	0.7972	0.7320	0.7385	0.6217	-
Belgium	0.6267	0.6396	0.7253	0.7355	0.6644	0.6464	0.6511	0.6220
Denmark	0.7151	0.7471	0.7625	0.7049	0.6225	0.6364	0.5928	-
Spain	0.6602	0.7075	0.7399	0.7600	0.6827	0.6675	0.6164	0.5765
Finland	0.6295	0.6216	0.6653	0.6243	0.6241	0.6743	0.5835	0.4431
France	0.6720	0.6544	0.6910	0.6936	0.6605	0.6031	0.5879	0.5821
Greece	0.5121	0.5701	0.5574	0.6300	0.7225	0.6754	0.6049	0.6234
Netherlands	0.6304	0.6785	0.7288	0.7045	0.6030	0.5949	0.5766	0.5682
Ireland	0.7608	0.7517	0.7970	0.7796	0.7055	0.6327	0.5695	0.5290
Italy	0.6527	0.6449	0.6860	0.6564	0.6493	0.6500	0.5679	0.5473
Luxembourg	0.5395	0.5850	0.7427	0.7404	0.6368	0.6316	0.5867	-
Portugal	0.6199	0.7081	0.9659	0.7388	0.6540	0.6245	0.6191	0.5743
Sweden	0.7109	0.7109	0.7220	0.7404	0.6400	0.6926	0.5914	-
UK	-	0.6015	0.6697	0.6399	0.6235	0.6804	0.6262	0.6650
USA	0.6557	0.6884	0.6876	0.6889	0.6819	0.6659	0.6584	0.6081
Japan	0.7977	0.7456	0.8390	0.7657	0.7262	0.6922	0.6877	0.6437
Australia	0.6428	0.6665	0.7497	0.6971	0.6521	0.6077	0.5919	-
Iceland	0.5321	0.6081	0.5812	0.5815	0.5187	0.5659	0.5939	-
New Zealand	-	-	-	-	-	0.5807	0.5644	-
Norway	0.6396	0.6509	0.7406	0.6495	0.5866	0.5682	0.4957	-
Switzerland	-	0.6297	-	-	-	NA	0.6888	-
Mexico	-	-	-	-	-	0.5332	0.5393	-
Canada	0.5707	0.5979	0.6424	0.6409	0.5970	0.6138	0.5906	-
Turkey	-	-	-	-	-	0.7171	0.5100	-

Fuente: Elaborado en base a datos de la OCDE.

Los salarios reales muestran una clara correlación positiva con el PIB real por habitante, y con la productividad media del trabajo, siendo USA, con 33.4 dólares de 1990 por habitante en el año 2000, el país con salario medio más elevado, y México y Turquía, con valores próximos a 10 mil dólares los países con menores niveles.

El PIB real por habitante depende en gran medida del stock de capital físico por habitante, y ello depende tanto de la capacidad de inversión como de la moderación en el crecimiento de la población. En el próximo capítulo analizamos los efectos indirectos de la educación sobre el PIB por habitante

a través de su impacto positivo sobre el incremento del stock de capital físico por habitante.

6.2. Estimación de la función de producción y modelos de empleo

Son muchos los aspectos de interés relacionados con el de la función de producción en la explicación del PIB, el empleo y los salarios. Desde la perspectiva de los modelos de desequilibrio mencionados en el capítulo 1, consideramos que la función de producción explica el PIB sólo en el caso de que el capital físico utilizado coincida aproximadamente con el stock de capital físico disponible, es decir cuando la inversión en el principal motor del desarrollo.

En caso de utilización plena del stock de capital la función de producción explica el PIB y la ecuación de empleo deseado puede deducirse de la ecuación que relaciona la productividad marginal del trabajo con el salario. En este caso la función de producción es un modelo dinámico, porque tiene efecto propagación del impacto de un incremento de la inversión sobre el crecimiento de muchos períodos sucesivos. Se trata de un modelo dinámico en sentido estricto, de acuerdo con la definición de Guisán(2001), que además es superdinámico, ya que los incrementos del PIB implican a su vez un aumento de la inversión que contribuirá a incrementar el PIB futuro.

La función de producción no explica el PIB cuando el capital disponible no puede utilizarse plenamente, no sólo debido a pequeños desajustes coyunturales sino a las restricciones existentes a la expansión económica por el lado de la demanda o por el lado de la oferta de inputs intermedios a través de las relaciones intersectoriales. En el modelo de desequilibrio de Barro y Grossman(1971) la función explicaría en ese caso el nivel de empleo, o al menos el nivel de empleo deseado por las empresas, enfoque que han seguido muchos modelos de tipo keynesiano, explicando el PIB por el lado de la demanda y el empleo mediante la función de producción y un mecanismo de ajuste parcial.

En el enfoque de desequilibrio de Guisán(1983), el nivel de empleo deseado viene dado por la ecuación de productividad marginal en caso de que el PIB esté explicado por la función de producción, y por una función de mantenimiento del tipo de beneficio deseado por las empresas, en caso

de que no se pueda utilizar plenamente el stock de capital disponible. En este enfoque la función de producción sirve para explicar el stock de capital utilizado despejándolo en función del PIB y el empleo.

Contraste de la hipótesis de rendimientos crecientes a escala

En los enfoques mencionados no se tiene en cuenta la ecuación de productividad marginal del capital para explicar el capital utilizado, pues ello es incompatible con la existencia de rendimientos crecientes a escala, situación que parece ser la más frecuente a nivel macroeconómico, como ponen de manifiesto el modelo de USA en 1929-67 estimado por Christensen y Jorgenson(1970) y los modelos de 7 países de la OCDE estimados por Guisán(1980) y (1983).

A continuación presentamos datos y estimaciones de los 7 países de la OCDE y realizamos el contraste de la hipótesis de rendimientos crecientes a escala. Los datos del PIB, Q, y el stock de capital físico, K, están expresados en billones de dólares de 1970 según TCs y los criterios que se mencionan en Guisán(1983), y los datos de empleo en miles de personas.

Tabla 4. Datos de PIB, capital y empleo de Alemania y España

Año	QA	KA	LA	QE	KE	LE
1963	132.870	175.007	26.744	23.780	27.606	11.870
1964	141.780	184.291	26.753	25.250	28.275	11.931
1965	149.770	190.345	26.887	27.080	30.128	11.992
1966	153.500	195.986	26.801	29.330	31.981	12.110
1967	153.250	201.556	25.950	30.580	34.472	12.233
1968	162.890	206.267	25.968	32.340	36.963	12.290
1969	175.640	211.320	26.356	34.850	39.633	12.393
1970	186.140	217.835	26.668	36.940	42.303	12.523
1971	192.150	225.693	26.817	38.700	45.164	12.643
1972	199.170	234.132	26.744	42.000	48.025	12.712
1973	208.920	242.489	26.922	45.530	51.620	12.729
1974	210.050	250.732	26.565	47.950	55.214	13.031
1975	204.620	257.562	25.810	48.260	59.389	13.102
1976	216.030	NA	NA	49.250	63.975	12.883

Nota: Véase Guisán(1983) para definiciones y fuentes de datos.

Tabla 5. Datos de PIB, capital y empleo de Francia y Gran Bretaña

obs	QF	KF	LF	QUK	KUK	LUK
1963	97.860	84.264	19.838	100.180	107.903	24.656
1964	103.990	88.983	20.061	105.820	112.481	24.946
1965	108.950	92.711	20.129	108.210	115.009	25.199
1966	114.640	96.622	20.290	110.210	117.725	25.351
1967	120.000	101.036	20.355	113.110	120.394	24.987
1968	125.120	105.900	20.316	116.970	123.188	24.836
1969	133.870	111.046	20.618	118.570	126.111	24.857
1970	141.540	116.730	20.905	121.530	129.127	24.753
1971	149.060	122.384	21.009	124.890	132.449	24.512
1972	148.180	128.527	21.143	127.950	135.919	24.486
1973	166.770	135.305	21.445	136.370	139.453	25.055
1974	171.380	142.703	21.642	135.490	143.131	25.131
1975	172.530	149.975	21.474	133.340	146.768	25.039
1976	181.840	156.375	21.619	136.820	150.218	24.827

Nota: Véase Guisán(1983) para definiciones y fuentes de datos.

Tabla 6. Datos de PIB, capital y empleo de Italia y Japón

obs	QIT	KIT	LIT	QJ	KJ	LJ
1962	61.910	53.000	20.836	87.130	54.172	45.560
1963	65.350	56.610	20.545	96.280	61.565	45.950
1964	67.070	60.438	20.437	109.000	68.866	46.550
1965	69.190	62.693	19.963	114.590	75.894	47.300
1966	73.180	64.499	19.644	125.800	82.355	48.270
1967	78.320	66.508	19.861	142.060	88.424	49.200
1968	83.270	69.070	19.867	161.200	97.049	50.020
1969	87.990	71.878	19.697	178.460	108.131	50.400
1970	92.380	74.786	19.775	197.870	122.082	50.940
1971	93.810	77.842	19.772	212.350	139.538	51.220
1972	96.770	80.945	19.417	231.300	155.640	51.260
1973	103.490	83.991	19.576	254.020	174.446	52.590
1974	107.560	87.670	19.935	251.360	196.324	52.370
1975	103.780	91.681	20.007	257.470	215.224	52.230
1976	109.620	94.548	20.127	272.930	231.665	52.710

Nota: Véase Guisán(1983) para definiciones y fuentes de datos.

Tabla 7. Datos de PIB, capital y empleo de USA

obs	QU	KU	LU
1963	755.810	534.033	69.768
1964	794.460	553.506	71.323
1965	842.220	580.181	73.034
1966	893.090	614.592	75.017
1967	916.830	650.336	76.590
1968	957.890	683.814	78.173
1969	982.550	718.491	80.140
1970	981.200	754.370	80.796
1971	1009.560	787.738	81.340
1972	1067.610	819.699	83.966
1973	1125.540	854.928	86.838
1974	1111.040	895.185	88.515
1975	1100.210	934.281	87.524
1976	1164.470	966.130	90.420

Nota: Véase Guisán(1983) para definiciones y fuentes de datos.

Tabla 8. Salario medio real en 7 países de la OCDE

obs	WA	WE	WF	WIT	WJ	WU	WUK
1963	4.307	1.845	4.487	3.037	1.956	9.850	3.476
1964	4.549	1.969	4.692	3.221	2.170	10.059	3.628
1965	4.792	2.072	4.855	3.370	2.259	10.168	3.677
1966	4.982	2.246	5.029	3.574	2.388	10.342	3.780
1967	5.145	2.399	5.192	3.782	2.573	10.486	3.932
1968	5.327	2.459	5.444	3.990	2.813	10.730	4.083
1969	5.718	2.645	5.717	4.164	3.084	10.843	4.138
1970	6.041	2.696	5.947	4.465	3.359	11.016	4.349
1971	6.303	2.819	6.232	4.656	3.658	11.264	4.516
1972	6.576	3.030	6.020	4.824	3.979	11.430	4.611
1973	6.941	3.207	6.754	5.149	4.344	11.597	4.825

Nota: Elaborado a partir de datos de la OCDE. Miles de \$70 por trabajador, según tipos de cambio, TCs. Datos de Alemania, A, España, E, Francia, F, Japón, J, USA, U, y Gran Bretaña, UK.

Las ecuaciones 1 y 2 presentan la estimación de la función de producción en el período 1962-76 con datos de panel de los 7 países de la OCDE cuyos datos figuran en las tablas de esta sección. El primero es un modelo lineal y el segundo un modelo potencial, basado en la función Cobb-Douglas. Ambas ecuaciones muestran una elevada bondad del ajuste, siendo mejor el ajuste de la función C-D ya que la SCE respecto a la variable Q proporcionó un valor más bajo que en la función lineal, según se indica en la última fila del cuadro de resultados de la ecuación 2.

Se contrastó la estabilidad de parámetros en esta última función, tanto en el tiempo como en el espacio con resultados satisfactorios, como se expone en Guisán(1980) y (1983).

Ecuación 1. Función de producción lineal con efectos fijos, MCO

Dependent Variable: Q?				
Method: Pooled Least Squares				
Sample: 1962 1976				
Number of cross-sections used: 7. Total panel (unbalanced): 104				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
K?	0.353155	0.083071	4.251257	0.0001
L?	10.70168	1.572006	6.807657	0.0000
TI	2.676402	0.432873	6.182878	0.0000
Fixed Effects				
A--C	-210.2824			
E--C	-135.6201			
F--C	-150.8717			
IT--C	-177.4753			
J--C	-421.5073			
U--C	-168.7327			
UK--C	-216.3288			
R-squared	0.998754	Mean dependent var	241.9444	
Adjusted R-squared	0.998634	S.D. dependent var	306.2924	
S.E. of regression	11.31930	Sum squared resid	12043.89	
Log likelihood	-394.6696	F-statistic	8369.249	
Durbin-Watson stat	0.565024	Prob(F-statistic)	0.000000	

Ecuación 2. Función Cobb-Douglas con panel de 7 países

Dependent Variable: LOG(Q?)				
Method: Pooled Least Squares				
Sample: 1962 1973				
Number of cross-sections: 7. Total panel (balanced) observations: 77				
Convergence not achieved after 500 iterations				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.687253	0.092303	-7.445597	0.0000
LOG(K?)	0.761596	0.050493	15.08330	0.0000
LOG(L?)	0.579684	0.065083	8.906867	0.0000
A--AR(1)	0.914147	0.037001	24.70596	0.0000
E--AR(1)	0.761743	0.193926	3.928011	0.0002
F--AR(1)	1.050948	0.048233	21.78911	0.0000
IT--AR(1)	1.116305	0.055188	20.22738	0.0000
J--AR(1)	0.802772	0.163055	4.923315	0.0000
U--AR(1)	0.987532	0.086572	11.40710	0.0000
UK--AR(1)	0.906717	0.034808	26.04887	0.0000
R-squared	0.999533	Mean dependent var	4.929390	
Adjusted R-squared	0.999471	S.D. dependent var	0.956444	
S.E. of regression	0.022005	Sum squared resid	0.032442	
Log likelihood	189.9684	F-statistic	15946.34	
Durbin-Watson stat	1.747017	Prob(F-statistic)	0.000000	
		Sum squared resid de Q?	4025.64	

La suma de las elasticidades output/trabajo y output/capital resultó igual 1.326 y el contraste de esta combinación lineal de parámetros respecto a la hipótesis unitaria se rechazó frente a la hipótesis alternativa de rendimientos a escala creciente con una t de Student igual a 14.73 y por lo tanto mayor que el nivel crítico que para el contraste de una sola cola al nivel del 5% es en este caso 1.67, según se expone en Guisán(1983).

La estimación de la función lineal por MCG, con autocorrelación, y con efectos fijos de la función lineal, presentó una SCE menor que la función C-D, pero presenta problemas de perturbaciones no estacionarias pues algunos de los coeficientes de autocorrelación estimados son superiores a uno.

En la función de producción lineal puede tener importancia la desagregación del factor trabajo en varios niveles de acuerdo con el nivel educativo y posiblemente ello disminuya el grado de autocorrelación de acuerdo con la experiencia del estudio de Guisán(1976b).

Modelos de empleo

Un enfoque econométrico para explicar y predecir el nivel de empleo consiste en explicar y predecir Q_i y PM_i y después deducir el empleo por cociente entre ambas. En este enfoque la evolución de PM_i en general tiene relación con la evolución del salario. Un segundo enfoque consisten en utilizar la función de producción para deducir el nivel de empleo deseado y un mecanismo de ajuste parcial para relacionar el empleo real con el deseado por las empresas. Un tercer enfoque se basa en la ecuación de productividad marginal del trabajo y relaciona el nivel de empleo con el cociente entre el PIB y el salario. Un cuarto enfoque considera que el empleo máximo deseado por las empresas se determina por la ecuación de mantenimiento del tipo de beneficio deseado cuando el capital no puede utilizarse plenamente. En Guisán(1983) y (1987) se estiman y contrastan modelos de empleo bajo los enfoques 3 y 4.

6.3. Efectos directos e indirectos de la educación sobre el desarrollo.

El lado de la oferta, en los estudios econométricos de desarrollo económico, ha prestado una gran atención durante las últimas décadas del siglo veinte, a los efectos que la educación tiene sobre la función de producción. Algunos de los principales enfoques se recogen en el documento de Neira y Guisán(2002)y en otros que allí se citan.

La escuela Neoclásica que dominó el pensamiento económico hasta entrado el siglo XX, presenta dos aportaciones básicas relativas a la relación crecimiento económico y educación, que se difundieron en las décadas de 1950 y 1960. El desarrollo de la teoría del capital humano por una parte y el modelo de Solow por otra.

El desarrollo de la teoría del capital humano durante la década de los sesenta se produjo a raíz de la introducción de este concepto por parte de

Fisher, dado el gran arraigo de esta teoría durante los años sesenta, son numerosos los trabajos que se desarrollaron bajo su amparo, pero serán las aportaciones de Schultz, y Becker, las que constituirán los pilares básicos en los que se sostiene esta teoría.

Esta teoría, considera la educación del individuo como una forma de inversión, que le supondrá una renta que no obtendría si no dispusiese de dicho capital, se trata pues de una inversión en el propio individuo y de ahí deriva su calificación como "capital humano". En ella se consideran las inversiones educativas como una forma de mejorar las capacidades innatas de las personas, produciendo un incremento en su productividad. Este aumento del rendimiento de los trabajadores se ve acompañado por un aumento en sus salarios.

El factor residual y el crecimiento endógeno

Los años cincuenta constituyeron la década de redescubrimiento del capital humano, si bien en estos trabajos lo que se analizan son simples correlaciones entre educación y crecimiento de la economía, y no será hasta el resurgimiento de las teorías del crecimiento endógeno cuando ésta alcance su punto álgido.

Los primeros análisis del tema se basan en simples correlaciones entre educación y desarrollo económico. En Neira(2002) se citan los siguientes estudios de correlación: Tilak (1989) recoge una serie de trabajos que se desarrollan en esta línea de investigación. Entre estos señala los de Curle (1964) que analiza el ingreso per capita para 50 países en el período 1954-59, obteniendo una correlación de 0.53 entre éste y el porcentaje de gasto en educación en el PIB y 0.64 con el número de alumnos en educación superior a primaria. McLelland (1966) obtiene una correlación positiva entre ratios de escolarización secundaria y crecimiento económico entre 1920 y 1950 para 21 países desarrollados.

Después de esta primera aproximación a través del análisis de las correlaciones, surgen el enfoque denominado "factor residual", este enfoque basado en la teoría neoclásica, considera los incrementos de producción de un país a través de los inputs más habituales (trabajo y capital), tratando de cuantificar que parte del crecimiento es debido a

dichos índices, y considerando el resto del incremento como un factor residual consecuencia de otras variables. Dentro de este residuo, una parte importante vendría explicada por el capital humano.

El trabajo de Solow (1956) que supone la base para numerosos trabajos relativos al crecimiento económico, y que desarrollaremos más adelante especifica una función de producción lineal y homogénea, y suponiendo neutral el cambio tecnológico, calcula que el efecto del factor residual representa el 90% del incremento de producción por hora de trabajo para USA durante el período 1915-1955. Denison (1967) atribuye 3/5 partes de este factor residual a las mejoras educativas.

En el trabajo de Tilak y otros que se citan en Neira(2002) recogen algunos estudios llevados a cabo en la década de los setenta y primeros ochenta, en los que se encuentran resultados muy diferentes respecto a la contribución de la educación al desarrollo económico, pero en la mayoría se observa un efecto positivo de la educación para el crecimiento de las economías en diferentes períodos de estudio.

La endogeneización del progreso técnico dará lugar a nuevos modelos desarrollados que se denominan “modelos de crecimiento endógeno”, partiendo del trabajo de Solow (1956) y Denison (1967) se analiza el factor residual, en el cual tendrá un gran protagonismo el factor educativo.

Los nuevos investigadores de las teorías del crecimiento ya no consideran que la tecnología crece a una tasa exógena, sino que incluyen el modelo nuevos factores que llevan a lograr tasas de crecimiento positivas a largo plazo. Estos factores van desde la inclusión del capital humano, el gasto público, el I+D, etc., consiguiendo así explicar la parte del crecimiento que en el modelo de Solow formaba parte del residuo.

Principales enfoques econométricos del capital humano

En esta línea de investigación debemos distinguir por una parte los modelos de crecimiento endógeno, que incluyen el capital humano como uno de los diversos factores que ahora se introducen en la función de producción sin exigir el cumplimiento de las hipótesis neoclásicas, grupo en el que destaca el modelo de Lucas(1988) y por otra parte lo que se ha

denominado el modelo de Solow-ampliado, en el que Mankiw, Romer y Weill (1992) partiendo del modelo de Solow, amplían el modelo neoclásico considerando un nuevo factor productivo constituido por el capital humano.

La consideración del capital humano en la función de producción como un factor de producción conduce en los distintos enfoques ha conducido a resultados contradictorios y a veces insuficientes respecto al verdadero papel de la educación en el desarrollo, y ello lleva a varios autores a plantearse cual es la forma más adecuada de medir dicho efecto.

Así tenemos que remontarnos al pionero trabajo de Nelson Y Phelps(1966) en el que planteaban una cuestión importante en cuanto al capital humano y que sería tenida en cuenta a partir de entonces por la mayoría de los investigadores a la hora de tratar el efecto del capital humano en el crecimiento económico. Plantean un doble papel para el capital humano en la función de producción, que denomina efectos “tasa” y efectos “nivel”, ya que consideran que la simple inclusión del capital humano sólo como un factor más es un error, al ignorarse de este modo el efecto que produce también sobre la tasa de crecimiento de la tecnología (efecto tasa). Es decir, se considera un efecto de “nivel” a la inclusión del capital humano en la función de producción como un factor productivo más, mientras que un efecto “tasa” vendría dado por su interrelación a través del efecto que el capital humano ejerce en el I+D.

Presentan dos modelos teóricos en los que se considera la relación entre la educación y la difusión de tecnología, considerando que esta avanza a un ratio exponencial λ , el cual es una función creciente del nivel educativo. Siendo además la educación a su vez una función creciente de λ . Otro resultado de interés al que llegan es el hecho de que el efecto de la educación es mayor en las economías tecnológicamente más avanzadas, existiría en cierta forma un efecto “umbral” para la tecnología a partir del cual la educación tendría un efecto más positivo.

En la década de los 70 y 80 se realizaron algunos interesantes investigaciones econométricas con datos internacionales de tipo cross-section aplicadas para medir la influencia de la educación sobre el crecimiento del PIB, de la productividad, y de la tecnología, como los de Guisán (1976a) y (1976b), aplicados a los países de la OCDE, los cuales

mostraron una importante influencia positiva de la educación sobre el crecimiento de la productividad marginal y media del trabajo, y también una importante relación positiva entre el incremento del cociente capital/trabajo, K/L , y la demanda de empleo con mayor nivel educativo.

Las dificultades para la obtención de datos estadísticos comparativos ha hecho que se realizaran muy pocos estudios hasta la última década del siglo veinte, en la que la mayor disponibilidad de los datos estadísticos, y un interés creciente por las comparaciones internacionales ha hecho que los estudios sean más numerosos. El hecho de que algunos estudios proporcionaran resultados no concluyentes o contradictorios demuestra la dificultad de modelización del importante efecto de la educación, por diversas causas como la multicolinealidad, especialmente presente en los estudios de series temporales.

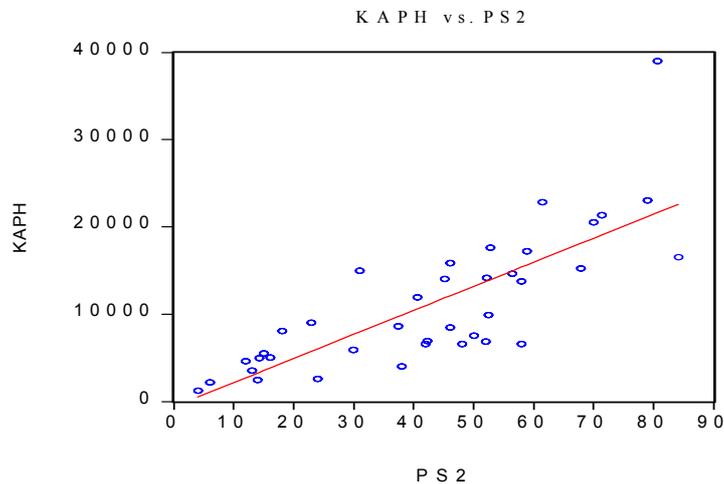
Según Neira y Guisán(2002), también ha contribuido a la dificultad de aislar el efecto de la educación el hecho de que la elasticidad del output respecto al trabajo en la función de producción C-D, sea hasta cierto grado independientes del nivel educativo, ya que el efecto de éste incrementa tanto la productividad marginal como la productividad media, de forma que la elasticidad como cociente de ambas apenas varía, pero ello no significa que la educación no tenga un importante efecto positivo sobre el desarrollo económico. Consideran que los efectos indirectos que la educación produce sobre el desarrollo son muy importantes. En dicho estudio se analizan los enfoques del efecto inversión de Barro, Benhabid y Spiegel, y Neira y Guisán, todos ellos con interesantes resultados respecto al importante efecto positivo que el incremento del nivel educativo de la población tiene sobre el capital físico por habitante, y por lo tanto sobre el incremento de productividad media y marginal del trabajo.

En cuanto a los efectos sobre la moderación del crecimiento demográfico, ya hemos citado en la sección 1.3 de este libro las importantes conclusiones del estudio internacional realizado por Guisán, Aguayo y Expósito(2001), en el que se comprueba que el efecto medio de un incremento de dos años de escolarización es la reducción de una unidad en tasa de fertilidad, ya que las familias con mayor nivel educativo, en promedio, tienen comportamientos más moderados en el crecimiento demográfico que las familias con menores estudios. Los efectos de la

educación sobre el capital social también han sido destacados por varios autores, como se pone de manifiesto en Portela y Neira(2002).

El gráfico 1 muestra la relación positiva entre el stock de capital por habitante, KAPH, y el nivel educativo medido por la variable PS2 (% de población adulta con estudios secundarios de segundo ciclo completos).

Gráfico 1. Relación lineal entre KAPH y PS2



Neira y Guisán(2002) presentan la estimación de las relaciones entre el PIB por habitante, PH , el stock de capital físico (KAPH) y el nivel educativo (PS2) se realiza para 19 países de la OCDE, en los quinquenios comprendidos entre 1965-90, disponiendo por lo tanto de un panel de 6 años para 19 países.

La ordenada en el origen no aparece homogénea para el conjunto de la muestra, por lo que se ha procedido a la estimación del modelo teniendo en cuenta la posibilidad de un efecto diferente en la ordenada en el origen para cada país, recogido a través de la estimación del modelo de efectos fijos, obteniendo resultados que figuran en las tabla 7.

La estimación de las relaciones entre el crecimiento del PIB, el stock de capital físico (KAPH) y el nivel educativo (PS2) se realiza para 19 países de la OCDE, en los quinquenios comprendidos entre 1965-90, disponiendo por lo tanto de un panel de 6 años para 19 países.

La ordenada en el origen no aparece homogénea para el conjunto de la muestra, por lo que se ha procedido a la estimación del modelo teniendo en cuenta la posibilidad de un efecto diferente en la ordenada en el origen para cada país, recogido a través de la estimación del modelo de efectos fijos, obteniendo resultados que figuran en las tabla 7.

Tabla 9. Estimación de la función de producción por habitante

Explanatory variables	Intercept: Fixed effects
	Coefficients
C	
LOG(KAPH)	0.545719 (0.022366)
LOG(PS2)	0.070636 (0.022325)
R ²	0.999872

D1PS2 es el producto de una variable ficticia, D1, por el stock de capital humano. La variable D1 toma valor igual a uno en los casos de Canadá, Austria, Finlandia y Suiza, que son algunos de los países con mayor gasto y nivel educativo y en los que esta variable presenta un efecto positivo más elevado que en los demás.

D2KAPH es el producto una variable ficticia, D2, por KAPH. La variable D2 toma el valor uno en los casos de Nueva Zelanda y Noruega, por aparecer en estos países un coeficiente estimado menor para la variable KAPH. Ello podría deberse a un problema de sobreestimación de dicha variable o a otras causas particulares de dichos países.

El modelo confirma el efecto significativo del nivel educativo sobre el incremento del stock de capital por habitante.

Tabla 10. Resultados de la estimación con un panel anual de 19 países en 1965-90

Variable dependiente KAPH Sample(adjusted): 1965 1990 Total panel observaciones 475			
Variable	Coefficientes Modelo 1	Coefficientes Modelo 2	Coefficientes Modelo 3
KAPH (-1)	1.025939 (0.003090)	1.022485 (0.003295)	1.015060 (0.005274)
PS2	1.874395 (0.758456)	2.457874 (0.729965)	4.077858 (1.236395)
D1PS2		2.564441 (0.663590)	2.719511 (1.022978)
D2KAPH		-0.012965 (0.003012)	-0.014135 (0.004393)
R-squared	0.997645	0.997875	0.998355
Durbin-Watson	1.063424	1.166542	1.987805

Nota: Los términos entre paréntesis son las desviaciones típicas estimadas.

El estudio de Arranz, Freire y Guisán(2001) también analiza el impacto de la educación sobre el desarrollo en los países de la OCDE.

6.4. Referencias bibliográficas

ARRANZ, M.; FREIRE, M^AJ., GUISÁN, M.C.(1997). “An International Comparison of Education, Growth and Employment” . *Investigación Económica*, Vol. LXI, N.235, pp. 45-64, UNAM, México.

ARROW, K.J.; CHENERY, B.S. MINHAS, B.S. y SOLOW, R.(1961). “Capital labor substitution and economic efficiency”. *The review of Economics and Statistics*, nº 3, vol XLIII.

BARRO,R.(1997a). “*Determinants of Economic Growth*”. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

BARRO, R and GROSSMAN, H.I.(1971). "A general disequilibrium model for Income and Employment". *American Economic Review*, Vol.1, pp.82-93.

BENHABID, J. y SPIEGEL, M.(1994). "The role of human capital in economic development. Evidence from aggregate cross-country data" *Journal of Monetary Economics*, nº 34, pgs 143-173.

CHRISTENSEN, L.R. y JORGENSON, D.W.(1970). "U.S. Real Product and Real Factor Input 1929-67". *Review of Income and Wealth*, March 1970.

DENISON, E.(1967). "*Why Growth Rates Differ? Postwar Experience in Nine Western Countries*". The Brookings Institution, Washington D.C., 1967.

GUISÁN, M. C.(1975). "Estudio econométrico de las funciones agregadas de producción". Resumen de Tesis doctoral. Universidad de Santiago.

GUISÁN, M.C. (1976a). "La heterogeneidad del factor trabajo y la función agregada de producción. Un análisis teórico y empírico". *Revista española de economía*, septiembre-diciembre 1976, pgs 247-256.

GUISÁN, M.C (1976b) "Nivel educativo de la población activa y evolución del empleo en España" *Económicas y empresariales*, revista de la UNED, pgs 140-149.

GUISÁN, M.C.(1980). "*Forecasting Employment through an International Cobb-Douglas Function*". Comunicación presentada en el 4th Econometric Society World Congress, ESWC, Aix-en-Provence, agosto 1980.

GUISÁN, M.C.(1983). "*La predicción de la renta y el empleo*". Universidad de Santiago de Compostela.

GUISÁN, M.C.(1987). "Contrastes de especificación en modelos anidados y no anidados de empleo.". Documento de la Cátedra de Econometría de la USC. Actualización pendiente en *Economic Development* nº78.¹

GUISAN, M. C. (1997). "Economic growth and education: a new international policy".²² SID World Conference, documento de la serie *Economic Development* n.18, de la Euro-American Association of Economic Development Studies, free downloadable.¹

GUISAN, M.C.; AGUAYO, E. y EXPOSITO, P.(2001). "Economic Growth and Cycles: Cross-country Models of Education, Industry, Fertility and International Comparisons". *Applied Econometrics and International Development*, Vol. 1-1, pp. 9-37.¹

MANKIW, G.N., ROMER, D. , WEIL, D.N. (1992). "A contribution of the empirics of economic growth". *The Quaterly Journal of Economics*, may 1992, pgs 407-437.

NEIRA, I. (1998). "*Educación y crecimiento mundial: estudio econométrico del impacto del capital humano*". Tesis Doctoral. Servicio de Publicaciones. Universidad de Santiago de Compostela.

NEIRA, I. (2003). Modelos econométricos de capital humano: Principales enfoques y evidencia empírica. Documento de la serie *Economic Development* n° 64.¹

NEIRA, I. GUISAN, M.C. (2002) *Modelos econométricos de capital humano y crecimiento económico: Efecto inversión y otros efectos indirectos*. Documento de la serie *Economic Development* n° 62.¹

NELSON y PHELPS(1966). "Investments in human, technological diffusion and economic growth" *American Economic Review*. Papers and Proceedings.

OCDE, varios años. Education at a glance. OCDE Indicators. París.

OCDE, varios años. Labour Force Statistics. París.

OCDE, varios años. National Accounts Statistics. París.

SOLOW, M. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth" *Quaterly Journal of economics*, LXX; pgs 65-94.