

Predicción del Nivel Cognitivo en Estudiantes Secundarios Ecuatorianos Mediante el Uso de Redes Neuronales Artificiales

R. Cueva, MSc.¹, J. Calderón, MBA¹, N. Medina A., PhD.², J.C. Almachi, MSc.¹, E. Bone, MSc.¹, M. Medina, MSc.¹ y J. Montenegro, MSc.¹

¹Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Formación Básica, Ecuador

²Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Física, Ecuador

ruth.cueva@epn.edu.ec, edwin.bonee@epn.edu.ec

Resumen— Las redes neuronales presentan un amplio campo de aplicación, por ejemplo, en la medicina, en procesos industriales y en la educación, es este último campo su aporte se presenta desde los primeros años del siglo XXI. En este documento se explica el uso de redes neuronales como método para predecir el nivel cognitivo de estudiantes secundarios ecuatorianos, al considerar factores socioeconómicos para distintos años y países latinoamericanos participantes en las pruebas PISA, los factores considerados fueron: años promedio de educación de los padres, salario medio unificado, tasa de fertilidad, atención médica en la infancia temprana, escolaridad, inversión del país en educación y tasa de embarazo adolescente.

Los resultados de la predicción mediante redes neuronales muestran que el nivel cognitivo del Ecuador para el año 2015 es de aproximadamente 403.

Palabras Clave—Nivel cognitivo, redes neuronales, pruebas Pisa, educación.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo cognitivo en las personas empieza desde la etapa de la infancia, y está determinado por factores socioeconómicos y familiares, antes de empezar su vida escolar, este ambiente determina en gran porcentaje el nivel cognitivo que presenta una persona a lo largo de toda su vida [1].

El nivel cognitivo es un factor importante al considerar el desarrollo de un país, esta idea se fundamenta en estudios realizados a aquellos países con mayor desarrollo económico, los mismos que presentan mejores coeficientes cognitivos en comparación con los países de menor desarrollo, es decir, mejorar el nivel cognitivo de la población asegura que la brecha global de riqueza disminuya [2].

La etapa escolar enriquece las habilidades cognitivas desarrolladas por las personas en la infancia, al constituirse como un medio propicio para el aprendizaje. El nivel cognitivo de una persona corresponde a las habilidades que ésta tiene para resolver problemas reales, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) es el organismo responsable del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), programa desarrollado desde 1997 hasta

1999, que mide el nivel cognitivo de los países participantes y dentro del cual se miden las habilidades cognitivas del estudiante en las áreas de matemática, ciencia y lengua. Estas pruebas se realizan cada tres años para evaluar las mejoras implementadas en el sistema educativo de los países participantes [3].

Las pruebas PISA son aplicadas a estudiantes secundarios de entre 15 años tres meses hasta 16 años y dos meses. El Ecuador ingreso al Programa PISA en el año 2016 y a finales del año 2017 se llevaron a cabo las pruebas con la participación de 6500 estudiantes secundarios, sus resultados se esperan sean publicados en el año 2019 [4].

Para el presente estudio asociamos el nivel cognitivo de los estudiantes al puntaje promedio obtenido de las áreas que se evalúan en las pruebas PISA, como Sufian, N. et al. propone en su estudio [5][6][7].

Para predecir el nivel cognitivo de estudiantes secundarios se utilizaron redes neuronales artificiales (RNA), las redes neuronales abordan problemas que a menudo son difíciles de resolver, como el habla y reconocimiento de patrones, pronósticos del clima, pronósticos de ventas, programación de circuitos de autobuses, pronóstico de carga de energía, el uso de RNA dentro del área de la educación no es nuevo, su uso ha sido probado entregando resultados acertados en los casos aplicados. Su utilización inicia en los primeros años del siglo XXI y se ha recurrido a esta herramienta para predecir, por ejemplo, índices de aprobación en centros educativos, lo que facilita el manejo y la planificación de la actividad escolar, se ha usado además para predecir índices de abandono escolar y determinar qué factores son los mayormente influyentes, entre otras aplicaciones [8].

Las RNA son el método más general de análisis de regresión. Algunas de las ventajas de la red neuronal sobre la regresión convencional es que utilizan algoritmos de aprendizaje adaptativo ya que se actualizan fácilmente a medida que aumentan los datos históricos, es decir se extiende su base de conocimiento. El procesado de datos en las RNA es no lineal

lo que incrementa su capacidad para aproximar funciones y aumentan su inmunidad frente al ruido [8].

1.1 Factores Socio económicos

El presente estudio tiene como objetivo predecir el nivel cognitivo de los estudiantes de todo un país, estudios realizados previamente demuestran que es posible establecer habilidades cognitivas individuales y relacionarlas con la consideración de factores socioeconómicos [9] [10].

Los factores considerados como influyentes para la determinación del nivel cognitivo se han seleccionado en base al estudio de Sufian, N. et al. 2016 y se detallan a continuación [5]:

- Años promedio de educación de los padres, estudios han demostrado que el nivel educativo de los padres influye directamente con el desarrollo de las habilidades cognitivas de los hijos, ya que los conocimientos adquiridos por los padres son transmitidos [11], se interesan más en la educación formal de sus hijos, proporcionan un estímulo mental y favorecen la transmisión de conocimientos [12]. Padres con estudios poseen mejores conocimientos de salud, lo que permite mantener en el hogar una cultura de prevención de enfermedades y mejor alimentación. [13]. Padres con mayor nivel de estudios cuentan con mayores ingresos económicos lo que asegura la atención médica y costos de educación complementaria de los hijos.

- Salario medio unificado, se considera como una aproximación al ingreso familiar, este factor tiene efectos sobre las habilidades cognitivas ya que un mayor ingreso puede directamente asegurar una buena alimentación de los hijos además de reducir la tasa de fertilidad. Un mayor ingreso económico al hogar puede desalentar a los padres a abandonar su trabajo y dedicarse exclusivamente a la crianza de los hijos [14].

- Tasa de fertilidad adulta, influye en el desarrollo de habilidades cognitivas debido a que un número creciente de hijos obliga a que los padres presten una menor atención o inversión de capital humano a cada hijo [15].

- Salud en la infancia temprana, medida en el estudio como el índice de mortalidad para menores de 5 años, una mala salud y mal nutrición en la infancia disminuye la capacidad cognitiva futura de los niños. Estudios demuestran que la ingesta de una adecuada nutrición aporta al desarrollo de células cerebrales. Niños de bajo peso o desnutridos pueden experimentar una pérdida de año escolar o un nivel cognitivo inferior [16].

- Escolaridad, se analizó en la presente investigación como el número de estudiantes que no ingresaron a la educación formal, se interpretó de la siguiente manera: países con menor número de adolescentes representan una mayor demanda de educación

formal, la misma que enriquece las habilidades cognitivas y el conocimiento de los niños [17].

- Inversión del país en educación, considerado como un factor que determina la partición del Estado en la formación de sus miembros. Si bien es un factor que marca diferencia entre países y sus respectivos ingresos, refleja en parte como el Estado influye en su política de educación [18].

- Tasa de embarazo adolescente, factor analizado debido a que niños de madres adolescentes presentan un riesgo mayor de desnutrición y un nivel de educación de los padres menor o nulo.

1.2. Redes neuronales artificiales

Una red neuronal artificial (RNA) son modelos matemáticos basados en redes neuronales biológicas presentes en el cerebro humano, presentan características similares a éstas como flexibilidad, función paralela, y tolerancia a errores [19]. Las RNA aprenden tareas y determinan cómo reaccionarán a nuevas tareas mediante la creación de su propia experiencia o entrenamiento en la etapa llamada aprendizaje [20]. Uno de los usos comunes de una red neuronal es el ajuste de curvas, con parámetros de entrada multivariados y no lineales.

Estructura de una RNA

Una red neuronal artificial está compuesta por varias capas como se muestra en la Fig. 1, La estructura de una red multicapa más simple cuenta con una capa de entrada, una de salida y una capa oculta.

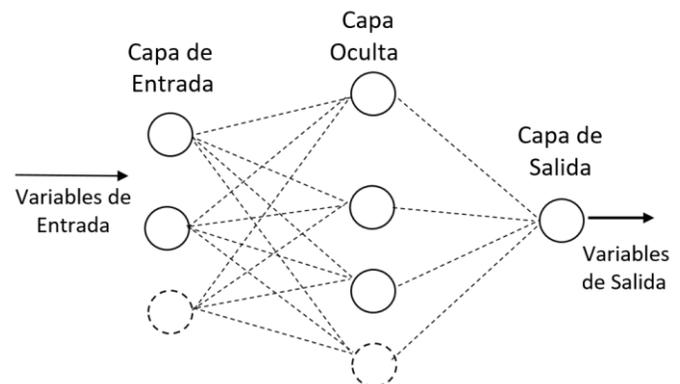


Fig. 1 Estructura de una red neuronal multinivel [16].

Cada una de las neuronas está interconectada con las neuronas de la capa siguiente mediante pesos, o factores de multiplicidad. Para la etapa de entrenamiento es necesario definir como entradas un conjunto de datos que actuarán como muestras, y un conjunto de salidas correspondientes para cada una de las muestras. En función de la minimización del error cuadrático

medio (MSE) se ajustan los pesos que interconectan a las neuronas con su capa siguiente.

En la etapa de aprendizaje o entrenamiento se ajustan los pesos, dichos elementos son semejantes a las fuerzas sinápticas de las neuronas biológicas. Los pesos son coeficientes que pueden adaptarse dentro de la red y determinan la intensidad de entrada, registrada por la neurona artificial, debida al valor de salida de las neuronas de la capa anterior, o por los valores de entrada en la primera capa; estos pesos pueden ser modificados en respuesta de los ejemplos de entrenamiento [21].

Entrenamiento de una RNA

Para inicializar el proceso de entrenamiento de una red neuronal multicapa es necesario definir el número de capas ocultas y su número de neuronas por capa. En la Fig. 2 se muestran las dimensiones de la RNA utilizada en este trabajo.

Una vez que se tenga definida la dimensión de la red, se debe escoger el método de entrenamiento.

De los métodos de entrenamiento destaca la regularización Bayesiana, basada en el método Levenberg- Marquard, útil para pequeñas muestras de entrenamiento y que además pueden presentar ruido[22]. El ajuste de los parámetros se basa en métodos de minimización del MSE. Para obtener criterios de rendimiento de la red, se debe considerar el error cuadrático medio del conjunto de datos de entrenamiento y validación.

Este tipo de entrenamiento o regulación, requiere de un tiempo de entrenamiento relativamente más largo que otros métodos, pero constituye una regulación robusta, disminuyendo el problema de sobreentrenamiento de la red neuronal.

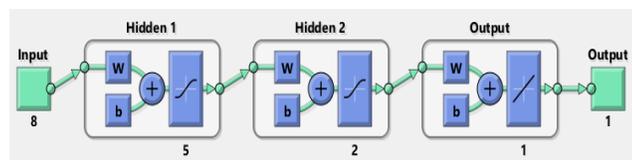


Fig. 2 Dimensiones de una red neuronal Artificial [22].

II. METODOLOGÍA

En este apartado se describe la metodología utilizada. Para establecer la base de datos requerida para el entrenamiento de la red neuronal se consideraron los resultados de las pruebas PISA para las áreas de matemática, lengua y ciencias en los años 2006, 2009, 2012 y 2015, de los países participantes de la prueba PISA. Se analizó con mayor detalle los resultados obtenidos por países latinoamericanos participantes: Argentina, Colombia, Chile, Perú y Uruguay; los valores se obtuvieron de la base de datos de la OCDE [23]. Los datos de nivel cognitivo se determinaron como promedio por país de los puntajes

obtenidos en las áreas de matemática, lengua y ciencias de las pruebas PISA.

Para los datos de los siguientes factores socioeconómicos: tasa de fertilidad adulta, tasa de embarazo adolescente y tasa de mortalidad para menores de 5 años se consideró el año de nacimiento de los estudiantes participantes en la prueba PISA, es decir restando 15 años del año correspondiente a la prueba [5].

Para la información sobre los años de educación de los padres se consideró un rango de 19 a 25 años de diferencia con relación al año en el que se realizó la prueba PISA; los demás factores se determinaron para el año correspondiente a la realización de la prueba PISA. Se utilizó como fuente de información para cada factor socioeconómico las estadísticas de indicadores del Banco Mundial [24] por país.

En el apéndice 1 se muestra la base de datos utilizada en el presente estudio.

Para el entrenamiento de la red neuronal multicapa se contó con ocho datos de entrada correspondientes a cada uno de los factores socioeconómicos enumerados anteriormente, y con un parámetro de salida, que es la media de valor cognitivo por país. Se definió una red con una capa de entrada con ocho neuronas y una capa de salida con una neurona. La base global de datos se dividió aleatoriamente en tres subconjuntos, un conjunto de datos para el entrenamiento, para validación y para el test, a razón de 70%, 15% y 15% respectivamente.

Selección de neuronas en las capas ocultas

No existe una regla que defina el número de capas y de neuronas por capa que deba tener una red neuronal para cada aplicación, sin embargo, un parámetro que debe tomarse en cuenta es el MSE generado por del conjunto de datos para el entrenamiento con el conjunto de datos de validación [25].

Mediante un proceso iterativo para encontrar la RNA que presente un menor error de estimación, se determinó que la red debe estar conformada por 2 capas ocultas, con 5 neuronas en la primera capa oculta y 2 neuronas en su segunda capa oculta, a más de la capa de entrada que cuenta con 8 neuronas y la capa de salida que cuenta con 1 neurona, como ya se mencionó. Para el diseño y entrenamiento de la red neuronal se utilizó el programa de simulación MATLAB. El método de entrenamiento seleccionado fue la regularización Bayesiana.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez diseñada la red neuronal se verificó su validez mediante el análisis del MSE obtenido para los datos de salida y los valores reales o valores objetivos, En la Fig. 3 se muestra el MSE por época, las curvas de validación y prueba son similares. Se observa que la red no presenta un sobre ajuste, puesto que el MSE del conjunto de datos de entrenamiento, validación y test son muy cercanos.

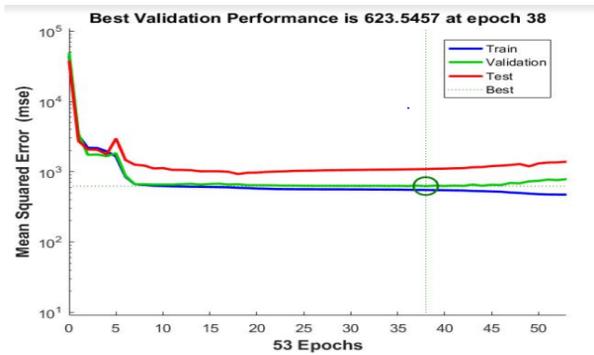


Fig. 3 Resultados del MSE entre objetivos y datos de salida

Para validar la RNA se crean además diagramas de regresión que muestran la relación entre los resultados de la red y los objetivos. Si el entrenamiento fuese perfecto, los resultados de las salidas de la red y los valores objetivos serían iguales, pero esta relación rara vez se presenta en la práctica. Para la RNA diseñada el coeficiente de regresión lineal (R), para los casos de entrenamiento, validación y prueba que se muestran en la Fig. 4, dichos coeficientes son cercanos a la unidad, confirmando así el correcto diseño de la RNA propuesta para el caso de estudio.

Los resultados obtenidos de la salida de la red neuronal del nivel cognitivo para los países de Latinoamérica por cada año, frente al valor real, se muestran en la Fig. 5. Es posible comprobar la precisión de la RNA y la existente correlación entre los factores socioeconómicos seleccionados con el nivel cognitivo promedio.

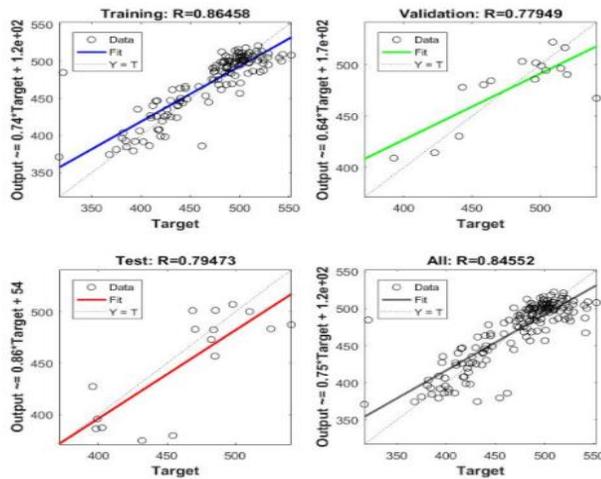


Fig.4 Resultados de la regresión lineal

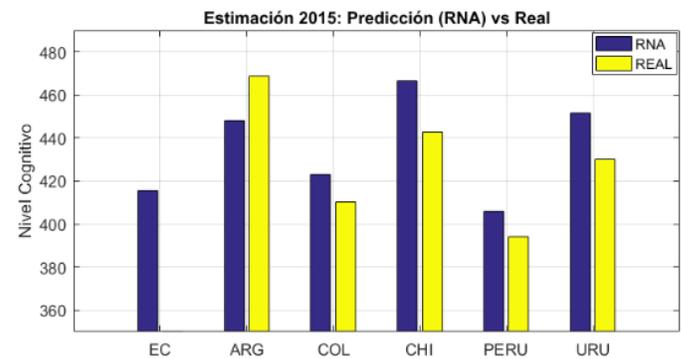
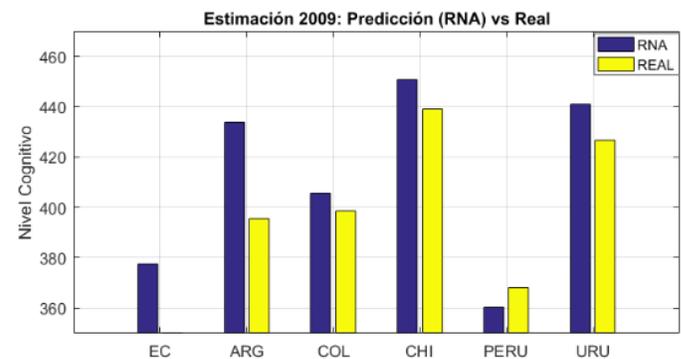
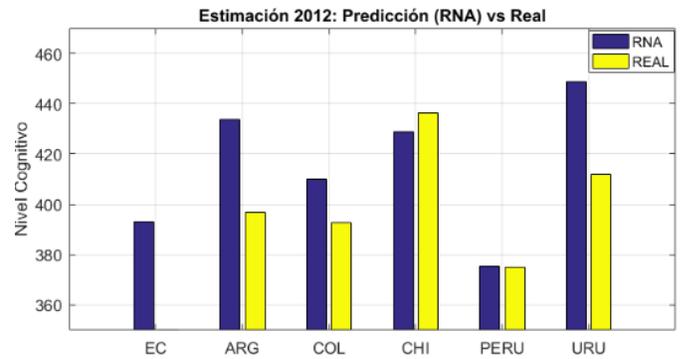
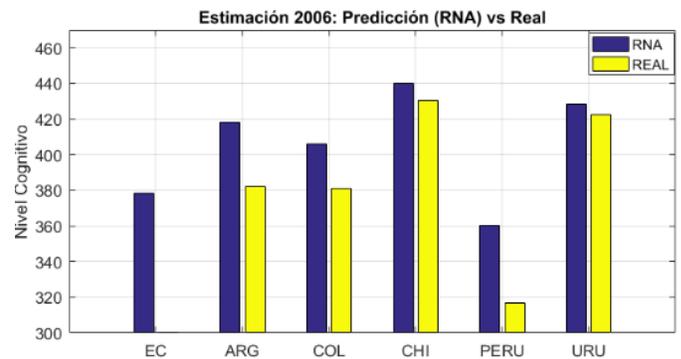


Fig. 5 Resultados nivel cognitivo

Como se puede observar en la Figura 5 los datos obtenidos de la RNA no difieren mayormente de los datos reales; para el año

2006 el nivel cognitivo presenta un mayor error de estimación con un error porcentual de 7.0%, y se registra un menor error porcentual de estimación para 2009 con 3.9%, para los años restantes el error porcentual se mantiene entre estos límites.

Los valores de nivel cognitivo real y los datos obtenidos mediante predicción, para los países latinoamericanos considerados, en los años establecidos para el estudio se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos nivel cognitivo real y predicción

País	2006		2009		2012		2015	
	Real	Predicción	Real	Predicción	Real	Predicción	Real	Predicción
Argentina	382	404	396	427	397	442	469	445
Colombia	381	396	399	411	393	415	410	433
Chile	430	425	439	446	436	430	443	478
Perú	317	371	368	372	375	382	394	392
Uruguay	423	414	427	428	412	440	430	447
Ecuador	-----	376	-----	393	-----	393	-----	403

En la Fig. 6, se muestra la predicción del nivel cognitivo de los estudiantes ecuatorianos desde el año 2006 hasta el año 2015.

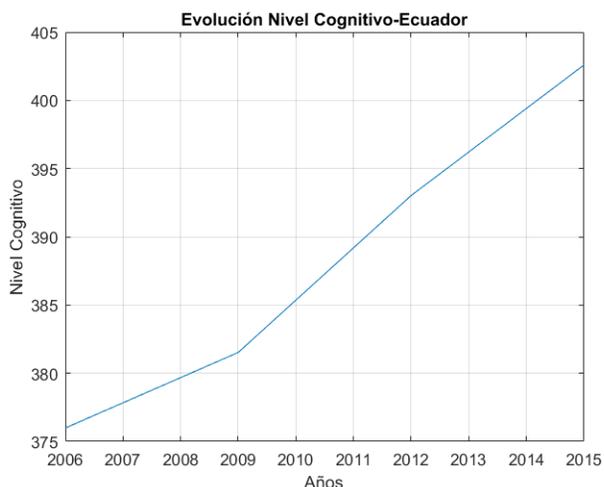


Fig. 6 Resultados nivel cognitivo – Ecuador

IV. CONCLUSIONES

Mediante los resultados de este estudio se determinó que el modelo de RNA, es adecuado para la predicción del nivel cognitivo de los estudiantes ecuatorianos, estos resultados fueron comparados con los obtenidos por regresión lineal en el trabajo realizado por Almachi, J. et al comprobando con ello la precisión de los datos.

El modelo propuesto está constituido por una red neuronal multicapa, con una capa de entrada conformada por 8 entradas, 2 capas ocultas, con 5 neuronas en la primera y 2 neuronas en

su segunda capa y una capa de salida conformada por 1 neurona. El mecanismo de aprendizaje seleccionado fue la regularización Bayesiana.

Con el modelo establecido en el presente trabajo se logró una adecuada estimación del nivel cognitivo de los estudiantes de los países considerados. Se obtuvo un máximo error porcentual del 7.0% en el año 2006, y un mínimo de 3.9% para el año 2009.

Según el presente estudio al considerar los factores socio-económicos detallados anteriormente, como determinantes en la predicción del nivel cognitivo, los estudiantes ecuatorianos obtuvieron un valor de 403 para el año 2015.

El uso de redes neuronales para predicción de datos constituye un método confiable y provee de información válida para la toma de decisiones. Mediante los resultados del presente estudio y comparado con los datos de países de Latinoamérica que presentan un mayor nivel cognitivo como Chile y Argentina, es posible inferir que para que en el Ecuador se pueda incrementar su nivel cognitivo es necesario adoptar medidas que fortalezcan o que mejoren las condiciones de vida de los futuros estudiantes, por ejemplo, dotación de medicamentos, de alimentos en la etapa prenatal y en la infancia temprana para grupos de riesgo o vulnerabilidad y campañas de estimulación temprana.

REFERENCIAS

- [1] Brinch, C., & Galloway, T. (2012). Schooling in adolescence raises IQ scores. *Proceedings of the National Academy of Science*, 109, 425–430.
- [2] Lynn, R., & Vanhanen, T. (2006). *IQ and global inequality*. Augusta, GA: Washington Summit.
- [3] OCDE, “El programa Pisa de la OCDE, que es y para que sirve” <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
- [4] Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). Ecuador avanza en la implementación de la evaluación internacional PISA. <https://educacion.gob.ec/ecuador-avanza-en-la-implementacion-de-la-evaluacion-internacional-pisa/>
- [5] Nick et. Al “Why are cognitive abilities of children so different across countries? The link between major socioeconomic factors and PISA test scores. *Personality and Individual Differences* 105 (2017) 95–106.
- [6] Lynn, R., & Mikk, J. (2009). National IQs predict educational attainment in math, reading and science across 56 nations. *Intelligence*, 37, 305–310
- [7] Rindermann, H., & Thompson, J. (2011). Cognitive capitalism: the effect of cognitive ability on wealth, as mediated through scientific achievement and economic freedom. *Psychological Science*, 22, 754–763
- [8] Stamos T. y Vrettos A. An Artificial Neural Network for Predicting Student Graduation Outcomes. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2008 WCECS 2008*, October 22 - 24, 2008, San Francisco, USA
- [9] Kuncel, N. R., Rose, M., Ejiogu, K., & Yang, Z. (2014). Cognitive ability and socio-economic status relations with job performance. *Intelligence*, 46, 203–208
- [10] Potrafke, N. (2012). Intelligence and corruption. *Economics Letters*, 114, 109–112.
- [11] Clouston, S. A. P., Kuh, D., Herd, P., Elliott, J., Richards, M., & Hofer, S. M. (2012). Benefits of educational attainment on adult fluid cognition: International evidence from three birth cohorts. *International Journal of Epidemiology*, 41, 1729–1736.

- [12] Ann, B. L. (1993). Parents' literacy and their children's success in school: Recent research, promising practices, and research implications. Washington, DC: Office of Educational Research and Improvement.
- [13] Lleras-Muney, A. (2005). The relationship between education and adult mortality in the United States. *Review of Economic Studies*, 72, 189–221
- [14] Meara, E. (2001). Why is health related to socio-economic status? The case of pregnancy and low birth weight (NBER Working Paper 8231). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- [15] Rosenzweig, M. R., & Schultz, T. P. (1985). The demand for and supply of births: Fertility and its life cycle consequences. *American Economic Review*, 75, 992–1015.
- [16] Glewwe, P., & el. E. A. Migu A. (2007). The impact of child health and nutrition on education in less developed countries. *Handbook of Development Economics*, 4, 3561–3606.
- [17] Hansen, K. T., Heckman, J. J., & Mullen, K. J. (2004). The effect of schooling and ability on achievement test scores. *Journal of Econometrics*, 121, 39–98.
- [18] Rindermann, H., & Ceci, S. J. (2009). Educational policy and country outcomes in international cognitive competence studies. *Perspectives on Psychological Science*, 4, 551–568.
- [19] Socha, D. 2005. Aplicación de redes neuronales. Universidad konrad Lorenz . pp 165.
- [20] Sagioglu et al., 2003. Redes Neuronales. <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70196/fichero/Capitulo5%252Fcapitulo5.pdf>
- [21] Ivan Martínez Ortiz, Introducción a la Redes Neuronales, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Informática
- [22] Hudson, M., Hogan M and Dewith H, (2017). Neural Networking tool box, Math Networking MATLAB. Estados Unidos
- [23] OECD (2016). PISA Participants. Available online at <https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/pisaparticipants.htm>
- [24] World Bank, (2017), Indicadores <https://datos.bancomundial.org/indicador>
- [25] Ponce P. (2010). Inteligencia artificial con Aplicaciones a la ingeniería. Alfaomega. Mexico DF.

APÉNDICE I

VALORES FACTORES SOCIOECONÓMICOS BASE DE DATOS

País	Nivel Cognitivo	Educación de los padres	Salario medio unificado	Tasa de fertilidad	Nacidos vivos	Niños en edad escolar	Desempleo	Gastos en educación	Embarazo Adolescente
South Korea	536.1	11.5	824.0	1.6	9.6	1877.3	3.5	4.6	1.5
Finland	537.1	10.2	4105.8	1.8	5.2	913.0	8.3	6.7	10.5
Japan	528.9	11.5	1298.2	1.5	5.5	25.0	4.3	3.5	4.5
Estonia	519.9	12.0	363.9	1.5	14.8	1403.8	8.9	5.4	35.6
Netherlands	516.6	11.5	1730.8	1.6	7.0	521.8	5.0	5.4	6.7
Switzerland	513.9	11.2	6533.1	1.5	6.5	607.8	4.3	5.1	5.9
New Zealand	515.8	12.4	1550.9	2.1	8.8	519.3	5.3	6.4	30.6
Australia	513.3	12.2	2021.0	1.8	7.2	52412.5	5.4	5.0	19.5
Poland	506.4	10.4	409.1	1.7	13.4	6735.8	9.9	5.0	22.6
Belgium	508.0	10.8	1753.4	1.7	7.6	10073.3	8.0	6.3	10.6
Ireland	507.6	11.6	1801.0	2.0	7.6	287.8	10.1	5.4	17.7
United Kingdom	500.9	11.3	1505.7	1.7	7.4	1403.3	6.5	5.4	29.7
Slovenia	503.1	11.7	853.4	1.3	7.1	814.0	7.4	5.5	13.4
Denmark	500.6	11.5	5367.0	1.8	6.7	8038.3	5.9	8.0	8.1
France	496.3	10.5	1753.9	1.8	6.7	20502.3	9.2	5.6	10.6
Norway	496.9	12.6	22626.5	1.9	6.0	464.0	3.5	7.1	14.5
United States	449.2	13.2	1135.4	2.1	9.5	439245.5	6.8	5.3	53.2
Iceland	490.1	10.3	4510.3	2.1	5.2	75.5	5.0	7.6	23.3
Hungary	487.2	11.5	364.6	1.5	12.9	3522.5	8.8	4.9	29.6
Latvia	488.1	11.2	329.0	1.4	17.6	1569.3	12.4	5.5	29.7
Portugal	486.3	7.7	675.0	1.6	10.0	2879.3	11.2	5.2	21.2
Sweden	494.2	38.0	4225.4	1.8	4.8	1704.3	7.7	7.0	8.7
Italy	482.4	10.0	2953.5	1.3	7.4	7875.0	9.3	4.4	7.2
Spain	485.3	10.0	908.3	1.3	6.9	1536.0	18.3	4.4	9.4
Luxembourg	484.9	10.3	2195.6	1.7	6.3	170.5	5.4	3.8	11.4
Lithuania	479.7	11.2	427.5	1.6	14.1	749.5	10.5	4.9	34.1
Croatia	477.7	10.0	461.6	1.5	10.0	431.8	13.2	4.2	19.7
Greece	465.3	10.0	930.4	1.3	8.2	775.5	17.0	3.8	14.2
Israel	462.4	12.1	1004.6	2.9	8.8	20034.0	8.1	5.7	18.1
Turkey	443.1	6.6	466.3	2.8	53.9	100.0	9.9	3.7	55.1
Serbia	439.5	9.9	265.7	1.7	18.9	299.0	19.7	4.5	32.3
Chile	437.2	9.6	312.3	2.3	17.6	27789.8	8.3	4.2	60.8
Bulgaria	432.1	10.4	171.0	1.4	18.7	678.8	9.3	4.0	54.6
Romania	428.6	10.4	202.2	1.4	26.2	16200.0	7.0	3.6	43.6
Thailand	423.1	6.6	188.6	1.9	29.0	168583.8	1.1	4.2	46.9
Uruguay	422.8	8.3	311.2	2.4	20.1	2099.5	8.0	3.9	67.6
Mexico	415.4	8.3	112.2	3.0	34.9	19856.5	6.4	5.1	81.4
Jordan	400.4	8.8	140.0	4.6	31.4	100.0	10.4	2.8	42.9
Argentina	410.7	9.3	468.4	2.8	23.8	8269.8	8.3	5.1	70.2
Colombia	395.7	7.1	240.6	2.6	30.2	107950.5	10.9	4.3	83.3
Peru	363.5	8.7	200.4	3.3	56.7	7246.8	7.3	3.2	68.6
Ecuador		7.5	304.5	3.3	43.6	38098.3	5.6	4.5	84.6

- Educación de los padres años promedio
- Tasa de fertilidad nacidos vivos por mujer
- Nacidos vivos tasa de mortalidad para niños menores de 5 años de 1000 nacidos vivos
- Niños en edad escolar no matriculados
- Desempleo porcentaje de la fuerza total laboral
- Gastos en educación por país como porcentaje del PIB