
ELECCIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO PARA ESTIMAR EL NÚMERO DE AÑOS DE ACREDITACIÓN DE LAS CARRERAS DE PEDAGOGÍA EN CHILE

EZEQUIEL MARTÍNEZ ROJAS, VÍCTOR RIQUELME VERA, DARIAN VERA ÁVALOS, VIVIAN SEGOVIA BARROS Y MILITZA FERNÁNDEZ CÉSPEDES

RESUMEN

El propósito de este artículo es desarrollar y comparar modelos de regresión y clasificación para predecir el número de años de acreditación de las carreras de pedagogía en Chile. Con tal propósito, se empleó un enfoque de investigación mixto y exploratorio, utilizando las resoluciones y actas de acreditación de 118 carreras de pedagogías impartidas por 40 Universidades Chilenas entre los años 2016 y 2020 (30,8% del total nacional), todas ellas examinadas por la Comisión Nacional de Acreditación (CNA).

En este sentido, se procesaron y agruparon datos en conformidad a las dimensiones y criterios de evaluación definidos por la CNA. Los hallazgos obtenidos indican una regresión logística de un 75,55% de acierto, como el modelo cuantitativo de mayor precisión al momento de determinar la cantidad de años de acreditación una carrera. Por otra parte, fue posible constatar una alta variación entre las dimensiones observadas, producto del gran número de valoraciones subjetivas, al momento de decidir la acreditación.

Introducción

La calidad de la educación superior ha cobrado gran relevancia en los últimos años en Chile, producto de una mayor regulación a las Universidades y los programas formativos que imparten. Es así, como las carreras de pedagogía han debido moverse en un escenario tensionado por

crecientes cambios y nuevas regulaciones, relacionados con reivindicación del reconocimiento al profesorado y dado su carácter estratégico en el desarrollo del país (Ruffinelli, 2016). Ámbitos en que la evaluación de la calidad y en especial la acreditación, ha surgido como un proceso verificador de la efectividad del proceso educativo (Hanushek y Woessmann, 2011; Land y Gordon, 2013).

La calidad en sí misma tiene diversas aproximaciones teóricas (Barrenetxea, 2005), siendo incluso objeto de debate entre diferentes autores (Zapata y Tejada, 2009; Toro, 2012). Para algunos la calidad depende de la percepción de los interesados (Mukwambo, 2019), en cambio, otros no se aventuran a definirla conceptualmente (Carrasco, 2016). En este sentido, la calidad es constitutiva de un rasgo esencial en la educación superior

PALABRAS CLAVE / Acreditación / Algoritmos predictivos / Aprendizaje automatizado / Pedagogías /

Recibido: 20/05/2021. Modificado: 04/08/2022. Aceptado: 05/08/2022.

Ezequiel Martínez Rojas. Doctor© en Ciencias de la Administración, Magister en Ciencias de la Administración, Universidad de Santiago de Chile, Chile. Master of Business Administration (MBA), Universidad de Sevilla, España. Magister en Innovación Tecnológica y Emprendimiento, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile. Ingeniero en Información y Control de Gestión, Contador Público y Auditor, Licenciado en Sistemas de Información y Control de Gestión, Universidad Arturo Prat (UNAP). Directivo, UNAP, Chile. Dirección: Avenida Arturo Prat 2120, Iquique, Chile. E-mail: emartinezr@unap.cl

Víctor Riquelme Vera. Estudiante de Ingeniería Civil Industrial, UNAP, Chile. E-mail: victor-riquelme-2@hotmail.com

Darian Vera Ávalos. Estudiante de Ingeniería Civil Industrial, UNAP, Chile. E-mail: darian.ashly@gmail.com

Vivian Segovia Barros. Doctora© en Sistemas de Ingeniería, Universidad de Chile, Chile. Master of Science in Operational Research and Management Science, The University of Lancaster, Reino Unido. Ingeniera Civil Industrial, Licenciada en Ciencias de la Ingeniería, UNAP, Chile. Académica, UNAP, Chile. E-mail: vsegovia@unap.cl

Militza Fernández Cespedes. Ingeniera Civil Industrial, Licenciada en Ciencias de la Ingeniería, UNAP, Chile. Profesional UNAP, Chile. E-mail: milifernand@unap.cl

(Doherty, 2008), puesto que permite medir la consistencia en el marco de los propósitos y fines que las instituciones persiguen (Alvarado y Zenteno, 2012), confiéndoles atributo y valor (Ardi *et al.*, 2012) en términos de la calidad del servicio “calidad percibida” y su excelencia (Bondarenko, 2007).

En orden a lo señalado, es claro que no existe una única adyacencia para definir lo que se entiende por calidad y por consiguiente su aseguramiento, especialmente en la educación superior, donde se requieren enfoques más avanzados para desarrollar el concepto (Stensaker, 2007). En este sentido, autores como Rosa *et al.*, (2019) sostienen que ambas denominaciones deben ser comprendidas como fenómenos independientes entre sí, donde el aseguramiento de la calidad surge como un aspecto que supone la existencia de un conjunto de mecanismos que persiguen autoevaluar y controlar los procesos internos a objeto de dar garantía pública de calidad ante la sociedad (Backhouse *et al.*, 2012).

En el mismo orden de ideas, Cabrera, (2018) distingue dos perspectivas para el aseguramiento de la calidad: una de carácter interna (consistencia) y otra externa, con relación a la consecución de las demandas y expectativas de organismos reguladores externos (Ala-Vähälä, 2016). Sin embargo, en la actualidad los sistemas de aseguramiento de la calidad en el mundo suelen combinar ambas dimensiones (Asif *et al.*, 2013).

La acreditación en el sistema de educación superior chileno

En la última década, la educación superior chilena ha experimentado continuas transformaciones en los ejes que sustentan su estructura, lo que ha estado marcado por la masificación y diversidad del sistema (Rock y Rojas, 2012). En este escenario, las universidades han impulsado cambios y adaptaciones para lograr diferenciarse y ser reconocidas por la sociedad (Scharager y Aravena, 2010).

Consecuente con lo anterior, la calidad supone una dimensión diferenciadora que requiere ser comprobada (Harvey y Green, 1993), a fin de verificar la disposición de recursos y capacidades para el logro de los fines que le son propios (Alvarado y Zenteno, 2012) y los que la sociedad les ha encomendado (Dibbern, 2019), para lo cual se emplean procesos de examen como los de acreditación (Santos y Leite, 2019).

El aseguramiento de la calidad en Chile, se remonta al año 1990 con la promulgación de la Ley Orgánica

Constitucional de Enseñanza (LOCE) que crea el Consejo Superior de Educación (actual Consejo Nacional de Educación - CNEDE). Con posterioridad, en el año 1999 se implementó un Programa de Mejoramiento de la Calidad y Equidad de la Educación Superior (MECESUP), financiado por el Banco Mundial y el Estado de Chile, lo que posibilitó la creación de la Comisión Nacional de Acreditación de Pregrado (CNAP) y la Comisión Nacional de Acreditación de Postgrado (CONAP), organismos que velaban por la calidad de las carreras de pregrado y programas de postgrado (Espinoza y González, 2017) estableciéndose para todos los efectos, los primeros criterios evaluativos de acreditación en Chile.

La legitimidad alcanzada por los procesos de acreditación en dichos niveles formativos incitó a que en el año 2003 se emprendieran los primeros procesos experimentales y voluntarios de acreditación institucional, a los cuales se sometieron 14 instituciones de educación superior: 5 Universidades Estatales, 4 Universidades Privadas tradicionales, 3 Universidades Privadas y 2 Institutos Profesionales (Cancino y Schmal, 2014).

La positiva experiencia lograda en estos procesos concitó a que el año 2006 se promulgara la Ley N° 20.129 que estableció un *Sistema Nacional de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior* (Diario Oficial, 2006). Creándose oficialmente la *Comisión Nacional de Acreditación* (CNA), cuya función es evaluar, acreditar y promover la calidad de las instituciones de educación superior, así como las carreras y programas que ellas imparten. Con esta Ley se institucionalizó la acreditación como un proceso voluntario, siendo sólo obligatoria en el caso de las carreras y programas conducente a los títulos profesionales de Profesor de Educación Básica, Profesor de Educación Media, Profesor de Educación Diferencial o Especial, Educador de Párvulos y Médico Cirujano.

La trayectoria y madurez conseguida por el Sistema de Educación Superior y las crecientes demandas y expectativas de la sociedad, conllevó a que el año 2016 se impulsara una nueva reforma, la que se cristalizó con la promulgación de la Ley de Educación Superior 21.091 (Diario Oficial, 2018), introduciendo significativos cambios al sistema de acreditación, destacando entre sus adecuaciones más significativas: la tipificación de la obligatoriedad de la acreditación para las instituciones de educación superior, la creación de una nueva institucionalidad (Superintendencia de Educación Superior y Subsecretaría de Educación

Superior) y la definición de nuevos criterios y estándares de calidad.

La acreditación de las pedagogías en Chile como un mecanismo verificador de su calidad

En la década del 2000, se percibió un aumento significativo de la matrícula y oferta de carreras y programas de pedagogía, simultáneamente a una baja selectividad en su ingreso, aspectos que sentaron genuinos cuestionamientos de su calidad (Cox, 2011; Domínguez y Rama, 2012). A partir de entonces, diversos esfuerzos se realizaron a fin de evaluar la calidad de la formación docente en Chile, destacando los encomendados el año 2004 a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), al Consejo Asesor Presidencial el 2006 y al Panel de Expertos para una educación de calidad conformado el año 2010, las tres entidades participantes coincidieron en las diferencias prevalentes entre las necesidades del sistema escolar y la formación de profesores.

Posteriormente, estudios internacionales sugirieron criterios para el aseguramiento de la calidad en la formación docente, tal es el caso del trabajo desarrollado por Barber y Mourshed, (2007) sobre los sistemas educativos con mejor desempeño en el mundo y el de Wang y Harthley, (2003), con relación a la preparación de profesores. Ambos investigadores concuerdan en los aspectos a considerar en la formación del profesorado, a saber: i) incorporación a la formación de profesores de potenciales estudiantes con los más altos rendimientos académicos previos, ii) evidenciar la calidad de los programas de formación de profesores a través de la acreditación y iii) establecer exigencias para admitir el ejercicio profesional y obtener la habilitación definitiva como profesor.

Estas dimensiones han tenido espacio en la política pública educacional en Chile, tal es el caso de la Ley 20.903 del año 2016 (Diario Oficial, 2016), que crea el *Sistema Nacional de Desarrollo Profesional Docente*, que estableció exigencias mínimas para la admisión de estudiantes de pedagogías e instituyó la aplicación de dos evaluaciones diagnósticas para la formación en pedagogía: una de carácter referencial y formativa, realizada por la propia universidad al inicio de la carrera, cuyos resultados son conducentes a acciones de nivelación y acompañamiento, y una segunda evaluación basada en estándares pedagógicos y disciplinares, la que constituye un requisito esencial para la obtención del título profesional y grado académico correspondiente.

Las regulaciones en el ámbito del aseguramiento de la calidad en las carreras conducentes al título profesional de profesor o educador han sido crecientes. Es así como la Ley 20.129 (Diario Oficial, 2006) estableció su obligatoriedad de acreditación, cuya responsabilidad se delegó en agencias privadas que eran autorizadas y supervisadas por la CNA, aspecto modificado posteriormente en el año 2018 con la promulgación de la Ley 21.091 (Diario Oficial, 2018), donde se precisó entre sus postulados que la entrega de dichas carreras, estaba condicionada a la acreditación de la Universidad que las imparte, es decir, no es suficiente detentar la acreditación del programa formativo, sino que además la Universidad que la imparte, debe estar acreditada. Del mismo modo, en el artículo 27 de la Ley 20.129, con sus modificaciones posteriores del 2018 (Diario Oficial, 2018), se explicita que la acreditación es responsabilidad prioritaria de la CNA, con lo que se oficializó para todos los efectos, el cierre definitivo de las agencias privadas de acreditación.

En lo concerniente al desarrollo de la acreditación en Chile, al año 2020 se impartieron 453 programas formativos de educación (CNA, 2021), de los cuales, 382 corresponden a carreras de pedagogías (población considerada para el estudio). De estos programas, 275 son carreras de Educación Media, 54 de Educación Parvularia y 53 de Educación Básica. En cuanto a su acreditación, se llegó a la cifra de 304 carreras de pedagogías, lo que equivale al 79,6% del total acreditadas, de acuerdo al siguiente detalle: *Educación media*: 81,0% de carreras acreditadas, 10,9% no acreditadas y 8,0% fuera del sistema (nunca se sometieron a proceso de acreditación); *Educación básica*: 77,4% de carreras acreditadas, 15,1% no acreditadas y 7,5% fuera del sistema, *Educación Parvularia*: 74,1% de carreras acreditadas, 18,5% no acreditadas y 7,4% fuera del sistema.

Estudios predictivos en el ámbito de la educación superior con aplicaciones de aprendizaje autónomo

El aprendizaje autónomo o *Machine Learning* es un campo multidisciplinario cuyo objetivo es desarrollar programas computacionales que consideren parámetros para realizar predicciones en base a la experiencia (Sammur y Webb, 2011), agrupando para ello una gran cantidad de algoritmos de aprendizaje automático (Kotsiantis *et al.*, 2007), los cuales se clasifican en: supervisadas, no supervisadas y semi-supervisadas (Harrington, 2012). Conforme al objeto de

estudio y su metodología, se aplicará el aprendizaje supervisado, el cual consiste en aprender la estructura de las respuestas para los datos de entradas, empleando para ello a un conjunto de patrones (Chapelle *et al.*, 2006). En efecto, constituye un modelo específico de distribución de etiquetas de clase con respecto a las características del predictor, que sentido si dichos valores son conocidos y al mismo tiempo se desconoce el valor de la etiqueta de cada clase (Kotsiantis *et al.*, 2007).

La literatura sugiere diversos acercamientos a través de modelos cuantitativos en general y de *Machine Learning* en particular para predecir fenómenos de la educación superior que son vinculantes a la acreditación (Tikhonova *et al.*, 2017). En este sentido, distintos autores han desplegado esfuerzos para precisar factores y variables que expliquen los resultados de la acreditación (Maravi, 2014), tal es el caso de Felizzola *et al.*, (2018), quienes utilizaron un modelo de clasificación para predecir la deserción temprana de estudiantes. Análogamente, Orea *et al.*, (2005) recurrieron a la minería de datos, en específico a árboles de clasificación para aproximarse a la detección de potenciales de deserción.

Otros estudios relacionados son los de Lin *et al.*, (2009) y Zhang *et al.*, (2010), quienes aplicaron modelos estadísticos para predecir factores que favorecen la retención de estudiantes, de igual modo, Thammasiri, (2014) comparó modelos, entre ellos los de redes neuronales artificiales, árboles decisionales y regresión logística, a objeto de precisar factores de renuncia de estudiantes.

En este contexto, Martínez y Sjöberg, (2020) sugieren un modelo de regresión múltiple que incorpora un análisis a 20 variables empleadas en los procesos de acreditación, lo que condujo a la detección de variables explicativas de la acreditación de universidades en Chile. Al mismo tiempo, autores como Wyman, (1997) y Parray *et al.*, (2020) aplicaron modelos cuyos hallazgos sugieren que el desempeño de la acreditación depende de la actuación de sus estudiantes y en particular de su rendimiento académico.

En efecto, en el presente artículo serán aplicados y comparados modelos de *Machine Learning* a fin de determinar cuál de ellos predice con mayor precisión los años de acreditación de las pedagogías en Chile y, por consiguiente, su calidad.

Metodología

El presente artículo es de carácter mixto (Bryman, 2006) y

exploratorio (Fetters *et al.*, 2013), donde primeramente se analizaron las resoluciones de acreditación de 118 carreras de pedagogías, y seguidamente, se emplearon técnicas de descubrimiento de conocimientos en bases de datos (Fayyad *et al.*, 1996) y técnicas de minería de datos asociadas al aprendizaje autónomo o *Machine Learning*, las cuales han sido ampliamente empleadas en el descubrimiento de información significativa, a partir de datos almacenados (Matheus *et al.*, 1993). Para el análisis estadístico, se empleó el lenguaje de programación Python, en su versión 3.9, 2020.

Conforme al objeto de la investigación, se desarrollaron 6 modelos predictivos recurridos en estudios para la educación superior, 3 de ellos de clasificación: *Naive-Bayes* (Hassan y Mihalcea, 2011; Rocha *et al.*, 2017); *Regresión Logística* (Zhang *et al.*, 2021; Castillo *et al.*, 2020); *Random Forest* (Swathi *et al.*, 2020; Reddy *et al.*, 2020); y 3 modelos de Regresión, a saber: *Redes Neuronales* (Wang *et al.*, 2021; Tagliabue *et al.*, 2021); *Random Forest* (Min y Yoon, 2015; Lee *et al.*, 2021); y *Gradient Boosting* (Andreevich, 2020; Tenpipat y Akkarajitsakul, 2020).

Posteriormente, se efectuó una selección y clasificación de datos asociados a componentes de acreditaciones de carreras y programas realizados entre los años 2016 y 2020, cuyos antecedentes están contenidos en las resoluciones y actas emanadas desde la CNA, esto es: i) nombre de la carrera y universidad a la que pertenece; ii) años de acreditación otorgados por la CNA; iii) fecha de inicio y término de la acreditación; iv) grado de cumplimiento alcanzado por dimensión: cumplimiento total, mayoritariamente cumplido, parcialmente cumplido y no cumplido (clasificación CNA); v) debilidades efectuadas por la CNA en cada dimensión; vi) matrícula total de la carrera; vii) cuerpo académico desagregado por su dedicación a la carrera: jornada completa, media jornada y hora; viii) tasa de retención de primer año; ix) titulación oportuna y x) titulación total.

Una vez recopilados los antecedentes, se aplicó un pre-procesamiento mediante la inserción y eliminación de datos (Xu *et al.*, 2015), estableciendo como criterio la consideración de aquellas carreras que poseían un mínimo del 80% de valores válidos (Figura 1). Como consecuencia de este proceso, se suprimió una carrera, quedando un universo de 118, que en definitiva fueron sometidas a análisis. Subsecuentemente, se realizó similar procedimiento para el conjunto de los datos agrupados en los criterios (Figura 2), cuyo resultado se cristalizó en

la supresión del componente “titulación total”.

Conforme a los “Criterios de evaluación para programas y carreras de pregrado” (CNA, 2016), la acreditación se sustenta en 96 aspectos agrupados en 12 criterios específicos de medición, cuyo cumplimiento posibilita estimar el logro de tres dimensiones (Tabla I). En efecto, concluido el pre-procesamiento, se transformaron los datos cualitativos del componente V “debilidades efectuadas por la CNA en cada dimensión”, transpasandolas a un formato vectorial binario en vínculo a cada aspecto, donde “1” corresponde a la prominencia de debilidad con relación al aspecto y “0” su no hallazgo.

Seguidamente, se definió la amplificación del vector de aspectos de acuerdo con la tipología del desempeño de las dimensiones definidas por el organismo acreditador (Tabla II).

Producto de lo anterior, se constituye un último vector que agrupó las debilidades referidas a cada aspecto, vinculándolas a sus respectivos criterios, cuya representación se expresa de la siguiente manera

$$V_i = [\sum_{n=1}^a t_n^1, \sum_{n=1}^b t_n^2, \dots, \sum_{n=1}^l t_n^{12}] \quad (1)$$

donde: V_i : Corresponde al vector de aspectos ponderados agrupado por criterio para la carrera i . $\sum_{n=1}^k t_n^k$: Corresponde a la sumatoria de valores del vector de aspectos ponderados asociadas al criterio k .

Posteriormente, se estudió la correlación de criterios agrupados (Figura 3), y se redujeron las variables cuya correlación de Pearson es $\rho > 0,5$ (Saeys *et al.*, 2007), erradicando aquellos valores más antiguos de las series temporales. Asimismo, se aplicaron técnicas de *Synthetic Minority Over-Sampling* (SMOTE), con la finalidad de equilibrar las diferencias en la distribución de los años de acreditación observada, cuya descripción de los valores finales a ser

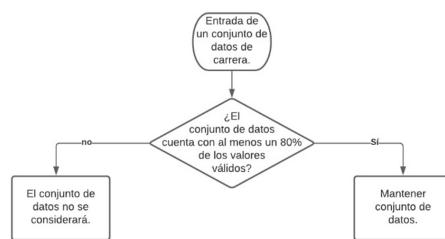


Figura 1. Diagrama de conjunto de datos de carrera. Fuente: elaboración propia.

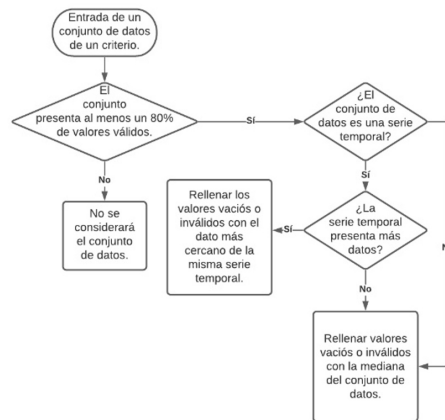


Figura 2. Diagrama del conjunto de datos de criterio. Fuente: elaboración propia.

recorridos en el proceso de minería de datos se advierten en la Tabla III.

Para el proceso de minería de datos, se consideraron algoritmos de

clasificación y regresión de acuerdo con la estructura y características del problema (Ge *et al.*, 2017). En efecto, el conjunto de entrenamiento correspondió a un 80% de la totalidad de los datos y un 20% de prueba (Amat, 2020).

Resultados

En la Tabla IV se expresan los resultados de los algoritmos de regresión mediante la medición de error absoluto medio (MAE), raíz del error cuadrático medio (RMSE) y el coeficiente de correlación de Pearson R^2 . Sobre el particular, Redes Neuronales obtiene la menor diferencia entre el predictor y el valor real, con un valor absoluto de 1,0681; sin embargo, su RMSE es de 1,5170, lo que genera la mayor desviación estándar en el error de predicción. Al analizar el R^2 , se observa que *Gradient Boosting* es el modelo donde el conjunto de variables independientes predice de mejor manera los años de acreditación de las carreras de pedagogías (25,46%) junto con la menor desviación estándar en la predicción con un RMSE de 1,1835.

En la Tabla V se presentan los resultados de los modelos en conformidad a su precisión, donde la Regresión Logística ostenta el mayor índice de acierto de acuerdo con la predicción de los años de acreditación de las carreras de pedagogía (75,55% del algoritmo).

Al analizar la matriz de confusión de la Regresión Logística y sus resultados (Tablas VI y VII), se advierte

TABLA II
AMPLIFICACIÓN DE DIMENSIÓN SEGÚN GRADO DE CUMPLIMIENTO

Grado de cumplimiento de la dimensión	Amplificación
Cumplimiento total	0,5
Mayoritariamente cumplida	1
Parcialmente cumplida	2
No cumplida	3

TABLA I
CRITERIOS POR DIMENSIÓN*

I Dimensión: Propósitos e institucionalidad de la carrera	II Dimensión: Condiciones de operación	III Dimensión: Resultados y capacidad de autorregulación
C1 Propósitos (3 aspectos)	C6 Organización y administración (10 aspectos)	C11 Efectividad y resultado del proceso educativo (12 aspectos)
C2 Integridad (4 aspectos)	C7 Personal docente (8 aspectos)	C12 Autorregulación y mejoramiento continuo (9 aspectos)
C3 Perfil de egreso (8 aspectos)	C8 Infraestructura y recursos para el aprendizaje (11 aspectos)	
C4 Plan de Estudio (14 aspectos)	C9 Participación y bienestar estudiantil (3 aspectos)	
C5 Vinculación con el Medio (6 aspectos)	C10 Creación e investigación por el cuerpo docente (7 aspectos)	

* Elaborada a partir de CNA Chile, 2016.

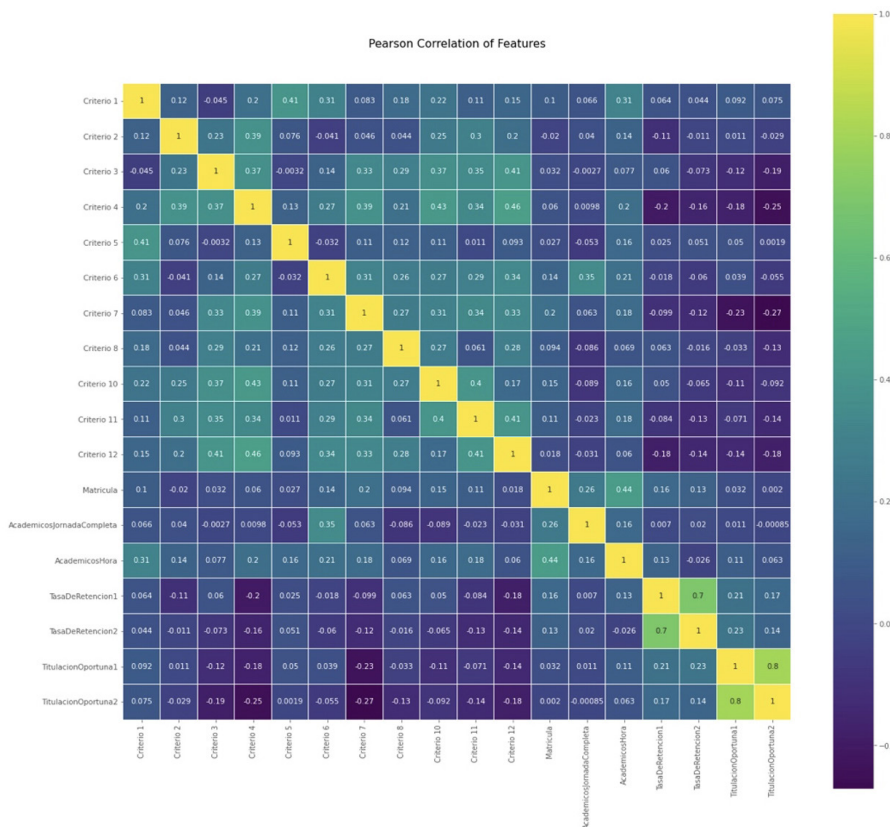


Figura 3. Matriz de correlación de los datos a utilizar. Fuente: elaboración propia.

una mayor tasa de falsos positivos en la etiqueta de tres años de acreditación, con una precisión de 0,57. Por otra parte, la

tasa más significativa de falsos negativos se registró en la etiqueta de dos años de acreditación, con un *recall* de 0,33.

Considerando ambas mediciones, se advierte el rendimiento individual más exiguo por etiqueta en los dos años de acreditación (F1-Score de 0,5).

Conclusiones

La acreditación constituye un proceso de garantía pública de la calidad, la cual permite verificar el cumplimiento de estándares mínimos definidos por entidades gubernamentales (Van-Vught y Westerheijden, 1994), además de la comprobación de la consistencia entre los propósitos y fines institucionales, los objetivos de las carreras en cuestión y las expectativas de sus distintos grupos de interés. En este sentido, en Chile se han promulgado nuevas leyes que precisado a la acreditación como un aspecto determinante para la formación de la calidad del profesorado, dando espacio a variadas investigaciones que han pretendido determinar variables y componentes que expliquen su resultado.

Sobre el particular y en línea con el precepto de esta investigación y la aplicación de los 6 modelos recorridos en el estudio, se advierte como primer hallazgo, que la regresión logística con un porcentaje de acierto del 75,55%, constituye el modelo cuantitativo que predice con mayor precisión los años de acreditación de las carreras de pedagogía en Chile y por consiguiente su calidad. En efecto, estos resultados suponen una contribución para las instituciones de educación

TABLA III
DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS A UTILIZAR

	Media	Desviación estándar	Mínimo	25%	50%	75%	Máximo
Años de acreditación	3,203	1,646	0,000	2,000	3,000	4,000	7,000
C1	0,390	0,868	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000
C2	0,720	1,590	0,000	0,000	0,000	0,000	9,000
C3	2,258	2,379	0,000	0,000	2,000	4,000	9,000
C4	4,775	4,299	0,000	2,000	4,000	6,000	21,000
C5	1,436	1,758	0,000	0,000	1,000	2,000	9,000
C6	0,898	1,618	0,000	0,000	0,000	2,000	8,000
C7	2,051	2,202	0,000	0,000	2,000	4,000	9,000
C8	1,640	2,790	0,000	0,000	1,000	2,000	24,000
C9	0,356	0,850	0,000	0,000	0,000	0,000	4,000
C10	1,758	2,292	0,000	0,000	1,000	2,000	12,000
C11	3,203	2,989	0,000	1,000	2,000	4,000	15,000
C12	2,661	2,809	0,000	0,000	2,000	4,000	15,000
Matrícula	211,585	217,918	11,000	79,750	142,500	246,000	1155,000
Académicos jornada completa	13,364	15,449	0,000	6,000	10,000	14,000	141,000
Académicos media jornada	5,347	7,279	0,000	1,000	4,000	7,000	64,000
Académicos hora	21,102	22,779	0,000	6,000	16,000	26,750	136,000
Tasa de retención	0,802	0,143	0,125	0,750	0,838	0,883	1,000
Titulación oportuna	0,421	0,191	0,010	0,303	0,407	0,547	1,000

TABLA IV
CUADRO RESUMEN RESULTADOS DE ALGORITMOS DE PREDICCIÓN

Algoritmo	MAE	MSE	RMSE	R ²
Redes Neuronales	1,0681	2,3012	1,5170	-0,0364
Random Forest	1,0701	1,9615	1,4005	0,2132
Gradient Boosting	1,0792	1,4007	1,1835	0,2546

TABLA V
PORCENTAJE DE ACIERTO DE ALGORITMOS DE CLASIFICACIÓN

Algoritmo	Porcentaje de acierto
Naive-Bayes	0,5000
Regresión Logística	0,7555
Random Forest	0,6222

TABLA VI
MATRIZ CONFUSIÓN ALGORITMO REGRESIÓN LOGÍSTICA

		Predicted Class						
		5	0	0	0	0	0	0
Actual Class	5	5	0	0	0	0	0	0
	1	4	0	2	0	0	0	0
	0	1	3	1	3	0	1	1
	0	1	0	4	1	0	0	0
	0	0	0	0	8	0	0	0
	0	0	0	0	0	6	0	0
	0	0	0	0	0	0	4	0
	0	0	0	0	0	0	0	4

superior que imparten carreras de pedagogías, las cuales a partir de esta constatación pueden concentrar esfuerzos en los ámbitos más significativos e incidentes de su calidad y acreditación.

Un segundo hallazgo de esta investigación guarda relación con la prominencia de componentes de apreciación subjetiva en la evaluación, lo que tiene expresión en el nivel de cumplimiento

TABLA VII
MÉTRICA ALGORITMO REGRESIÓN LOGÍSTICA

	Precisión	Recall	F1-Score	Support
0	0,83	1	0,91	5
2	0,67	0,57	0,62	7
3	1	0,33	0,5	9
4	0,57	0,67	0,62	6
5	0,67	1	0,8	8
6	1	1	1	6
7	0,8	1	0,89	4
Accuracy			0,76	45
Macro avg	0,79	0,8	0,76	45
Wighted avg	0,8	0,76	0,73	45

de las dimensiones de carreras evaluadas que no resultan congruentes con la cantidad y magnitud de las debilidades detentadas.

Al respecto, si bien se reconoce que dada las características del sistema de acreditación pueda residir una correlación no lineal entre el número de debilidades y su grado de cumplimiento, se percibe que, frente a observaciones equivalentes en intensidad, existe un tratamiento distinto, es decir, hay variabilidad entre carreras e instituciones, fenómeno que provoca una tensión entre dos enfoques de evaluación: uno centrado en aspectos cualitativos y otro fundamentado en criterios, estándares e indicadores, que aseguran comparabilidad, estandarización y por consiguiente, objetividad (Clasing y Zapata, 2016).

Esta disfunción del sistema de acreditación es una dimensión que ha sido relevada en distintas investigaciones, tal es el caso del estudio desarrollado por Barroilhet *et al.*, (2021), quienes profundizan en los sesgos que prevalecen al momento de examinar y acreditar instituciones y programas educativos. Por otro lado, Fleet *et al.*, (2014) sostiene que la acreditación ha experimentado una pérdida de legitimidad, donde la falta de un sistema basado en indicadores no permite que este sea en base a medidas objetivas. En la misma línea argumental, Domínguez *et al.*, (2012) señala que el sistema de acreditación carece de confiabilidad, producto de las diferencias de entendimiento entre criterios establecidos y la evaluación de

los pares, por su parte (Galáz y Nuñez, 2014) hace mención a los conflictos de intereses que surgen en las evaluaciones, producto de los vínculos existentes con las instituciones de educación superior, lo que trasciende los criterios formalmente establecidos, observación compartida por la Red de Aseguramiento de la Calidad del Consorcio de Universidades Estatales de Chile (CUECH), quien en un estudio realizado el año 2017 plantea que la presencia de un marco ambiguo de evaluación y una ausencia de estándares mínimos explícitos, confluye en una evaluación centrada en los procesos más que en los resultados.

Finalmente, es relevante consignar que este estudio exploratorio contribuye al acervo de conocimiento sobre la importancia de la calidad en las carreras de pedagogía y la predicción cuantitativa de su acreditación en el marco de un sistema de evaluación en el que prevalece un rasgo de subjetividad dada por la apreciación de los evaluadores.

En efecto, el hallazgo principal con propósito de un modelo predictor de la acreditación de las carreras de pedagogía puede ser extendido hacia otras disciplinas y niveles formativos.

REFERENCIAS

- Ala-Vähälä T (2016) Reception of the quality assurance commitments of the Bologna process in Finnish higher education institutions. *Quality in Higher Education* 22(2): 103-116. <https://doi.org/10.1080/13538322.2016.1195966>.
- Alvarado A, Zenteno M (2012) Aseguramiento de la calidad en Iberoamérica. Educación superior. *Centro Interuniversitario de Desarrollo, CINDA*. En Lemaitre M, Zenteno M (eds.), RIL Editores, Santiago de Chile, Chile. pp. 93-112, ISBN: 978-956-7106-60-8.
- Amat J (2020) *Ciencia de Datos, Estadística, Machine Learning y Programación*. <https://www.cienciadedatos.net/machine-learning-python.html> (Cons. 14/12/2020).
- Andreevich P (2020) The Impact of E-Learning and Social Parameters on Students' Academic Performance. *Science for Education Today* 10(6): 143-161.
- Ardi R, Hidayatno A, Zaglorel T (2012) Investigating relationships among quality dimensions. *Quality Assurance in Education* 20(4): 408-428.
- Asif M, Awan M, Khan M, Ahmad N (2013) A model for total quality management in higher education. *Quality & Quantity* 47(4): 1883-1904.
- Backhouse P, Domínguez G, Gutiérrez O (2012) Quality Assurance in Higher Education in Europe and Latin America: A look from their internal processes. *Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology* 3. Panama City, Panamá.
- Barber M, Mourshed M (2007) *How the world's best-performing schools systems come out on top*. McKinsey & Company, EEUU. p. 49.

- Barrenetxea M (2005) *Modelos de calidad y evaluación de la educación superior en la Unión Europea*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Bilbao, España.
- Barroilhet A, Ortiz R, Quiroga B, Silva M (2021) Exploring conflict of interest in university accreditation in Chile. *Higher Education Policy*: 1-19. <https://doi.org/10.1057/s41307-020-00217-7>.
- Bondarenko N (2007) Acerca de las definiciones de la calidad de la educación. *Educere* 11(39): 613-621.
- Bryman A (2006) Paradigm Peace and the Implication for Quality. *International Journal of Social Research Methodology* 9(2): 111-126.
- Cabrera N (2018) Más allá de la acreditación: gestión interna de la calidad. *CINDA Seminario Internacional Educación Superior para el Siglo 21*(21): 157-166.
- Cancino V, Schmal R (2014) Sistema de Acreditación Universitaria en Chile: ¿Cuánto hemos avanzado? *Estudios pedagógicos* 40(1): 41-60. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052014000100003>.
- Carrasco M (2016). Una aproximación al término de calidad en la educación superior. *Odontología Sanmarquina* 18: 117-122. <https://doi.org/10.15381/os.v18i2.11534>
- Chapelle O, Scholkopf B, Zien A (2006) Semi-supervised learning. *IEEE Transactions on Neural Networks* 20(3): 542-542.
- Clasing P, Zapata G (2016) *Aseguramiento de la Calidad en Educación Superior: Cuadernos de Investigación (CNA Chile)*. [https://www.cnachile.cl/Biblioteca%20Documentos%20de%20Interes/Cuenta%20Pública%202014%20\(Cons. 22/11/2020\)](https://www.cnachile.cl/Biblioteca%20Documentos%20de%20Interes/Cuenta%20Pública%202014%20(Cons. 22/11/2020)).
- CNA (2016) *Criterios de Evaluación para programas y carreras de Pregado*. <https://www.cnachile.cl/noticias/siteassets/paginas/consultapublica/criterios%20de%20evaluaci%c3%93n%20para%20carreras%20y%20programas%20de%20pregrado.pdf> (Cons. 02/10/2020).
- CNA (2021) *Barómetro del aseguramiento de la calidad en la educación superior*. (Cons. 13/04/2021).
- Cox C (2011) Currículo escolar de Chile: génesis, implementación y desarrollo. *Revista Internacional de Educación de Sevrés* 19: 1-9.
- Dibbern A (2019) Un camino a la segunda generación de estándares de calidad. En *Diversidad, autonomía, calidad. Desafíos para una educación superior para el siglo XXI*. Lemaitre, M (ed.), RIL Editores, Santiago de Chile, Chile. pp. 77-84. ISBN: 978-956-7106-69-1.
- Doherty G (2008) On quality in education. *Quality Assurance in Education* 16(3): 255-265.
- Domínguez J, Rama C (2012) La Responsabilidad Universitaria en la Educación a Distancia. *Crescendo* 3(2): 391-394.
- Domínguez M, Bascopé M, Carrillo C, Lorca E, Olave G, Pozo M (2012) Procesos de acreditación de pedagogías: un estudio del quehacer de las agencias. *Calidad en la Educación* 36: 53-85.
- Espinoza O, González L (2017) La Regulación de la Calidad, la Institucionalidad y el Financiamiento en el Sistema de Educación Superior en Chile. En *Avaliação do Ensino Superior: Perspectivas Mundiais*. Gionara Tauchen & Altair Fávero (eds.), CRV Editora, 109-132. DOI: 10.24824/978854441722.5
- Fayyad U, Piatetsky G, Smyth P (1996) Knowledge Discovery and Data Mining: Towards a Unifying Framework. *KDD* 96: 82-88. <https://doi.org/775047.775096>
- Felizola H, Arias J, Villa F, Castillo A (2018) Modelo de Predicción para la Deserción Temprana en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Salle 8. *Encuentro Iberoamericano de Educación en Ingeniería, ACOFI*. Cartagena de Indias, Colombia. DOI: <https://doi.org/10.26507/ponencia.451>
- Fetters M, Curry L, Creswell J (2013) Achieving integration in mixed methods designs—principles and practices. *Health services research* 48(6): 2134-2156. <https://doi.org/10.1111/1475-6773.12117>
- Fleet N, Pedraja L, Rodríguez E (2014) Acreditación institucional y factores de la calidad universitaria en Chile. *Interciencia* 39(7): 450-457.
- Galáz C, Nuñez A (2014) *Evaluación y Aplicación de un Modelo de Calidad a organismos de acreditación en Chile*. Tesis de magister. Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile. 251 pp.
- Ge Z, Song Z, Ding S, Huang B (2017) Data mining and analytics in the process industry: The role of machine learning. *IEEE Access* 5: 20590-20616. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2756872>
- Hanushek E, Woessmann L (2011) Overview of The Symposium on Performance Pay for the Teachers. *Economics of Education Review* 30(3): 391.
- Harrington P (2012) *Machine Learning in Action*. Manning Publications Co, 5. ISBN: 978-1-61729-018-3
- Harvey L, Green D (1993) Defining quality. *Assessment & Evaluation in Higher Education* 18(1): 9-34.
- Hassan S, Mihalcea R (2011) Learning to Identify Educational Materials. *ACM Trans. Speech Lang. Process* 8(2): 18. <https://doi.acm.org/10.1145/2050100.2050101>
- Kotsiantis S, Zaharakis I, Pintelas P (2007) Machine learning: a review of classification and combining techniques. *Artificial Intelligence Review* 26, 159-190. <https://doi.org/10.1007/s10462-007-9052-3>.
- Land R, Gordon G (2013) *Enhancing quality in higher education: International perspectives*. Routledge. 328 pp. ISBN: 9780415809252.
- Lee K, Kim H, Lee S, Kwon S, Na S, Hwang S, Ahn K (2021) Prediction of newborn's body mass index using nationwide multicenter ultrasonography data: a machine-learning study. *BMC pregnancy and childbirth* 21(1): 1-10.
- Lin J, Imbrie P, Reid K (2009) Student retention modelling: An evaluation of different methods and their impact on prediction results. *Proceedings of the Research in Engineering Education Symposium*. Palm Cove, Queensland, Australia. pp. 1-6.
- Maravi D (2014) Calidad Autoevaluación y Acreditación Universitaria. *Investigación Evaluativa y Acreditación Universitaria* 9(15): 95-104.
- Martínez E, Sjöberg O (2020) Determinación de variables y dimensiones claves para el aseguramiento de la calidad y su impacto en la acreditación de las Universidades chilenas. *Espacios* 41(11): 20-33.
- Matheus C, Piatetsky-Shapiro G, Chan P (1993) Systems for knowledge discovery in databases. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 5(6): 903-913.
- Min D, Yoon H (2015) Suggestion for a new deterministic model coupled with machine learning techniques for landslide susceptibility mapping. *Scientific reports* 11(1): 1-24.
- Mukwambo P (2019) *Quality in Higher Education as a Tool for Human Development: Enhancing Teaching and Learning in Zimbabwe*. Routledge. Reino Unido. 195 pp. ISBN: 9781138590717.
- Orea S, Vargas A, Alonso M (2005) Minería de datos: predicción de la deserción escolar mediante el algoritmo de árboles de decisión y el algoritmo de los k vecinos más cercanos. *Ene* 779(73): 33-40.
- Parray I, Khurana S, Kumar M, Altabe (2020) Time series data analysis of stock price movement using machine learning techniques. *Soft Comput* 24(21): 16509-16517. <https://doi.org/10.1007/s00500-020-04957-x>.
- Reddy R, Swamy M, Kumar D (2020) Feature and Sample Size Selection for Malware Classification Process. *Proceedings of the 3rd International Conference on Communications and Cyber Physical Engineering*. ICEE, Engineering College, Hyderabad, Telangana, India. Springer: 217-223.
- Rocha C, Zelaya Y, Sanchez D, Pérez A (2017) Prediction of university desertion through hybridization of classification algorithms. *4th Annual International Symposium on Information Management and Big Data, SIMBing 2017*. Lima, Perú. CEUR Workshop Proceedings: 215-222. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7961-5_121
- Rock J, Rojas C (2012) Cambios en el sistema universitario chileno: reflexiones sobre su evolución y una propuesta de gobernanza. *Calidad en la Educación* 37: 163-188. <https://doi.org/10.31619/caledu.n37.92>
- Rosa M, Cardoso S, Videira P (2019) Internal Quality Assurance: A New Culture or Added Bureaucracy. *Assessment & Evaluation in Higher Education* 44(2): 249-262.
- Ruffinelli A (2016) Ley de desarrollo profesional docente en Chile: de la precarización sistemática a los logros, avances y desafíos pendientes para la profesionalización. *Estudios pedagógicos* 42(4): 261-279.
- Saeyes Y, Inza I, Larragaña P (2007) A Review of Feature Selection Techniques in Bioinformatics. *Bioinformatics* 23(19): 2507-2517.
- Sammut C, Webb G (2011) *Encyclopedia of machine learning*. Springer Science & Business Media. ISBN: 978-0-387-34558-1.
- Santos M, Leite D (2019) Rede regional para acreditação e avaliação da qualidade da educação superior. *Avaliação e Políticas Públicas em Educação* 27(102): 108-128. <https://dx.doi.org/10.1590/s0104-40362018027011357>
- Scharager J, Aravena M (2010) Impacto de las políticas de aseguramiento de la calidad en programas de educación superior. *Calidad en la Educación* 32: 16-42.
- Stensaker B (2007) Quality as fashion: exploring the translation of management idea into higher education. *Quality Assurance in Higher Education: trends in regulation, translation and transformation* 20: 99-118.
- Swathi M, Soujanya K, Suhasini R (2020) Review on Predicting Student Performance. *Proceedings of the 3rd International Conference on Communications and Cyber*

- Physical Engineering*. ICEE, Engineering College, Hyderabad, Telangana, India. Springer: 698: 1323-1330. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7961-5_120.
- Tagliabue L, Cecconi F, Rinaldi S, Ciribini A (2021) Data driven indoor air quality prediction in educational facilities based on IoT network. *Energy and Buildings* 236(1): 110782. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110782>
- Tenpipat W, Akkarajitsakul K (2020) Student Dropout Prediction: A KMUTT Case Study. *1st International Conference on Big Data Analytics and Practices (IBDAP) Student*. IEEE Bangkok, Thailand. 1-5. <https://doi.org/10.1109/IBDAP50342.2020.9245457>
- Thammasiri D (2014) A critical assessment of imbalanced class distribution problem: The case of predicting freshmen student attrition. *Expert Systems with Applications* 41(2): 321-330. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.046>
- Tikhonova O, Kushnikov V, Rezhchikov A, Ivashchenko V (2017) The development of the mathematical model of predicting the indicators of accreditation of technical universities Russian Federation of technical universities in the Russian Federation Univ. Ser. *Management, Computer Sciences and Informatics* (2): 27-38. <https://doi.org/10.24142/2072-9502-2017-2-27-38>
- Toro J (2012) Gestión interna de la calidad. Aseguramiento de la Calidad en Iberoamérica. Educación superior. *Centro Interuniversitario de Desarrollo, CINDA*. En Lemaitre M & Zenteno M (eds.), RIL Editores, Santiago de Chile, Chile. pp. 189-200, ISBN: 978-956-7106-60-8.
- Van-Vught F, Westerheijden D (1994) Towards a general model of quality assessment in higher education. *Higher Education* 28(3): 355-371.
- Viera O, Flores M, Pachari-Vera E (2020) Factores de deserción estudiantil: Un estudio exploratorio desde Perú. *Interciencia* 45(12): 568-573.
- Wang J, Harthley K (2003) Video technology as a support for teacher education reform. *Journal of Technology and Teacher Education* 11: 105-138.
- Wang S, He Y, Lin H (2021) Model of Normal University Students' Education Quality Based on Artificial Neural Networks. *Journal of Physics: Conference Series* 1828(1): 12146. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1828/1/012146>
- Wyman F (1997) A Predictive Model of Retention Rate at Regional Two-Year Colleges. *Community College Review* 25(1): 28-58.
- Xu S, Lu B, Baldea M, Edgar T, Wojsznis W, Blevins T, Nixon M (2015) Data cleaning in the process industries. *Reviews in Chemical Engineering* 31(5): 453-490.
- Zapata G, Tejeda I (2009) Impactos del Aseguramiento de la Calidad y Acreditación de la Educación Superior. Consideraciones y Proposiciones. *Calidad en la Educación* 31: 192-209.
- Zhang Y, Ouseenna S, Clark T, Kim H (2010) Using data mining to improve student retention in higher education: a case study. *International Conference on Enterprise Information Systems I*: 190-197.
- Zhang Y, Yuan K, Chang S, Yan W, Que J, Deng J, Lu L (2021) Career choice and influential factors among medical students majoring in psychiatry in China. *BMC Medical Education* 21(1): 1-12.

SELECTION OF A PREDICTIVE MODEL TO ESTIMATE THE NUMBER OF YEARS OF ACCREDITATION OF PEDAGOGY CAREERS IN CHILE

Ezequiel Martínez Rojas, Víctor Riquelme Vera, Darian Vera Ávalos, Vivian Segovia Barros and Militza Fernández Céspedes

SUMMARY

The purpose of this article is to develop and compare regression and classification models to predict the number of years of accreditation of pedagogy careers in Chile. For this purpose, a mixed and exploratory research approach was used, using the resolutions and accreditation certificates of 118 pedagogy careers taught by 40 Chilean Universities between 2016 and 2020 (30.8% of the national total), all of them examined by the National Accreditation Commission (CNA).

In this sense, data was processed and grouped in accordance with the dimensions and evaluation criteria defined by the CNA. The findings obtained indicate a logistic regression of 75.55% accuracy, as the most accurate quantitative model when determining the number of years of accreditation in a career. On the other hand, it was possible to verify a high variation between the dimensions observed, product of the large number of subjective evaluations, at the moment of deciding the accreditation.

ESCOLHA DE UM MODELO PREDITIVO PARA ESTIMAR O NÚMERO DE ANOS DE ACREDITAÇÃO DAS CARREIRAS DE PEDAGOGIA NO CHILE

Ezequiel Martínez Rojas, Víctor Riquelme Vera, Darian Vera Ávalos, Vivian Segovia Barros e Militza Fernández Céspedes

RESUMO

O objetivo deste artigo é desenvolver e comparar modelos de regressão e classificação para prever o número de anos de acreditação das carreiras de pedagogia no Chile. Para tal previsão, empregou-se uma abordagem de pesquisa mista e exploratória, verificando as resoluções e atas de acreditação de 118 carreiras de pedagogias ministradas por 40 Universidades chilenas entre os anos 2016 e 2020 (30,8% do total nacional) todas elas examinadas pela Comissão Nacional de Acreditação (CNA).

Doravante, os dados foram tratados e agrupados de acordo com as dimensões e critérios de avaliação definidos pela CNA. Os achados obtidos posicionam à regressão logística com 75,55% de acerto, como o modelo quantitativo de maior precisão no momento de prever a quantidade de anos de acreditação uma carreira, constatando-se também uma alta variação entre as dimensões observadas, aspecto ilustrativo da proeminência de avaliações subjetivas no momento da decisão da acreditação.