

MODELO DE PREDICCIÓN DE VARIABLES DE IMPACTO DE LA PANDEMIA SARS COVID 19 EN LA DESERCIÓN DEL ALUMNADO, POR MEDIO DE LÓGICA DIFUSA

¹ Rita Flores Asís, rfloresa@huatusco.tecnm.mx

² Ali López León, alopezl@huatusco.tecnm.mx

³ Josué Quiroz Hernández, josuequirozhdez@gmail.com

⁴ Iván Valdivia Ruíz, ivanvr.2402@gmail.com

RESUMEN

En la presente investigación, se describe el desarrollo de un modelo de predicción y análisis, para la identificación de las variables que impactan en la deserción del alumnado del sistema escolarizado de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Huatusco (ITSH) que se encuentra ubicado en el estado de Veracruz, México; durante el período de confinamiento por pandemia SARS-CoV-19. En el presente trabajo se exponen dos de los modelos difusos que integrarán un Sistema Experto que permitirá predecir escenarios, para definir estrategias de retención.

Se identificaron los principales factores que impactan la deserción, determinándose el índice de rendimiento del alumnado, tasa de desempleo, indicadores de distancia de su procedencia; y el índice de ingresos, violencia familiar, calidad de internet, migración social entre otros, como indicadores sociales, e indicadores de contagio.

Se diseñó y se implementó una encuesta, en la muestra representativa de la población, los datos obtenidos se utilizaron para definir las reglas que fueron validadas en los modelos de lógica difusa, desarrollados para la predicción de las variables de impacto en la deserción estudiantil, la programación de los modelos difusos se realizó mediante el software Matlab.

Se logró una interpretación de los factores de impacto en la deserción de alumnos, por medio de las gráficas resultantes del software, mostrando las relaciones entre las variables de entrada, así como la predicción de las variables de salida, deserción y rendimiento escolar, las variables de entrada de mayor impacto fueron: las horas dedicadas al estudio, rendimiento escolar por contagio Covid-19 de algún familiar, violencia en tiempos de confinamiento, el ausentismo, la situación laboral, las condiciones económicas, entre otras. Obteniendo como resultado que la principal causa de la deserción se debe a la no adaptación al modelo educativo a distancia, y la falta de recursos económicos.

ABSTRACT

This research describes the development of a prediction and analysis model for the identification of the variables that have an impact on student desertion in the school system of the Industrial Engineering career at the Instituto Tecnológico Superior de Huatusco (ITSH), located in the state of Veracruz, Mexico, during the period of confinement due to the SARS-CoV-19 pandemic. This paper presents two of the fuzzy logic models that will integrate an Expert System that will allow predicting scenarios, in order to define retention strategies.

The main factors that impact desertion were identified, determining the student performance index, unemployment rate, distance indicators from place of origin; and the income index, family violence, internet quality, social migration, among others, as social indicators, and contagion indicators.

PALABRAS CLAVE

Deserción
Educación
Covid-19
Fuzzy logic

KEYWORDS

Deserción
Educación
Covid-19
Fuzzy logic

¹ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Huatusco/docente.

² Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Huatusco/docente.

³ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Huatusco/estudiante.

⁴ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Huatusco/estudiante.

A survey was designed and implemented in the representative sample of the population, the data obtained were used to define the rules that were validated in the fuzzy logic models, developed for the prediction of the impact variables in student desertion, the programming of the fuzzy models was carried out using Matlab software.

An interpretation of the impact factors on student desertion was achieved by means of the resulting software graphs, showing the relationships between the input variables, as well as the prediction of the output variables, desertion and school performance, the input variables with the greatest impact were: hours dedicated to study, school performance due to Covid-19 contagion from a family member, violence in times of confinement, absenteeism, work situation, economic conditions, among others. As a result, the main cause of desertion is due to failure to adapt to the distance education model and lack of economic resources.

I. INTRODUCCIÓN

En el año 2019, el mundo enfrentó uno de los principales retos de salud ocurridos en los últimos años, al experimentar la aparición de un virus desconocido para la humanidad y que representaba un peligro eminente para la existencia humana, fue a principios del año 2020 que la enfermedad generada por el virus SARS-CoV-19 (Covid-19) era declarada pandemia. (DOF, 2020)

Las principales acciones tomadas por los distintos gobiernos para salvaguardar la salud e integridad de los habitantes de cada país fue el distanciamiento social y mantenerse en cuarentena o en resguardo, derivado de estas acciones, el mundo detuvo su actividad social y económica, haciendo una transición de algunas actividades al formato virtual.

Uno de los principales cambios a los que nos enfrentamos fue la transición a una educación virtual, el modelo educativo en México fue adaptado, a una operatividad a distancia, lo que implicó una serie de cambios y repercusiones en el comportamiento del alumnado, en los diferentes niveles educativos. Según (Enríquez & Sáenz, 2021), derivado de la pandemia se detona una crisis económica y educativa que resultarán en un alto impacto en el desempleo y el desarrollo social del país.

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2021), se estima que un 70% de la población estudiantil del mundo se está viendo afectada, en México (preescolar, primaria, secundaria, media superior y superior) un total de 37 589 960 estudiantes se han visto afectados, debido a la falta de adaptación al nuevo modelo educativo a distancia y a las carencias en nivel educativo, así como el rezago tecnológico que existen en el país, muchos alumnos no tienen acceso a internet, específicamente en la zona de las Altas Montañas, existen lugares en los que no se cuenta con la infraestructura para el acceso de las redes de comunicaciones.

Esta situación aunada a la crisis económica y el impacto en el índice de empleabilidad, han originado que los alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Huatusco (ITSH), se vean en la necesidad de abandonar sus estudios para buscar mejores fuentes de empleo, o por falta de una cultura de educación a distancia, muchos de los alumnos han emigrado para buscar una mejor calidad de vida, lo que ha originado un incremento en la deserción del alumnado.

Derivado de la situación mencionada, surgieron múltiples investigaciones para mejorar las condiciones académicas y buscar soluciones para ayudar a los estudiantes de distintos niveles educativos a adaptarse a las nuevas condiciones.

En el trabajo *A Fuzzy logic application in virtual education* (Machado, Moreira, Gomes, Caldeira, & Santos, 2016), se describe el proceso de enseñanza-aprendizaje, mencionando que para estimular todos los cambios que conlleva este proceso, es necesario el uso de una herramienta informática, la cual pueda funcionar como validación y ayuda del alumno.

Es así como el trabajo describe el uso de técnicas de Inteligencia Artificial (IA) como herramienta de apoyo a la enseñanza, buscando que ésta sea adaptada a las necesidades de los individuos en grupo o de manera individual.

Debido a las catástrofes naturales y de origen humano (como la pandemia causada por el virus SARS CoV 19) la comunidad científica ha prestado especial atención al concepto de Ingeniería de resiliencia. Tal como lo muestran en el trabajo *Measuring and improving community resilience: A fuzzy logic approach*, en el cual se propone un modelo de Lógica Difusa para cuantificar la resiliencia en la comunidad, lo que podemos comparar con una comunidad estudiantil. En este trabajo se cuantificaron los indicadores utilizando conocimientos descriptivos en lugar de datos complejos y tomando en cuenta las incertidumbres que conlleva el análisis. Los resultados mostraron que la metodología hace frente a los datos de entrada numéricos y descriptivos, proporcionan-

do buenas estimaciones de resiliencia. Se concluye que esta

metodología puede emplearse como herramienta de apoyo a la toma de decisiones para evaluar y mejorar la resiliencia de las comunidades ante futuros acontecimientos, centrándose en indicadores específicos que sufren deficiencias de resiliencia y necesitan mejoras (De Iuliis, Kammouh, & Cimellaro, 2022). Otro estudio que hace referencia a la misma situación es el propuesto en Mediative fuzzy logic mathematical model: A contradictory management prediction in Covid-19 pandemic, donde se utiliza nuevamente la lógica difusa para proporcionar una relación entre los incrementos de los pacientes positivos a Covid-19 con relación al tiempo, proponiendo una predicción con resultados prometedores, según (Sharma, Dhiman, Vandana, & Mishra, 2021).

Es por ello, que en el presente trabajo se propone el desarrollo de un estudio para determinar las principales variables que han impactado en la deserción escolar del alumnado de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Huatusco (ITSH), con la finalidad de identificar los patrones de comportamiento del alumnado, con el objetivo de desarrollar un modelo de predicción de la deserción por medio de modelos de lógica difusa, como una herramienta de apoyo, que permita predecir escenarios para facilitar la toma de decisiones o la definición de estrategias que logren contrarrestar la deserción en la institución.

II. METODOLOGÍA

La metodología definida se plantea en tres fases principales, la primera fase consistió en la identificación y recolección de información necesaria para definir el modelo difuso, definir las principales variables que permiten identificar el patrón de comportamiento de los alumnos de ITSH, y posteriormente validar el modelo.

Posterior a la determinación de las principales variables de impacto en la deserción del alumnado, se realizó el cálculo de la muestra, así como el diseño de la técnica de recolección de datos que se aplicará a la población del alumnado de Ingeniería Industrial del ITSH. La encuesta contempló 29 preguntas, en los que se consideraron cuestionamientos para recabar datos demográficos, sociales, económicos y de contagio Covid-19.

Para aplicar la encuesta a una población representativa de la comunidad estudiantil se tomó como caso de estudio la población de los alumnos de Ingeniería Industrial, en la que se definió una muestra representativa de la población para lo cual se desarrolló el cálculo de la muestra, en la ecuación 1 se observa la fórmula empleada para obtener el tamaño de la muestra:

Ecuación 1

Tamaño de la muestra.

$$\eta = \frac{z^2 * \rho * q * N}{e^2 (N-1) + z^2 * \rho * q}$$

$$= \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 208}{0.05^2 (208-1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

= 135 alumnos
N= 208 Alumnos
p= 0.5
q=0.5
Z= 95%
e=0.05

En la tabla 1 se mencionan algunos de los tópicos considerados en las preguntas detonadas en la encuesta que se dividió en 5 secciones:

Tabla 2

Principales tópicos de impacto.

Datos generales	Datos académicos y económicos	Datos SARS CoV-19	Datos demográficos	Datos Económicos
Nombre	Promedio	Cantidad de contagios	Cantidad de hijos	Ocupación
Edad	Cantidad de materias reprobadas	Rendimiento por contagio	Calidad de internet	Tipo de empleo
Género	Preferencia de universidad	Ausencia por contagio.	Cuidado y atención familiar	Ingreso mensual
Estado Civil	Horas de estudio a la semana	Pérdidas de familiares	Equipo tecnológico para educación a distancia	Porcentaje de ingresos destinados a estudios
Semestre cursado	Enfermedad crónica	Padecimiento psicológico	Distancia y lugar de procedencia	
Carrera	Enfermedad crónica	Desempleo por pandemia		
	Satisfacción académica	Situación de violencia por pandemia		

Cómo se puede observar en la tabla 1, se plantean variables cualitativas que representan un nivel de imprecisión que demuestran un alto nivel de incertidumbre, se observan variables que en respuestas subjetivas que complican el análisis de la información.

En la fase 2, se desarrollaron dos modelos de lógica difusa que se alimentan de los datos obtenidos de los resultados de la encuesta realizada en la fase 1. Dicho sistema permite identificar y predecir las variables que impactan a la deserción del Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, A continuación, se describe el modelo de lógica difusa, en cada uno de los elementos. En la figura 1, se muestra la estructura del modelo completo uno, en el se incluyeron 7 variables de entrada, las cuales fueron, horas de estudio, estado civil, hijos, Apoyo familiar, distancia, género y empleo, y una variable de salida, nombrada deserción, cada variable cuenta sus respectivas etiquetas. En la figura 2. Se presenta el modelo enfocado a indicadores del contagio Covid-19. En dicho modelo se observan las variables como: disminución del rendimiento por contagio, por contagio de un pariente, por violencia durante el confinamiento, por el ausentismo de contagio o por algún padecimiento psicológico durante el periodo de confinamiento.

Figura 1

Modelo uno de impacto a la deserción.

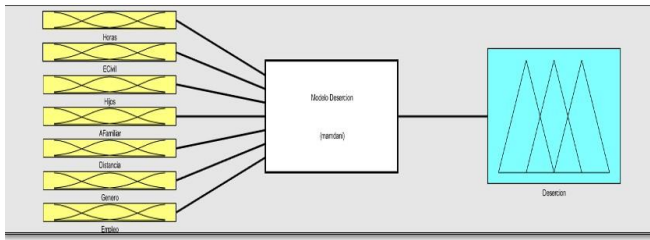
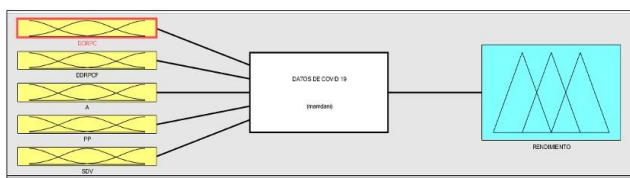


Figura 2

Modelo enfocado a indicadores de contagio.



Definición de Variables Lingüísticas

En la Tabla 2 se describen las variables que son consideradas por los expertos y los datos recabados en las encuestas como los valores de referencia para observar el patrón de comportamiento de los alumnos desertores.

Tabla 2

Variables de entrada de los modelos de lógica difusa para predecir el rendimiento y la deserción en el ITSH

Variabes	Definición	Unidades de medida
Horas	Se refiere al tiempo de que dedican a estudiar.	horas
Estado civil	Define el estado civil de los alumnos de la muestra.	Porcentaje
Hijos	Cantidad de hijos de los encuestados.	Númerica
Apoyo familiar	Es un indicador del apoyo que ofrece la familia al estudiante.	Puntuación
Distancia	La distancia en kilómetros del lugar de residencia de los alumnos con respecto al lugar del ITSH.	Km
Genero	Sexo del alumno encuestado.	Valor numérico
DDRPC	Rendimiento de alumnos contagiados por COVID	Puntuación
DDRPCF	Rendimiento de alumno por contagio de un familiar	Númerica
A	Ausentismo del alumno encuestado	Númerica
PP	Padecimiento psicológico por confinamiento COVID	Puntuación
SDV	Situación de violencia durante el confinamiento por COVID	Númerica

Las variables de salida correspondientes a la deserción y el rendimiento por contagio SARS- CoV-19 se muestran en la tabla 3, son consideradas variables de salida porque en ellas se representa el impacto de las variables de entrada, se manejaron dos salidas, mismas que pudieron ser contempladas en el mismo modelo, pero éste se hacía demasiado robusto y lento, por ello se optó por construir un segundo modelo, en

el modelo uno, se analizan los principales aspectos demográficos, sociales y económicos. En el segundo modelo se obtuvo como variable de salida el rendimiento por aspectos de contagio Covid-19.

Tabla 3

Variables de salida de los modelos de lógica difusa para predecir la deserción y el rendimiento.

Variabes	Definición	Unidades de medida
Deserción	Variable de salida que representa aspectos de deserción por causas económicas, sociales y demográficas.	Númerica ponderada
Rendimiento	Es una variable de salida que muestra el impacto de las variables de entrada relacionadas con el contagio SARS Covid19.	Númerica ponderada

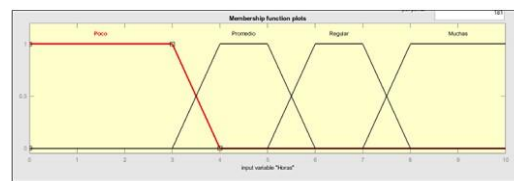
Fusificación

A continuación, se presenta un ejemplo de los conjuntos difusos definidos para una variable de entrada y una variable de salida, con la finalidad de mostrar el proceso de fusificación de los modelos planteados.

En la figura 3 se puede observar la variable “Horas”, la cual está conformada por un conjunto de etiquetas llamadas “Poco”, “Promedio”, “Regular” y “Muchas”. Las etiquetas pueden estar representadas por funciones de membresía triangular y sus parámetros o funciones de membresía trapezoidales y sus parámetros. En este caso se diseñaron tipo trapezoidales.

Figura 3

Variable “Horas”

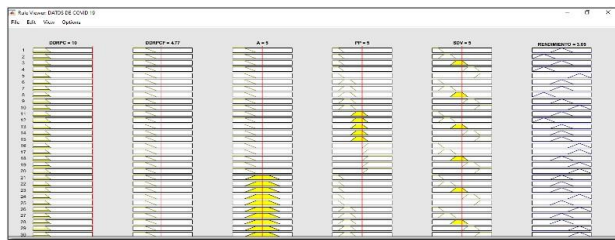


Reglas de Inferencia

Se crearon 538 reglas para el modelo 1 y 720 reglas en el modelo 2, mismas que fueron validadas con datos que extienen de el departamento de vinculación del ITSH, y que son datos de registros de alumnos egresados y desertores del plantel.

El segmento de reglas se introdujo al software Matlab (Ver figura 4), para la interpretación y activación de cada regla, permitiendo estimar el grado de pertenencia entre las funciones de membresía del modelo, logrando obtener una predicción del proceso.

Figura 4
Segmento de reglas introducidas en Matlab



Para la activación de las reglas de inferencia se ingresan datos al modelo y se observa el resultado arrojado en la variable de salida, las reglas que se activan son aquellas en las que se encuentra el dato ingresado, pero de forma interna el software estima el grado de pertenencia entre las diferentes funciones de membresía (Sain & Mohan, 2021).

Desdifusificación

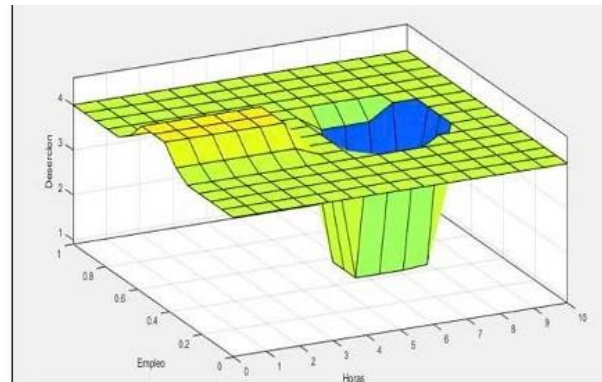
La defusificación (defuzzification) es un proceso matemático usado para convertir un conjunto difuso en un número real (Flores-Asis et al., 2019).

El proceso de desdifusificación se realiza de manera interna en el software MatLab, en donde se introducen las variables de entrada al sistema, y posteriormente se muestran los resultados en las variables de salida deserción y rendimiento.

III. RESULTADOS O AVANCES

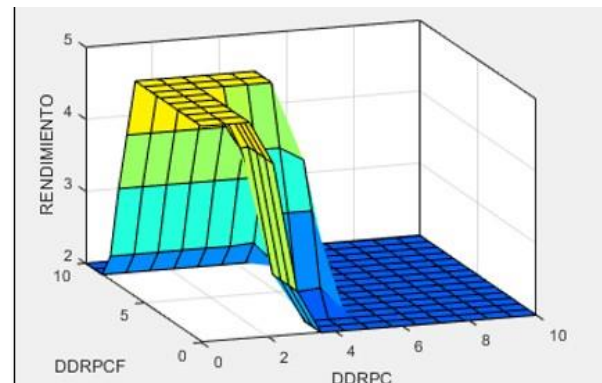
Como resultado de los modelos de lógica difusa, se obtuvieron superficies de respuesta que permitieron hacer un análisis de los patrones de comportamiento del alumnado del ITSH en relación a su impacto y reacción ante la situación de contingencia por pandemia Covid-19. Uno de los principales problemas derivado de la situación de pandemia, fue la necesidad de mantener sus empleos o conseguir ingreso para subsistir aun cuando la economía en general se vio afectada, ya que se observó un cierre de negocios de manera temporal y permanente, debido a esto la empleabilidad disminuyó en un 10% (Clavellina & Domínguez, 2020), sin embargo en la educación y la empleabilidad en el alumnado es una causante de disminución de su rendimiento académico y una posible causa de deserción, de acuerdo con las respuestas obtenidas en la escuela elaborada en la fase 1, solo un 23.7% (32) del total de alumnos encuestados tienen empleo, comparando con el resultado observado en la superficie de respuesta de la variable empleo en relación con las horas de estudio, se interpreta que los alumnos que tienen empleo regularmente dedican menos horas de su tiempo a las actividades académicas (Warren & Lee, 2003), normalmente de 1 a 4 horas a la semana y suelen reprobar de 1 a 4 materias, y en la superficie más baja se refiere a que alumnos que estudian de 6 a 8 horas y solo se dedican a ser estudiantes, tienden a no reprobar materias (Véase figura 5).

Figura 5
Gráfico de respuesta deserción, empleo, horas.



En la figura 6 se muestra la superficie de respuesta de las variables DDRPC y DDRPCF que representan la disminución del rendimiento por contagio Covid-19 y por contagio familiar respectivamente, como se puede interpretar en la imagen, el modelo difuso expresa que disminuyó su rendimiento en mayor medida cuando resultó contagiado algún familiar, que cuando ellos adquirieron el virus, esto coincide con lo reportado (Silva, Barbosa, André, & Delerue Matos, 2022), en donde menciona que el grado de estrés por temor a contagiarse o por el confinamiento Covid-19 podría repercutir gravemente en el rendimiento escolar y el comportamiento social de los individuos, así como en su nivel de satisfacción en su vida rutinaria.

Figura 6
Gráfico de respuesta rendimiento, DDRPCF, DDRPC



En un estudio realizado por (Lorente-Acosta, Lorente-Martínez, & Lorente-Martínez, 2022) se reporta que en el segundo trimestre, después de haberse declarado la pandemia, se dio un incremento en las llamadas a números de emergencia por violencia doméstica, específicamente violencia de género, en las figuras 7 y 8, se puede apreciar que los

modelos de lógica difusa hacen la interpretación y predicción de acuerdo a los datos obtenidos de los alumnos encuestados, que más del 50% de alumnos que manifestaron haber vivido alguna experiencia de violencia, fueron los que también representan los mayores valores en la variable ausentismo y una mayor puntuación en el padecimiento de algún trastorno psicosocial.

Figura 7

Gráfico de respuesta rendimiento, A, SDV.

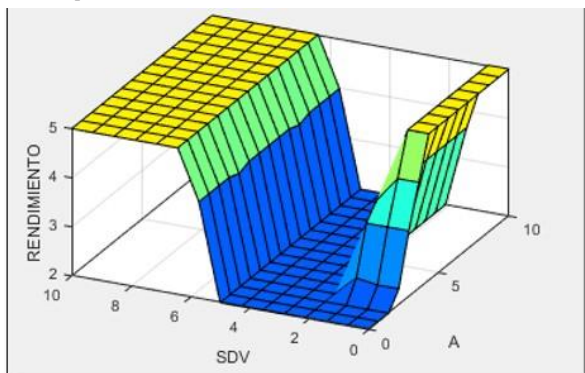
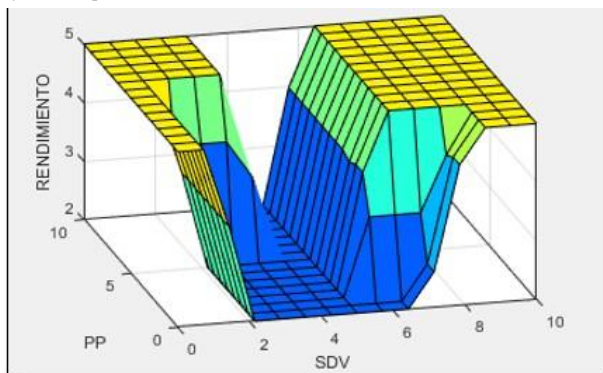


Figura 8

Gráfico de respuesta rendimiento, PP,



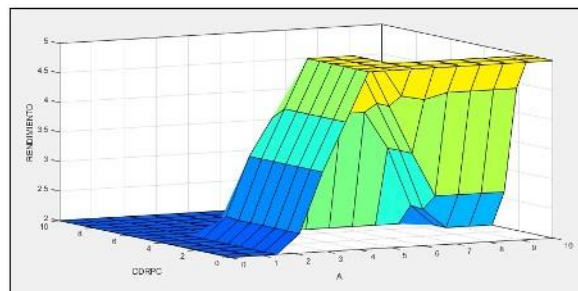
Se podría pensar que el nivel de ausentismo durante las clases virtuales en pandemia SARS- CoV-19 y después del regreso a clases, se debió en mayor medida al índice de contagios, pero

el resultado obtenido por medio de los modelos difusos y la muestra observada de alumnos de Ingeniería Industrial del ITSH, se puede deducir (Ver figura 9) que el porcentaje fue menor, alrededor del 20%, los alumnos que manifestaron que se ausentaron de las clases virtuales por estar contagiados, la mayor cantidad de alumnos encuestados manifestó que le fue difícil adaptarse al esquema de educación virtual por diversos motivos, entre ellos que no contaban con las herramientas tecnológicas o tuvieron que emigrar para conseguir empleo y mejorar sus condiciones económicas, estos resultados coinciden con el trabajo realizado (Cáceres-Correa, 2021) en el que se menciona que al menos una tercera parte de la población

escolar no tuvo acceso a la educación por telemática, por problemas económicos, no tuvieron interés en el estudio a distancia o no contaban con una conexión a internet.

Figura 9

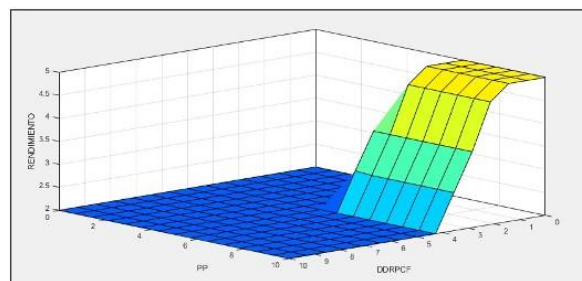
Gráfico de respuesta rendimiento, DDRPC, A



Como se puede observar en la figura 10, el gráfico de superficie de respuesta que más del 80% de los alumnos que expresaron que si disminuyó su rendimiento escolar manifestaron algún tipo de padecimiento psicológico, coincidiendo nuevamente con lo reportado por (Mónaco et al., 2022), que menciona que las enfermedades psicológicas más comunes presentadas durante el confinamiento por SARS Covid-19 provocó, ansiedad, depresión y estrés en la población juvenil.

Figura 10

Gráfico de respuesta RENDIMIENTO, PP, DDRPF



IV. CONCLUSIONES

El cambio que se ha vivido durante la contingencia por la pandemia SARS-CoV-19 en el ámbito de la educación ha sido realmente un reto que será difícil de superar, se habla de un rezago educativo de una década de retroceso en la educación básica (Gallegos De Dios. A, 2022), aunado a otros problemas, económicos, sociales y psicológicos que deberán ser prioridad en el futuro para todos los sectores, públicos y privados. Es por ello, que cada uno de estos sectores lucha por detonar estrategias que les ayuden a mejorar su productividad, de aquí surgió el deseo y la necesidad de desarrollar un modelo que ayude a analizar la situación del alumnado de ITSH con respecto al alto índice de deserción que se ha observado en el último año, se puede concluir que las técnicas de inteligencia artificial son una importante herramienta para poder predecir los patrones de comportamiento, y el análisis

de datos. En la presente investigación se observó que los datos obtenidos de los modelos difusos coincidieron en varios resultados con la encuesta realizada al alumnado, en dónde se observa que las causas más representativas de la deserción no fueron originas principalmente por el contagio Covid-19, más del 50% manifestó no haberse adaptado al esquema de educación a distancia, o porque tuvo problemas económicos, que lo llevaron a emigrar para encontrar mejores condiciones de vida, otro dato interesante que se observó durante la presente investigación, es que existe muy escasa literatura que aborde el problema que enfrenta la educación, derivado de la pandemia por SARS-CoV-19, utilizando una metodología que considere integrar herramientas de inteligencia artificial para el análisis o interpretación de la información.

Uno de los principales retos enfrentados durante la elaboración de la presente investigación fue la compleja labor realizada para poder obtener datos de alumnos desertores, ya que, al haber estado varios meses trabajando a distancia, muchas de las bases de datos institucionales no se encuentran actualizadas, además de la resistencia del alumnado a expresar con honestidad las experiencias vividas durante la pandemia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cáceres-Correa, I. (2021). Acerca de la escolaridad a distancia y la deserción en Pandemia. *Utopía y Práxis Latinoamericana*, 26(Especial 2), 11–13. Retrieved from <https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/library/poverty/desarrollo-humano-y-covid-19-en-mexico.html%0Ahttps://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27966514001>
- Clavellina, J. L., & Domínguez, M. I. (2020). Implicaciones económicas de la pandemia por COVID-19 y opciones de política. *Instituto Belisario Domínguez*, 81, 1–11.
- De Iuliis, M., Kammouh, O., & Cimellaro, G. P. (2022). Measuring and improving community resilience: A fuzzy logic approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 78(July 2021), 103118. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103118>
- Enríquez, A., & Sáenz, C. (2021). Primeras lecciones y desafíos de la pandemia de COVID-19 para los países del SICA. *Estudios y Perspectivas*, 106. Retrieved from www.cepal.org/apps%0Ahttps://www.cepal.org/es/publicaciones/46802-primeras-lecciones-desafios-la-pandemia-covid-19-paises-sica
- Flores-Asis, R., Méndez-Contreras, J. M., Alvarado-Lassman, A., Fernández-Lambert, G., Villanueva-Vásquez, D., & Aguilar-Lasserre, A. A. (2019). Analysis of the behavior for operation parameters in the anaerobic digestion process with thermal pretreatment, using fuzzy logic. *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 54(6). <https://doi.org/10.1080/10934529.2019.1593010>
- Gallegos De Dios, A. (2022). Ausentismo, deserción escolar y rezago educativo en secundarias públicas en México durante la pandemia del Covid-19. *Absenteeism, school dropout and educational lagging in public high schools in Mexico during the Covid-19 pandemic*. *Sincronía*, 81. <https://doi.org/10.32870/sincronia.axxvi.n81>
- Lorente-Acosta, M., Lorente-Martínez, M., & Lorente-Martínez, M. (2022). Impacto de la pandemia por COVID-19 y el confinamiento en los homicidios por violencia de género en España. *Revista Española de Medicina Legal*, 48(1), 36–43. <https://doi.org/10.1016/J.REML.2021.08.001>
- Machado, M. A. S., Moreira, T. D. R. G., Gomes, L. F. A. M., Caldeira, A. M., & Santos, D. J. (2016). A Fuzzy Logic Application in Virtual Education. *Procedia Computer Science*, 91(Itqm), 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.037>
- Mónaco, E., Schoeps, K., Valero-Moreno, S., Castro-Calvo, J., Montoya-Castilla, I., del Rosario, C., ... Esparza, N. A. A. (2022). Cross-cultural validation of the Worries about COVID-19 and its consequences Scale (W-COV) in adolescents and young people. *Archives of Psychiatric Nursing*, 40, 158–166. <https://doi.org/10.1016/J.APNU.2022.07.016>
- Oficial, D., Universal, P. B., Superior, M., Ju, B., Nacional, E., Mexicanos, E. U., ... Poblaci, C. (2020). *Dof: 30/03/2020*, 1–27.
- Sain, D., & Mohan, B. M. (2021). Modeling, simulation and experimental realization of a new nonlinear fuzzy PID controller using Center of Gravity defuzzification. *ISA Transactions*, 110(xxxx), 319–327. <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2020.10.048>
- Sharma, M. K., Dhiman, N., Vandana, & Mishra, V. N. (2021). Mediative fuzzy logic mathematical model: A contradictory management prediction in COVID-19 pandemic. *Applied Soft Computing*, 105, 107285. <https://doi.org/10.1016/j.ASOC.2021.107285>
- Silva, P., Barbosa, F., André, M., & Delerue Matos, A. (2022). Home confinement and mental health problems during the Covid-19 pandemic among the population aged 50 and older: A gender perspective. *SSM - Population Health*, 17, 100999. <https://doi.org/10.1016/J.SSMPH.2021.100999>
- UNESCO. (2021). México requiere afianzar un sistema permanente de protección escolar ante la pandemia por COVID - 19 y otros desafíos futuros. *Educación 2030*, 1–
- Retrieved from https://es.unesco.org/sites/default/files/01092021posicionamiento_unesco_regreso_a_clases.pdf
- Warren, J. R., & Lee, J. C. (2003). The impact of adolescent employment on high school dropout: Differences by individual and labor-market characteristics. *Social Science Research*, 32(1), 98–128. [https://doi.org/10.1016/S0049-089X\(02\)00021-2](https://doi.org/10.1016/S0049-089X(02)00021-2)

