

## **Capítulo 5**

# **Aplicación de inteligencia artificial para reducir el riesgo de Burnout en poblaciones de trabajadores mexicanos**

---

Pablo Guerrero Sánchez, Augusto Renato Pérez Mayo

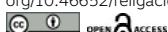
---

### **Resumen**

El agotamiento emocional en México presenta una incidencia del 75% en la población trabajadora, la más alta a nivel mundial según la OMS. Este problema se asocia con múltiples afectaciones a la salud, incluyendo cardiopatías, colitis, dermatitis, trastornos gástricos, dolores lumbares y musculoesqueléticos, e incluso, en casos graves, cáncer, infartos al miocardio y parálisis faciales u otras. La inteligencia artificial ofrece una herramienta valiosa para identificar señales tempranas del síndrome y favorecer una intervención oportuna, reduciendo riesgos en la salud, así como los costos laborales, sociales y psicológicos asociados. Aunque estas cifras corresponden a la población general del país, el presente estudio desarrolló un modelo de inteligencia artificial entrenando específicamente para trabajadores del sector salud, un grupo particularmente vulnerable. En especial, las enfermeras presentan una alta probabilidad de padecer problemas relacionados con el síndrome de burnout, lo que subraya la importancia de herramientas preventivas y de diagnóstico oportuno.

Palabras clave:  
Burnout;  
Inteligencia artificial;  
Salud laboral;  
Agotamiento emocional;  
Enfermería.

Guerrero Sánchez, P., & Pérez Mayo, A. R. (2025). Aplicación de inteligencia artificial para reducir el riesgo de Burnout en poblaciones de trabajadores mexicanos. En N. Roque Nieto, A. R. Pérez Mayo, P. Guerrero Sánchez, N. Betanzos Díaz, & C. Rodríguez Leana, (Coords). *Organizaciones, Salud y Bienestar: Perspectivas Transdisciplinarias sobre lo Social, lo Tecnológico y lo Emocional*. (pp. 130-149). Religación Press. <http://doi.org/10.46652/religacionpress.312.c722>



## Introducción

La Burnout es un problema que se ha destacado por las implicaciones biológicas psicológicas, sociales y laborales, en diversos países, y por sectores laborales, hay algunas que han sido más estudiados por si incidencia y proclividad concomitante como lo es en el área de la salud, pero también existe una incidencia alta por países como México con un 75%<sup>1</sup> (Lozano, 2023); con afectaciones de agotamiento físico y mental, resentimiento, desvalorización, cosificación, desesperación y falta de motivación:

Datos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) indican que, previo a la pandemia, México ya figuraba como uno de los países con mayor fatiga por estrés laboral. Al menos el 75% de sus trabajadores padecía esta condición, superando los niveles de China (73%) y Estados Unidos (59%) (Lozano, 2023).

El Instituto nacional de Salud Pública identifica, problemas de espalda, mortalidad cardiovascular, hipertensión, , cardiopatías, trastornos digestivos, tensión arterial, cefaleas, lumbalgias, isquemia, hemorragias cerebrales, consumo de alcohol, tabaco, drogas, , angustia depresión suicidio; con características del trabajo, como puesto, volumen y ritmo de trabajo, horarios, participación y control, perspectivas profesionales, relaciones interpersonales, y cultura institucional, baja participación en las decisiones, poco apoyo de colegas y supervisores, acoso sexual o psicológico, elementos personales como la competencia hostil, una personalidad demasiado comprometida, y falta de confianza en sí mismo<sup>2</sup> (Instituto Nacional de Salud Pública, 2020).

---

1 [https://unamglobal.unam.mx/global\\_revista/mexico-alarmantes-cifras-de-estres-laboral/](https://unamglobal.unam.mx/global_revista/mexico-alarmantes-cifras-de-estres-laboral/)

2 <https://www.insp.mx/avisos/3835-riesgos-estres-laboral-salud.html>

## El concepto

### *Burnout*

Es causado por el estrés prolongado, y causa alteraciones en la salud, causando alteraciones cognitivas, emocionales y actitudinales, fatiga, cinismo, y compromiso reducido, agotamiento emocional, despersonalización; e el agotamiento emocional, esta categorizada por los sindicadores de; cansancio, fatiga, debilitamiento, dificultad para adaptarse al entorno laboral, y poca energía para afrontar tareas laborales, en el cinismo o despersonalización, está definido por desapego, indiferencia o despreocupación hacia el trabajo, irritabilidad, pérdida de idealismo y evitación interpersonal hacia usuarios o clientes o pacientes.

En cuanto al alcance personal reducido, refleja una autoevaluación personal negativa, disminución de la productividad, y baja moral. (Edú-Valsania et al., 2022 p. 3), al parecer a partir de la pandemia del COVID-19 el burnout se ha disparado (Molyneux, 2022), y en particular en el área de la salud sobre todo con las profesionales de enfermería, con desempeño laboral reducido, mala calidad de atención, mala seguridad del paciente, experiencia negativa del paciente, errores de medicación, infecciones, caídas del paciente e intención de irse (rotación) (Dall’Ora et al., 2020), así como en médicos, los cuales también tienen errores que al parecer pueden causar la muerte de pacientes, debido a su agotamiento y depresión concomitante (Yates, 2020), así como pérdida de interés y deterioro de concentración y ansiedad, (Koutsimani et al., 2019). Este estado de salud mental está asociado con la *disforia* a nivel psiquiátrico (Maslach & Leiter, 2016). Es importante entender cómo los procesos biológicos tienen un papel en el burnout clínico, es decir la falta de recuperación del sistema de estrés fisiológico (Van, 2021), es importante también señalar que no sólo el área de la salud está siendo afectada por este síndrome o conjunto de síntomas; han habido ya estudios sobre cómo afecta este síndrome al área educativa

por ejemplo (Liu, et al. 2023), en estudiantes universitarios, aunque hace falta mayor investigación para mitigar el impacto en las IES en México en particular en los profesores, que es lo que se propondrá con el modelo de esta investigación.

### **La inteligencia artificial**

La revolución digital impulsada por los algoritmos computacionales está transformando la sociedad, dichos algoritmos analizan una gran cantidad de información para encontrar patrones y resolver tareas específicas y además tiene una habilidad única para enfrentar desafíos que si fueran responsabilidad de una personas exigirían un alto grado de creatividad e ingenio, esta capacidad de simular el comportamiento humano y de adaptarse a nuevas tareas es lo que ha hecho que se les llame inteligencia artificial o simplemente IA (Martínez, 2023).

### **Metodología**

Se trabajo una base de datos para la construcción del instrumento para la identificación de etapas tempranas del agotamiento emocional.

## Resultados preliminares

*Lo que muestra la base de datos*

Figura 1. Final cluster centroids

Final cluster centroids:		Cluster#	
Attribute	Full Data (1349, 0)	0 (938, 0)	1 (411, 0)
SEXO	0.4811	0.4723	0.5012
EDAD	47.5355	48.0248	46.4187
ESTADO_CIVIL	0.6197	0.6226	0.6131
NUMERO_HIJOS	1.7176	1.7516	1.6399
ALTURA	162.741	162.561	163.1517
PESO	76.2206	75.6561	77.5714
HORAS_DE_SUEÑO	6.7749	6.7206	6.8088
EJERCICIO_FISICO	119.6597	120.7751	117.1144
LECTURA	0.4863	0.468	0.528
TIEMPO_VIDA_LABORAL	30.0601	-31.0375	-27.6294
ESPECIALIDAD	Medicina preventiva y salud pública   Endocrinología   Medicina del trabajo		
FUMADOR	0.1883	0.1695	0.2311
VIVE_EN_PAREJA	0.0501	0.6535	0.6423
HOSPITAL	INFANTIA_SOFIA	INFANTIA_SOFIA	SAN_LLATZER

Time taken to build model (full training data) : 0.01 seconds

\*\*\* Model and evaluation on training set \*\*\*

Clustered Instances

0 938 ( 70%)  
1 411 ( 30%)

Class attribute: BURNOUT

Classes to Clusters:

0 1 <-- assigned to cluster  
627 268 | No\_tiene  
311 143 | Tiene

Cluster 0 <-- No\_tiene  
Cluster 1 <-- Tiene

Incorrectly clustered instances : 579.0 42.9207 %

Fuente:

Hay más burnout en el Hospital SAN LLÁTZER, en el área de medicina del trabajo. Son ligeramente más jóvenes, 12 centímetros más bajos de estatura en promedio, más llenitos, tienen menos experiencia laboral, y fuman más que el promedio.

Figura 2. Classifier model (full training set)

```
==== Classifier model (full training set) ====
RandomForest
Bagging with 100 iterations and base learner
weka.classifiers.trees.RandomTree -K 0 -M 1.0 -V 0.001 -S 1 -do-not-check-capabilities
Time taken to build model: 1.44 seconds

==== Stratified cross-validation ====
==== Summary ====
Correctly Classified Instances      891      66.0489 %
Incorrectly Classified Instances   458      33.9511 %
Kappa statistic                   0.1193
Mean absolute error               0.4241
Root mean squared error          0.4722
Relative absolute error          94.9549 %
Root relative squared error     99.9385 %
Total Number of Instances        1349

==== Detailed Accuracy By Class ====
      TP Rate  FP Rate  Precision  Recall   F-Measure  MCC    ROC Area  PRC Area  Class
          0.885    0.782    0.690    0.885    0.776    0.136    0.588    0.742    No_tiene
          0.218    0.115    0.490    0.218    0.302    0.136    0.588    0.430    Tiene
Weighted Avg.      0.660    0.558    0.623    0.660    0.616    0.136    0.588    0.637

==== Confusion Matrix ====
      a     b  <- classified as
792 103 |  a = No_tiene
355 99  |  b = Tiene
```

Fuente:

Se hicieron pruebas a la base con uno de los clasificadores más robustos que hay (randomforest) para generar un modelo predictivo: Estos son los resultados:

Se muestra que el modelo aprende poco, tiene una precisión baja de (0.623), es mejor para predecir los que no tienen burnout (0.690) que los que sí tienen (0.490). Lo que podría evidenciar que las personas no saben si tienen burnout o no, o están mintiendo, o bien que el curador de la base los clasificó erróneamente. Se incluye la base de datos que utiliza, cambiando el orden de las columnas y el tipo de dato de la columna burnout de numérico a categórico.

```
{  
    "flow_name" : "Burnout_randomForest",  
    "steps": [  
        {  
            "class" : "weka.knowledgeflow.steps.Loader",  
            "properties" : {  
                "loader" : {  
                    "type" : "loader",  
                    "class" : "weka.core.converters.CSVLoader",  
                    "filePath" :  
                    "/home/ahernandez/Descargas/eburnout2f.csv",  
                    "useRelativePath" : false,  
                    "options" : "-format \"yyyy-MM-  
dd\\\"T\\\"HH:mm:ss\" -M ? -B 100 -E \"\\\\\",\\\\\" -F ,"  
                },  
                "name" : "CSVLoader"  
            },  
            "connections" : {  
                "dataSet" : [  
                    "ClassAssigner"  
                ],  
                "coordinates" : "52,91"  
            },  
            "class":  
            "weka.knowledgeflow.steps.ClassifierPerformanceEvaluator",  
            "properties" : {  
                "collectPredictionsForVisAndAUC" : true,  
                "costMatrixString" : "",  
                "errorPlotPointSizeProportionalToMargin" : false,  
                "evaluateWithRespectToCosts" : false,  
                "evaluationMetricsToOutput" :  
                "Correct,Incorrect,Kappa,Total cost,Average cost,KB relative,KB  
                information,Correlation,Complexity o,Complexity scheme,Complexity  
                improvement,MAE,RMSE,RAE,RRSE,TP rate,FP rate,Precision,Recall,F-  
                measure,MCC,ROC area,PRC area",  
                "name" : "ClassifierPerformanceEvaluator",  
                "outputConfusionMatrix" : true,  
                "outputEntropyMetrics" : false,  
                "outputPerClassStats" : true  
            },  
            "connections" : {  
                "text" : [  
                    "TextViewer"  
                ],  
                "coordinates" : "559,288"  
            },  
            "class" :  
            "weka.knowledgeflow.steps.TextViewer",  
            "properties" : {  
                "name" : "TextViewer"  
            },  
            "connections" : {  
            },  
            "coordinates" : "333,294"  
        },  
        {  
            "class":  
            "weka.knowledgeflow.steps.CrossValidationFoldMaker",  
            "properties" : {  
                "name" : "CrossValidationFoldMaker",  
                "numFolds" : "10",  
                "preserveOrder" : false,  
                "seed" : "  
            },  
            "connections" : {  
                "trainingSet" : [  
            }  
    ]  
}
```

```
        "RandomForest"
    ],
    "testSet": [
        "RandomForest"
    ]
},
"coordinates": "388,89"
},
{
    "class": "weka.knowledgeflow.steps.ClassAssigner",
    "properties": {
        "classColumn": "BURNOUT",
        "name": "ClassAssigner"
    },
    "connections": {
        "dataSet": [
            "CrossValidationFoldMaker"
        ]
    },
    "coordinates": "183,90"
},
{
    "class": "weka.knowledgeflow.steps.Classifier",
    "properties": {
        "classifier": {
            "type": "optionHandler",
            "class": "weka.classifiers.trees.RandomForest",
            "options": "-P 100 -I 100 -num-slots 1 -K 0 -M 1.0 -V 0.001 -S 1 -depth 2 -batch-size 1000"
        },
        "loadClassifierFileName": "",
        "name": "RandomForest",
        "resetIncrementalClassifier": false,
        "updateIncrementalClassifier": true
    },
    "connections": {
        "batchClassifier": [
            "ClassifierPerformanceEvaluator"
        ]
    },
    "coordinates": "719,87"
}
]
}
```

## Metodología IA burnout

Se presente el modelo de programación en Python para el entrenamiento de la Inteligencia artificial con varios modelos para analizar cuál de todos los modelos presentados entrenados con la misma base de datos es el que presenta la mejor exactitud el pseudocódigo del programa para la programación del modelo de IA que mencionaste. El pseudocódigo omite los detalles específicos de las bibliotecas y se centra en describir los pasos principales de forma clara y abstracta.

## **Pseudocódigo del Programa de Modelado de IA**

### **1. Instalar dependencias**

- Instalar las bibliotecas necesarias: imblearn, scikit-learn, pandas, numpy, etc.

### **2. Importar las bibliotecas necesarias**

- Importar bibliotecas para manipulación de datos, preprocesamiento, modelos de clasificación, y métricas de evaluación.

### **3. Cargar datos desde archivo CSV**

- Solicitar al usuario que cargue un archivo CSV.
- Leer el archivo cargado y almacenarlo como un DataFrame.

### **4. Preprocesar datos**

- Eliminar espacios en blanco de los nombres de columnas.
- Renombrar columnas con errores de formato, si es necesario.
- Convertir variables categóricas en variables dummy utilizando one-hot encoding.
- Escalar las variables numéricas para normalizar los valores.

### **5. Separar características (X) y variable objetivo (y)**

- Definir la variable dependiente (objetivo) y las variables independientes (características).

### **6. Balancear las clases**

- Aplicar la técnica SMOTE para manejar el desequilibrio en las clases del conjunto de datos.

## 7. Dividir los datos

- Dividir los datos balanceados en conjuntos de entrenamiento y prueba.

## 8. Definir modelos de clasificación

- Especificar un conjunto de modelos a evaluar, como Random Forest, Regresión Logística, SVM y XGBoost.

## 9. Entrenar y evaluar modelos

Para cada modelo:

- Entrenar el modelo con el conjunto de entrenamiento.
- Realizar predicciones con el conjunto de prueba.
- Calcular métricas de evaluación como:
- Accuracy
- Matriz de confusión
- Informe de clasificación
- Balanced Accuracy Score
- F1 Score
- Graficar curvas ROC y Precision-Recall.

## 10. Almacenar resultados

- Guardar las métricas principales en una lista para su comparación.

## 11. Mostrar resultados

- Mostrar en pantalla un resumen con el porcentaje de confiabilidad (accuracy) y métricas relevantes de todos los modelos.

## Flujo General del Programa

1. Cargar los datos.
2. Preprocesar los datos.
3. Balancear clases y dividir los datos.
4. Probar varios modelos de IA.
5. Evaluar cada modelo con métricas relevantes.
6. Mostrar un resumen con los resultados.

Este pseudocódigo proporciona una descripción estructurada y funcional del flujo general del programa. Se puede implementar en cualquier lenguaje que soporte las bibliotecas mencionadas o equivalentes. Entrenando y evaluando el modelo: Random Forest

### Matriz de Confusión:

[[163 16]

[ 34 145]]

### Informe de Clasificación:

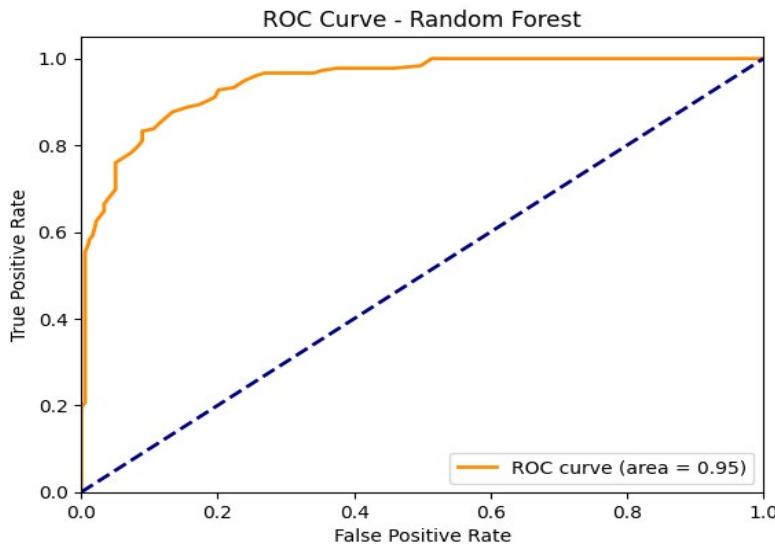
	<b>precision</b>	<b>recall</b>	<b>1-score</b>	<b>support</b>
0	0.83	0.91	0.87	179
1	0.90	0.81	0.85	179
accuracy			0.86	358
macro avg	0.86	0.86	0.86	358
weighted avg	0.86	0.86	0.86	358

Porcentaje de confiabilidad del modelo: 86.03%

Puntuación de Precisión y otras métricas:

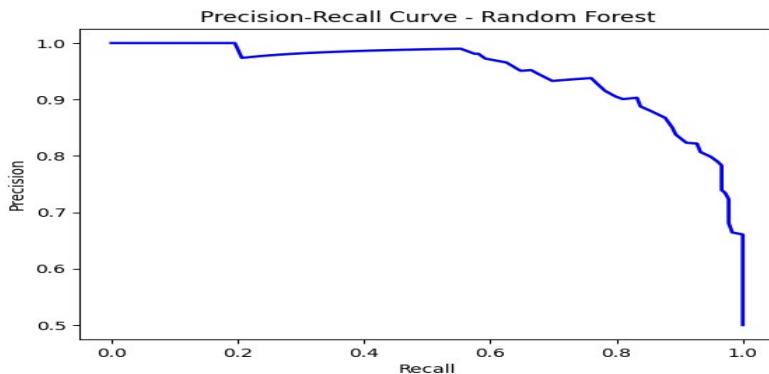
- Balanced Accuracy Score: 0.8603351955307262
- F1 Score: 0.8529411764705882
- Accuracy Score: 0.8603351955307262

Figura 3. ROC Curve – Random Forest



Fuente:

Figura 4. Precision – Recall Curve – Random Forest



Fuente:

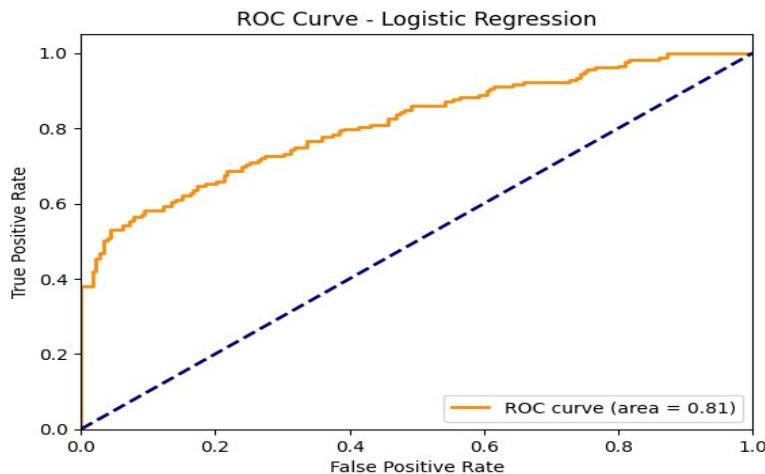
Entrenando y evaluando el modelo: Logistic Regression

/usr/local/lib/python3.10/dist-packages/sklearn/linear\_model/\_logistic.py:469: ConvergenceWarning: lbfgs failed to converge (status=1):

**STOP: TOTAL NO. of ITERATIONS REACHED LIMIT.**

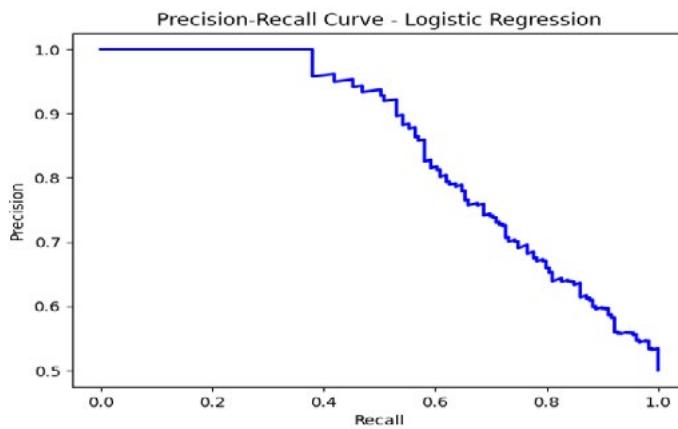
Porcentaje de confiabilidad del modelo: 72.91%

Figura 5. ROC Curve – Logistic Regression



Fuente:

Figura 6. Precision – Recall Curve – Logistic Regression

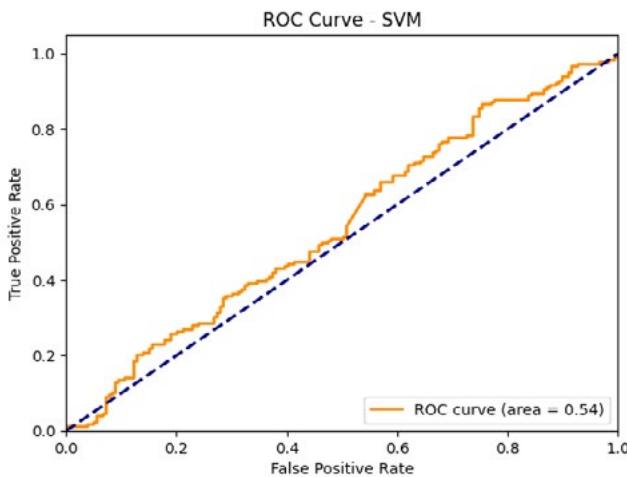


Fuente:

**El modelo:** SVM

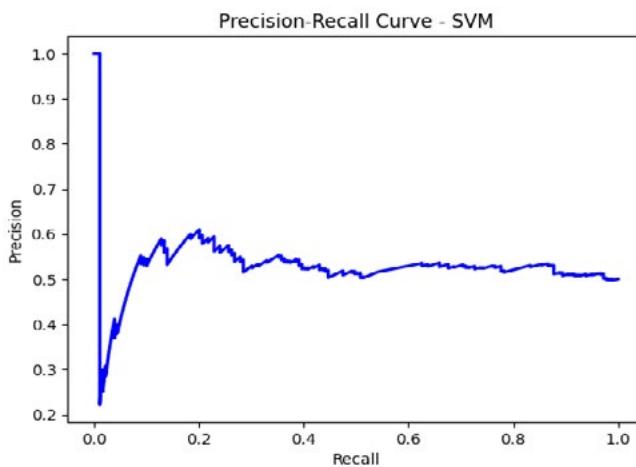
**Porcentaje de confiabilidad del modelo:** 51.68%

Figura 7. ROC Curve - SVM



Fuente:

Figura 8. Precision – Recall Curve - SVM

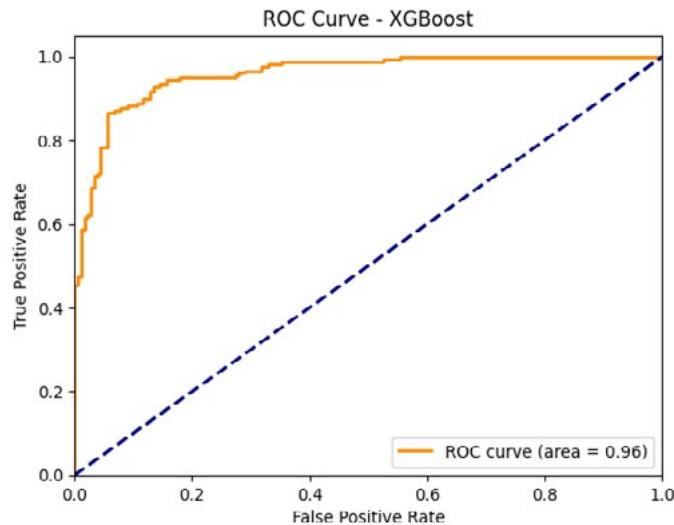


Fuente:

**Modelo:** XGBoost

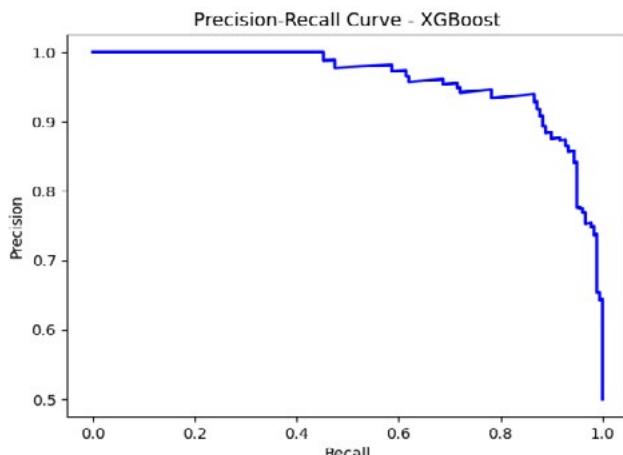
**Porcentaje de confiabilidad del modelo:** 89.66%

Figura 9. ROC Curve - XGBoost



Fuente:

Figura 10. Precision - Recall Curve - XGBoost



Fuente:

Figura 11. Resultados de la aplicación implementación

+ Código + Texto

Insertar celda de código debajo [Ctrl+M] eburnout2 (2).csv

Archivo 'eburnout2 (2).csv' cargado correctamente.

```
... Index(['USUARIO', 'SEXO', 'EDAD', 'ESTADO_CIVIL', 'NUMERO_HIJOS', 'ALTURA',  
       'PESO', 'HORAS_DE_SUEÑO', 'EJERCICIO_FISICO', 'LECTURA',  
       'TIEMPO_VIDA_LABORAL', 'ESPECIALIDAD', 'FUMADOR', 'VIVE_EN_PAREJA',  
       'BURNOUT', 'HOSPITAL'],  
      dtype='object')
```

Fitting 5 folds for each of 32 candidates, totalling 160 fits

```
/usr/local/lib/python3.10/dist-packages/numpy/ma/core.py:2820: RuntimeWarning: invalid value encountered in cast  
data = np.array(data, dtype=dtype, copy=copy,
```

Precisión media de validación cruzada: 0.8589459321166638

Por favor, responde las siguientes preguntas:

¿Cuál es tu edad? 45

¿Cuántas horas duermes al día (en promedio)? 6

¿Cuánto tiempo (en minutos) haces ejercicio físico a la semana? 45

+ Código + Texto

Saving eburnout2 (2).csv to eburnout2 (2).csv

Archivo 'eburnout2 (2).csv' cargado correctamente.

```
... Index(['USUARIO', 'SEXO', 'EDAD', 'ESTADO_CIVIL', 'NUMERO_HIJOS', 'ALTURA',  
       'PESO', 'HORAS_DE_SUEÑO', 'EJERCICIO_FISICO', 'LECTURA',  
       'TIEMPO_VIDA_LABORAL', 'ESPECIALIDAD', 'FUMADOR', 'VIVE_EN_PAREJA',  
       'BURNOUT', 'HOSPITAL'],  
      dtype='object')
```

Fitting 5 folds for each of 32 candidates, totalling 160 fits

```
/usr/local/lib/python3.10/dist-packages/numpy/ma/core.py:2820: RuntimeWarning: invalid value encountered in cast  
data = np.array(data, dtype=dtype, copy=copy,
```

Precisión media de validación cruzada: 0.8589459321166638

Por favor, responde las siguientes preguntas:

¿Cuál es tu edad? 45

¿Cuántas horas duermes al día (en promedio)? 6

¿Cuánto tiempo (en minutos) haces ejercicio físico a la semana? 45

¿Lees habitualmente? (1 para sí, 0 para no): 1

+ Código + Texto

Saving eburnout2 (2).csv to eburnout2 (2).csv

Archivo 'eburnout2 (2).csv' cargado correctamente.

```
... Index(['USUARIO', 'SEXO', 'EDAD', 'ESTADO_CIVIL', 'NUMERO_HIJOS', 'ALTURA',  
       'PESO', 'HORAS_DE_SUEÑO', 'EJERCICIO_FISICO', 'LECTURA',  
       'TIEMPO_VIDA_LABORAL', 'ESPECIALIDAD', 'FUMADOR', 'VIVE_EN_PAREJA',  
       'BURNOUT', 'HOSPITAL'],  
      dtype='object')
```

Fitting 5 folds for each of 32 candidates, totalling 160 fits

```
/usr/local/lib/python3.10/dist-packages/numpy/ma/core.py:2820: RuntimeWarning: invalid value encountered in cast  
data = np.array(data, dtype=dtype, copy=copy,
```

Precisión media de validación cruzada: 0.8589459321166638

Por favor, responde las siguientes preguntas:

¿Cuál es tu edad? 45

¿Cuántas horas duermes al día (en promedio)? 6

¿Cuánto tiempo (en minutos) haces ejercicio físico a la semana? 45

¿Lees habitualmente? (1 para sí, 0 para no): 0

¿Tienes hijos? (1 para sí, 0 para no): 1

Código + Texto

```
 Saving eburnout2 (2).csv to eburnout2 (2).csv
Archivo 'eburnout2 (2).csv' cargado correctamente.
...
Index(['USUARIO', 'SEXO', 'EDAD', 'ESTADO_CIVIL', 'NUMERO_HIJOS', 'ALTURA',
       'PESO', 'HORAS_DE_SUEÑO', 'EJERCICIO_FISICO', 'LECTURA',
       'TIEMPO_VIDA_LABORAL', 'ESPECIALIDAD', 'FUMADOR', 'VIVE_EN_PAREJA',
       'BURNOUT', 'HOSPITAL'],  
      dtype='object')
Fitting 5 folds for each of 32 candidates, totalling 160 fits
/usr/local/lib/python3.10/dist-packages/numpy/ma/core.py:2820: RuntimeWarning: invalid value encountered in cast
    _data = np.array(data, dtype=dtype, copy=copy,
Precisión media de validación cruzada: 0.8589459321166638
Por favor, responde las siguientes preguntas:
¿Cuál es tu edad? 45
¿Cuántas horas duermes al dia (en promedio)? 6
¿Cuánto tiempo (en minutos) haces ejercicio físico a la semana? 45
¿Lees habitualmente? (1 para sí, 0 para no): 0
¿Tienes hijos? (1 para sí, 0 para no): 1
¿Fumas? (1 para sí, 0 para no): 1
¿Cuál es tu sexo? (1 para hombre, 0 para mujer): 0
Fitting 5 folds for each of 32 candidates, totalling 160 fits
/usr/local/lib/python3.10/dist-packages/numpy/ma/core.py:2820: RuntimeWarning: invalid value encountered in cast
    _data = np.array(data, dtype=dtype, copy=copy,
Precisión media de validación cruzada: 0.8589459321166638
Por favor, responde las siguientes preguntas:
¿Cuál es tu edad? 45
¿Cuántas horas duermes al dia (en promedio)? 6
¿Cuánto tiempo (en minutos) haces ejercicio físico a la semana? 45
¿Lees habitualmente? (1 para sí, 0 para no): 0
¿Tienes hijos? (1 para sí, 0 para no): 1
¿Fumas? (1 para sí, 0 para no): 1
¿Cuál es tu sexo? (1 para hombre, 0 para mujer): 1
¿Cuál es tu estado civil? (1 para casado, 0 para soltero): 1
Número de características ingresadas: 52
Parece que no tienes burnout. (Probabilidad: 56.75%)
```

Fuente:

En esta prueba después del entrenamiento y aplicación del modelo, se usó la IA, para determinar en el Sujeto “x” si padecía o no burnout, y el resultado con una probabilidad del 56.75% es que el sujeto “no tiene burnout”.

## Conclusión

En conclusión y después de haber entrenado la red neuronal para el desarrollo de la Inteligencia Artificial a partir de la base de datos de más de 1000 sujetos que trabajan en el ámbito de la salud, se puede explicar que el modelo funciona en particular para el Modelo XGBoost, y ya puede ser utilizado para la población de sector de la salud en México y en particular para la población de enfermeras las cuales son más proclives a desarrollar este síndrome.

## Referencias

- Dall’Ora, C., Ball, J., Reinius, M., & Griffiths, P. (2020). Burnout in nursing: A theoretical review. *Human Resources for Health*, 18(1), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s12960-020-00469-9>
- Edú-Valsania, S., Laguía, A., & Moriano, J. A. (2022). Burnout: A review of theory and measurement. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1780. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031780>
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2021, 20 de octubre). *Riesgos de estrés laboral para la salud*. <https://n9.cl/6fbdd>
- Koutsimani, P., Montgomery, A., & Georganta, K. (2019). The relationship between burnout, depression, and anxiety: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00284>
- Liu, Z., Xie, Y., Sun, Z., Liu, D., Yin, H., & Shi, L. (2023). Factors associated with academic burnout and its prevalence among university students: A cross-sectional study. *BMC Medical Education*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04298-x>
- Martínez, J. C. (2023). La inteligencia artificial y el mundo académico. *Otros Diálogos*, 25, 1-10. <https://doi.org/10.22201/cialc.24486914e.2023.25.2.000>
- Maslach, C., & Leiter, M. P. (2016). Understanding the burnout experience: Recent research and its implications for psychiatry. *World Psychiatry*, 15(2), 103-111. <https://doi.org/10.1002/wps.20311>
- Molyneux, C. (2022). Burnout. *Wounds UK*, 18(3), 68-71.
- Roque-Nieto, N., Pérez-Mayo, A. R., & Rodríguez-Bahena, B. L. (2023). Burnout and health personnel in Morelos. *Journal-General Economics*, 7-13(1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jge.2023.01.001>
- UNAM Global. (2023, 15 de mayo). *México: alarmantes cifras de estrés laboral*. <https://n9.cl/uhr90>
- Van Dam, A. (2021). A clinical perspective on burnout: Diagnosis, classification, and treatment of clinical burnout. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 30(5), 732-741. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2021.1948401>
- Yates, S. W. (2020). Physician stress and burnout. *The American Journal of Medicine*, 133(2), 160-164. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.08.034>

## **Application of Artificial Intelligence to Reduce Burnout Risk in Mexican Worker Populations**

## **Aplicação de Inteligência Artificial para Reduzir o Risco de Burnout em Populações de Trabalhadores Mexicanos**

### **Pablo Guerrero Sánchez**

Universidad Autónoma del Estado de Morelos | Morelos | México

pablo.guerrero@uaem.mx

pablodbk@gmail.com

Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. SNII-1. Autor de artículos en revistas arbitradas e indexadas, de libros y capítulos de libros sobre temas científicos a nivel nacional e internacional.

### **Augusto Renato Pérez Mayo**

Universidad Autónoma del Estado de Morelos | Morelos | México

renato.mayo@uaem.mx

renatomayo@hotmail.com

Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Asesor de Gobierno y Consultor, Medalla al Mérito Académico por la Universidad Autónoma Metropolitana. SNII-1. Autor de artículos en revistas arbitradas e indexadas, de libros y capítulos de libros sobre temas científicos a nivel nacional e internacional.

### **Abstract**

Emotional exhaustion in Mexico affects 75% of the working population, the highest rate worldwide according to the WHO. This problem is associated with multiple health impairments, including heart disease, colitis, dermatitis, gastric disorders, lumbar and musculoskeletal pain, and in severe cases, cancer, myocardial infarction, and facial paralysis, among others. Artificial intelligence offers a valuable tool for identifying early signs of the syndrome and promoting timely intervention, thereby reducing health risks as well as associated labor, social, and psychological costs. Although these figures correspond to the country's general population, this study developed an artificial intelligence model specifically trained for healthcare workers, a particularly vulnerable group. Nurses, in particular, exhibit a high probability of experiencing problems related to burnout syndrome, which underscores the importance of preventive tools and timely diagnosis.

**Keywords:** Burnout; Artificial Intelligence; Occupational Health; Emotional Exhaustion; Nursing.

### **Resumo**

O esgotamento emocional no México apresenta uma incidência de 75% na população trabalhadora, a mais alta em nível mundial segundo a OMS. Esse problema está associado a múltiplas afetações à saúde, incluindo cardiopatias, colite, dermatite, transtornos gástricos, dores lombares e musculoesqueléticas, e, em casos graves, câncer, infartos do miocárdio e paralisias faciais, entre outros. A inteligência artificial oferece uma ferramenta valiosa para identificar sinais precoces da síndrome e favorecer uma intervenção oportuna, reduzindo os riscos à saúde, bem como os custos trabalhistas, sociais e psicológicos associados. Embora essas cifras correspondam à população geral do país, o presente estudo desenvolveu um modelo de inteligência artificial treinado especificamente para trabalhadores do setor saúde, um grupo particularmente vulnerável. Especialmente as enfermeiras apresentam alta probabilidade de padecer problemas re-

lacionados à síndrome de burnout, o que sublinha a importância de ferramentas preventivas e de diagnóstico oportuno.

Palavras-chave: Burnout; Inteligência Artificial; Saúde Ocupacional; Esgotamento Emocional; Enfermagem.