



Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarria S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada. Toluca, Estado de México. 7223898475
 RFC: ATII120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: XII

Número: 3

Artículo no.: 70

Período: 1 de mayo al 31 de agosto del 2025

TÍTULO: Dataset de clasificación del dolor musculoesquelético crónico en adultos mayores para algoritmos de IA.

AUTORES:

1. Dra. Mercedes Hernández de la Cruz.
2. Lic. María Isabel Ramírez Arcos.
3. Dr. Cornelio Morales Morales.
4. Dra. Yanet Evangelista Alcocer.
5. Dr. Wilfrido Campos Francisco.

RESUMEN: La Inteligencia Artificial en la salud requiere datos diseñados específicamente para garantizar el funcionamiento de los modelos. Esta investigación tuvo como objetivo configurar un *dataset* de 256 pacientes con dolor musculoesquelético clasificado en cuatro niveles: Nada, Bajo, Medio y Fuerte. Mediante una metodología de seis fases: 1. Ubicación de fuentes útiles; 2. Selección de clases y criterios; 3. Diseño y aplicación de la entrevista; 4. Grabación de audios; 5. Procesamiento de grabaciones; y 6. Conformación del *dataset*. Los resultados fueron una base de datos con 256 audios en pacientes de 24 a 84 años. Este *dataset* puede ser implementado en prototipos de fisioterapia que faciliten su aplicación a pacientes y médicos.

PALABRAS CLAVES: dolor musculoesquelético, dataset, clasificación del dolor, inteligencia artificial, salud.

TITLE: Chronic musculoskeletal pain classification dataset in older adults for AI algorithms,

AUTHORS:

1. PhD. Mercedes Hernández de la Cruz.
2. Bach. María Isabel Ramírez Arcos.
3. PhD. Cornelio Morales Morales.
4. PhD. Yanet Evangelista Alcocer.
5. PhD. Wilfrido Campos Francisco.

ABSTRACT: Artificial Intelligence in healthcare requires data designed specifically to ensure the functioning of the models. This research aimed to configure a dataset of 256 patients with musculoskeletal pain classified into four levels: None, Low, Medium and Strong. Using a six-phase methodology: 1. Location of useful sources; 2. Selection of classes and criteria; 3. Interview design and implementation; 4. Audio recording; 5. Processing of recordings; and 6. Conformation of the dataset. The results were a database with 256 audios in patients from 24 to 84 years old. This dataset can be implemented in physiotherapy prototypes that facilitate its application to patients and doctors.

KEY WORDS: musculoskeletal pain, dataset, pain classification, artificial intelligence, health.

INTRODUCCIÓN.

Las artropatías degenerativas son padecimientos que afectan a los músculos, huesos, ligamentos y tendones, representando un tipo de dolor musculoesquelético. Se estima que afectan aproximadamente al 47% de la población en general (El-Tallawy et al., 2021).

El tratamiento del dolor sigue dependiendo de escalas subjetivas, como la Escala Visual Analógica (EVA) o el Índice de Dolor McGill, las cuales presentan limitaciones al basarse en la percepción individual del paciente (Turk & Melzack, 2011); por otra parte, la falta de conjuntos de datos estructurados con descripciones precisas del dolor, incluyendo datos fisiológicos como electromiografía, temperatura o frecuencia cardíaca, dificulta el desarrollo de modelos de inteligencia artificial (IA) capaces de mejorar el diagnóstico y tratamiento del dolor en entornos clínicos (Werner et al., 2017), limitando el desarrollo de

sistemas de IA en áreas de fisioterapia y rehabilitación para la personalización de terapias y la automatización de dispositivos médicos como neuroestimuladores o sistemas de retroalimentación háptica (Rueda, 2024); por consiguiente, la integración de bases de datos multimodales sobre el dolor permitiría entrenar modelos más precisos, mejorando la atención médica y la calidad de vida de los pacientes con dolor crónico (Xing et al., 2024).

La integración de esos *datasets* para el análisis de dolor permite el análisis o extracción de características en modelos de *machine learning*, tal como lo presentan los siguientes autores. Holz et al. (2020) construyeron el conjunto corpus de vocalizaciones afectivas no verbales de intensidad variable destinado al reconocimiento de emociones “*The Variably Intense Vocalizations of Affect and Emotion Corpus*” (VIVAE). Este corpus incluye grabaciones de audio, mediciones fisiológicas y observaciones sobre la intensidad emocional.

Meng & Bianchi-Berthouze (2014) propusieron el uso de Modelos Ocultos de Markov (HMM) para mejorar la precisión en la detección de expresiones afectivas naturales que evolucionan lentamente con el tiempo a través de conjuntos de audio y vídeo; asimismo, Borna et al. (2023) trabajaron algoritmos de RNN y Redes Neuronales Convolucionales (CNN), mediante una investigación exhaustiva referente al uso de la Inteligencia Artificial en diversos contextos clínicos para la detección del dolor en adultos a través de características vocales, clasificados en forma binaria: dolor o no dolor en pacientes, que no pudieron expresar su dolor verbalmente. Jagadesh N. et al. (2022) analizaron conjuntos de datos existentes de video y de audio que incluyen grabaciones de personas quejándose o realizando gestos asociados al dolor. Estos datos fueron utilizados para el entrenamiento de algoritmos de IA.

Adicionalmente, la integración del conjunto de datos de video denominado *Painful* permitió el reconocimiento de expresiones faciales y vocales para determinar la intensidad del dolor dentro de un sistema de clasificación.

Zhuang et al. (2022) construyeron una función de la intensidad del dolor con la finalidad de facilitar el diagnóstico y tratamiento adecuado para el paciente, utilizando métodos tradicionales que implementan algunos especialistas de la salud a través de una clasificación basada en autoinformes, categoría del dolor de acuerdo con las intensidades: sin dolor, leve, moderado, severo y extremo.

Este documento presenta la creación de un *dataset* de 256 audios para la clasificación de los niveles de dolor crónico de personas con padecimientos musculoesqueléticos utilizando las etiquetas: Nada, Bajo, Medio y Fuerte, donde las palabras reales describen el dolor de pacientes en un rango de edad de 24 a 84 años, el procesamiento del conjunto fue a través de una metodología de seis fases:

1. Ubicación de fuentes útiles.
2. Selección de clases y criterios.
3. Diseño y aplicación de la entrevista.
4. Grabación de audios.
5. Procesamiento de grabaciones.
6. Conformación del *dataset*, para el entrenamiento consistente de modelos de Inteligencia Artificial en el reconocimiento y evaluación de patrones de dolor en la aplicación de prototipos de fisioterapia.

DESARROLLO.

Materiales.

Para la recolección de los audios, se utilizaron micrófonos inalámbricos SYNC ModelG2A2 Pro, teléfonos inteligentes con sistema operativo Android y el software Adobe Audition.

Metodología.

La metodología de esta investigación consistió de seis fases, figura 1.

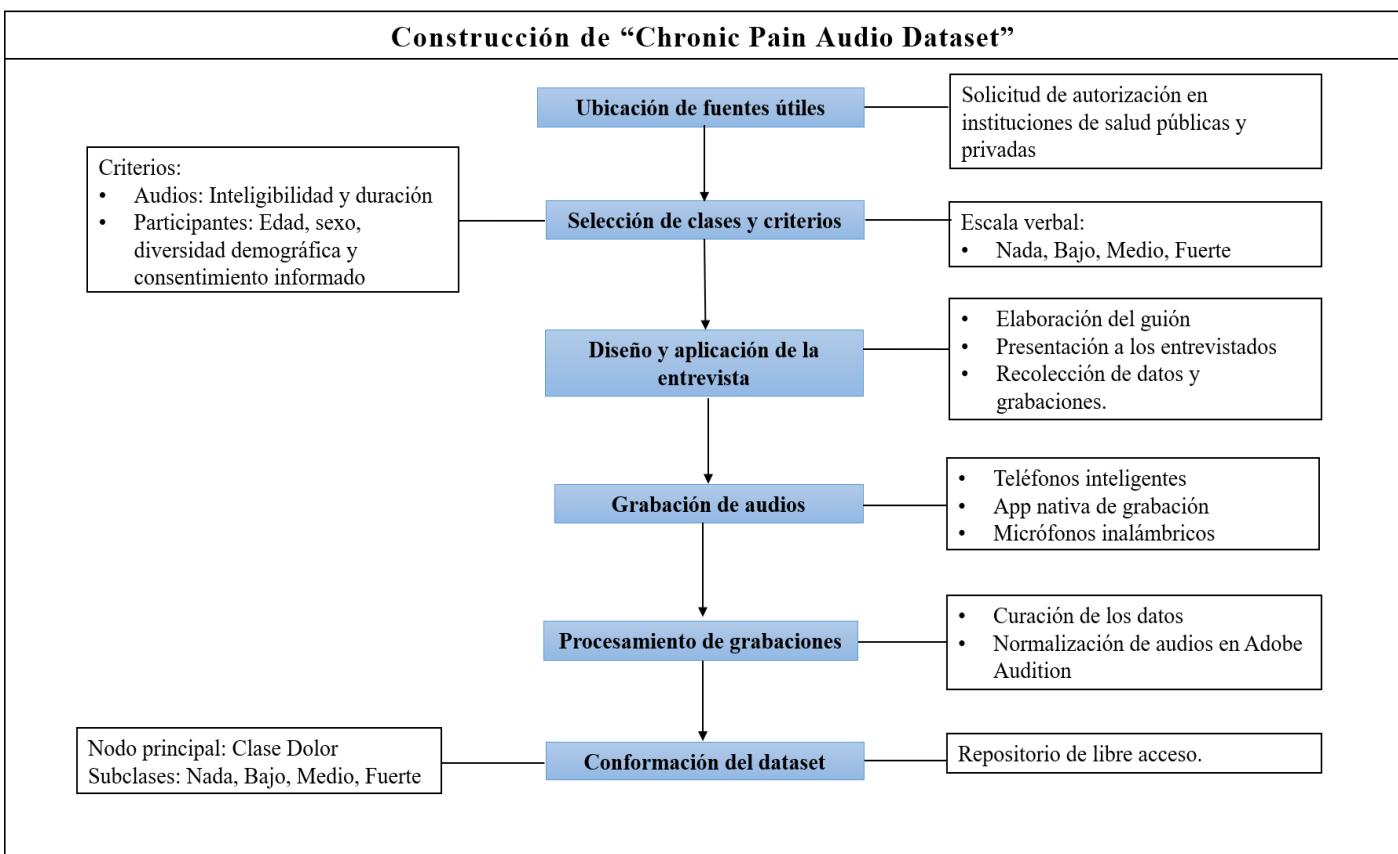


Figura 1. Metodología para la construcción del dataset.

Ubicación de fuentes útiles.

La selección de los lugares para realizar las entrevistas y grabaciones fue durante consultas médicas, terapéuticas y en las jornadas de tratamiento quirúrgico de prótesis de rodilla en el Centro de Rehabilitación Integral de Guerrero (CRIG); de tal forma, que los criterios de selección de participantes se lograron como una diversidad demográfica moderada en los Estados de Guerrero y Puebla.

Selección de criterios.

Tabla 1. Criterios de inclusión de los audios.

Criterio	Descripción	Justificación
Intensidad del dolor.	Escala verbal mediante adjetivos descriptores. Nada. Ausencia de dolor.	Los adjetivos se asocian a etiquetas o clases que describen la intensidad del dolor.

	Bajo. Leve, casi imperceptible, no interfiere con actividades diarias. Medio. Moderado tolerable, puede interferir con actividades. Fuerte. Intenso, intolerable, interfiere con actividades diarias.	
Inteligibilidad del audio	Grabaciones nítidas con mínimo ruido de fondo y al menos una frecuencia de muestreo de 44.1 kHz.	44.1 kHz Archivo resultante pequeño, buena calidad. 48 kHz o 96 kHz, archivo de mayor tamaño.
Duración del audio	Entre 1 y 5 segundos.	Optimizar el procesamiento del <i>dataset</i> . Suficiente para mencionar un adjetivo descriptor.
Edad y Sexo	Diversas edades, ambos géneros.	Incluye voces adultas femeninas y masculinas.
Diversidad demográfica	Incluir diversos grupos demográficos de diferente etnicidad, nivel socioeconómico, ubicación geográfica, entre otros.	Verificar la forma en cómo se asume el dolor en diferentes grupos humanos, para evitar sesgos en los resultados, aumentando la aplicabilidad de los hallazgos.
Consentimiento informado	Obligatoriedad en obtención del consentimiento de todos los participantes.	La anuencia de los entrevistados es obligatoria. El consentimiento informado garantizará la protección a la privacidad.

Para la construcción del *dataset*, se estableció la escala verbal en español: Nada, Bajo, Medio y Fuerte, que permitió a los pacientes cuantificar la intensidad de su dolor, utilizando palabras cortas.

Diseño y aplicación de la entrevista.

El diseño de la entrevista incluyó datos generales (fecha, edad y sexo), tomando como referencia las preguntas ¿Cómo describiría la intensidad de su dolor en este momento, de acuerdo a la clasificación: Nada, Bajo, Medio, Fuerte? ¿El tipo de dolor crónico u ocasional?

La aplicación se realizó a 256 personas con artrosis o dolor crónico durante un tiempo de 2 a 5 minutos, garantizando que los datos sensibles serían confidenciales, obteniendo autorización del paciente para grabar sus respuestas, en cumplimiento a la Declaración de la Asociación Médica Mundial sobre las Consideraciones Éticas de las Bases de Datos de Salud y los Biobancos, tabla 3 (AMM, 2022).

Tabla 3. Registros de “Chronic Pain Audio Dataset”.

Categorías para describir la intensidad del dolor	Género		Totales
	Hombre	Mujer	
Fuerte	38	37	75
Medio	36	35	71
Bajo	34	29	63
Nada	23	24	47
Totales	131	125	256

Grabación de audios.

La grabación de los audios se realizó con el objetivo de recopilar las muestras de voz para entrenar modelos de Inteligencia Artificial orientado a la clasificación de niveles de dolor. Se empleó micrófonos inalámbricos y un celular para garantizar alta fidelidad en la captura del sonido, utilizando una frecuencia de muestreo de 44,1 kHz para preservar la calidad del audio. Las grabaciones se realizaron a cabo en un entorno controlado para minimizar el ruido ambiental, permitiendo así una mejor claridad en las muestras.

Procesamiento de grabaciones.

La curación de datos involucra todo el ciclo de vida, desde la planificación de la recolección hasta la preservación para el acceso y reutilización a largo plazo con el fin de asegurar que el conjunto de datos esté estructurado y documentado lo más completo posible de acuerdo con las mejores prácticas (Guía de Curación de Datos, 2023).

El procesamiento tuvo como objetivo mejorar y estandarizar la calidad de los audios recopilados, identificando inconsistencias y ruido. De acuerdo con Oppenheim & Schafer (2009), la detección y eliminación de silencios mediante el método basado en umbral de amplitud (Threshold-based detection) es un nivel de volumen que se define como el límite entre lo que se considera actividad sonora y silencio, puede ser de las siguientes formas:

- a) *Estático*: Es un valor fijo establecido en función de la grabación, donde cualquier amplitud por debajo de -40 dB se considera silencio.
- b) *Dinámico*: Cuando el umbral se ajusta automáticamente en función de la señal analizada, teniendo en cuenta el nivel de ruido de fondo.

Posteriormente, se procedió con la reducción de ruido mediante filtros diseñados para minimizar zumbidos y ruido ambiental, logrando un audio más limpio sin afectar la voz principal. Una vez completada la limpieza de los audios, se editaron las pistas para extraer solo las palabras de interés asociadas a las clases; se procedió con la normalización del volumen, ajustándolo en todas las pistas para garantizar una salida consistente. La normalización establece un porcentaje máximo para el volumen, evitando distorsiones o picos abruptos en la señal y haciendo que los sonidos sean más suaves, y por consecuencia, más audibles. Finalmente, se hizo una reducción en el tamaño y duración de los archivos, tal como se determinó en los criterios de inclusión, obteniendo el conjunto de audios curados estandarizados.

Conformación del *Dataset*.

La organización de *datasets* para modelos de IA consta de una estructura en carpeta y subdirectorios, especialmente en tareas de clasificación. Cada carpeta representa una clase específica, lo que permite a los algoritmos acceder y analizar los datos de manera eficiente, facilitando su uso en *frameworks* populares como TensorFlow y PyTorch, que leen y organizan los datos basándose en la estructura de carpetas, figura 2 (Heaton et al., 2018).

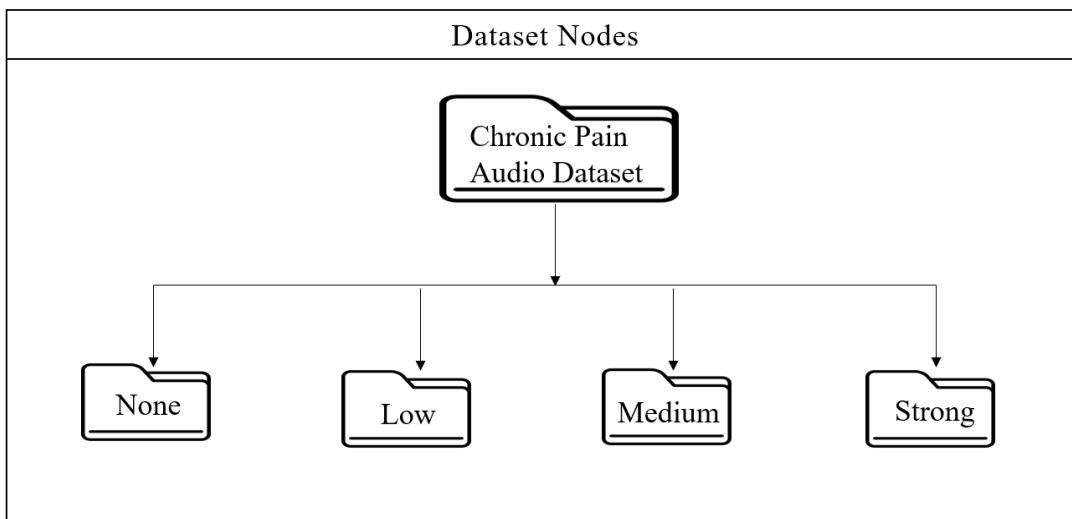


Figura 2. Organización de “Chronic Pain Audio Dataset”.

Resultados.

En la presente sección se muestran los resultados del desarrollo del *dataset*.

Tabla 4. Organización de audios en categorías.

Clasificación				
Nada	Bajo	Medio	Fuerte	Total
Nada50	Bajo50	Medio50	Fuerte50	
Nada51	Bajo51	Medio51	Fuerte51	
Nada52	Bajo52	Medio52	Fuerte52	
Nada53	Bajo53	Medio53	Fuerte53	
Nada54	Bajo54	Medio54	Fuerte54	
Nada55	Bajo55	Medio55	Fuerte55	
Nada56	Bajo56	Medio56	Fuerte56	
Nada57	Bajo57	Medio57	Fuerte57	
Nada58	Bajo58	Medio58	Fuerte58	
Nada59	Bajo59	Medio59	Fuerte59	
Nada60	Bajo60	Medio60	Fuerte60	
Nada61	Bajo61	Medio61	Fuerte61	
Nada62	Bajo62	Medio62	Fuerte62	
Nada63	Bajo63	Medio63	Fuerte63	
Nada64	Bajo64	Medio64	Fuerte64	
Nada65	Bajo65	Medio65	Fuerte65	
Nada66	Bajo66	Medio66	Fuerte66	
Nada67	Bajo67	Medio67	Fuerte67	
Nada68	Bajo68	Medio68	Fuerte68	
Nada69	Bajo69	Medio69	Fuerte69	
Nada70	Bajo70	Medio70	Fuerte70	

Nada71	Bajo71	Medio71	Fuerte71	
Nada72	Bajo72	Medio72	Fuerte72	
Nada73	Bajo73	Medio73	Fuerte73	
Nada74	Bajo74	Medio74	Fuerte74	
Nada75	Bajo75	Medio75	Fuerte75	
Nada76	Bajo76	Medio76	Fuerte76	
Nada77	Bajo77	Medio77	Fuerte77	
Nada78	Bajo78	Medio78	Fuerte78	
Nada79	Bajo79	Medio79	Fuerte79	
Nada80	Bajo80	Medio80	Fuerte80	
Nada81	Bajo81	Medio81	Fuerte81	
Nada82	Bajo82	Medio82	Fuerte82	
Nada83	Bajo83	Medio83	Fuerte83	
Nada84	Bajo84	Medio84	Fuerte84	
Nada85	Bajo85	Medio85	Fuerte85	
Nada86	Bajo86	Medio86	Fuerte86	
Nada87	Bajo87	Medio87	Fuerte87	
Nada88	Bajo88	Medio88	Fuerte88	
Nada89	Bajo89	Medio89	Fuerte89	
Nada90	Bajo90	Medio90	Fuerte90	
Nada91	Bajo91	Medio91	Fuerte91	
Nada92	Bajo92	Medio92	Fuerte92	
Nada93	Bajo93	Medio93	Fuerte93	
Nada94	Bajo94	Medio94	Fuerte94	
Nada95	Bajo95	Medio95	Fuerte95	
Nada96	Bajo96	Medio96	Fuerte96	
	Bajo97	Medio97	Fuerte97	
	Bajo98	Medio98	Fuerte98	
	Bajo99	Medio99	Fuerte99	
	Bajo100	Medio100	Fuerte100	
	Bajo101	Medio101	Fuerte101	
	Bajo102	Medio102	Fuerte102	
	Bajo103	Medio103	Fuerte103	
	Bajo104	Medio104	Fuerte104	
	Bajo105	Medio105	Fuerte105	
	Bajo106	Medio106	Fuerte106	
	Bajo107	Medio107	Fuerte107	
	Bajo108	Medio108	Fuerte108	
	Bajo109	Medio109	Fuerte109	
	Bajo110	Medio110	Fuerte110	
	Bajo111	Medio111	Fuerte111	
	Bajo112	Medio112	Fuerte112	
		Medio113	Fuerte113	
		Medio114	Fuerte114	
		Medio115	Fuerte115	

		Medio116	Fuerte116	
		Medio117	Fuerte117	
		Medio118	Fuerte118	
		Medio119	Fuerte119	
		Medio120	Fuerte120	
			Fuerte121	
			Fuerte122	
			Fuerte123	
			Fuerte124	
47	63	71	75	256

Ubicación de fuentes útiles.

Se ubicaron los lugares para realizar las entrevistas y grabaciones durante consultas médicas, terapéuticas y en las jornadas de tratamiento quirúrgico de prótesis de rodilla en el Centro de Rehabilitación Integral de Guerrero (CRIG), logrando una diversidad demográfica moderada, dado que se recopilaron audios de dos estados diferentes (Guerrero y Puebla, en México). Es importante señalar, que el 17% de los audios grabados fueron realizados en una institución privada y el 83% restante fueron obtenidos en clínicas de salud pública.

Selección de clases y criterios.

En cuanto a la selección de clases y criterios, se estableció la escala verbal en español: Nada, Bajo, Medio y Fuerte para cuantificar el nivel de dolor, de acuerdo con las palabras claves determinadas.

Grabación de audios.

Se utilizaron los materiales anteriormente mencionados para la grabación de los audios, obteniendo 256 audios de la clasificación Nada, Bajo, Medio y Fuerte, figura 3.

Procesamiento de grabaciones.

Los audios fueron sometidos a un proceso de curación que incluyó la selección, limpieza y normalización, lo que resultó en obtener las grabaciones estandarizadas, inteligibles y de alta calidad almacenadas en formato .wav, figura 4.



Figura 4. Grabación de audios.

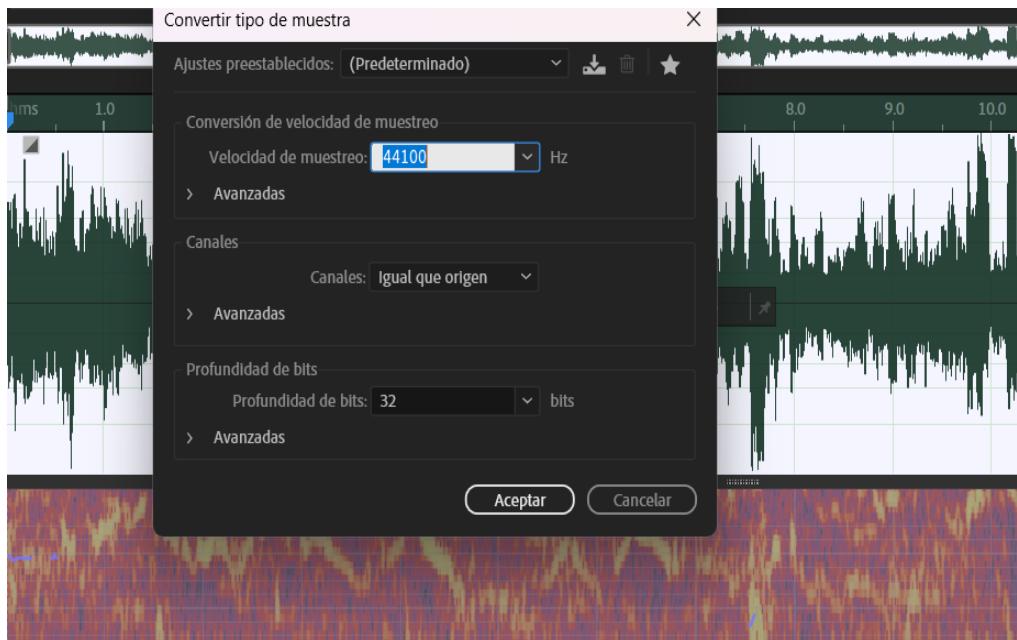


Figura 3. Normalización de audios.

Conformación del dataset.

Se conformó un *dataset* compuesto de audios de pacientes con dolor musculoesquelético con edades que oscilan entre 24 y 84 años. Estos audios fueron grabados y clasificados en función de directorios y subdirectorios según la estructura carpeta principal Chronic Pain Audio Dataset que contiene los subdirectorios None, Low, Medium y Strong. El conjunto de datos se encuentra disponible para acceso público en el repositorio Mendeley Data; en la tabla 5 se muestran los resultados y especificaciones.

Tabla 5. Especificaciones del conjunto de datos “Chronic Pain Audio Dataset” (Hernández de la Cruz et al., 2024).

Subject	Engineering.
Specific subject area	Artificial Intelligence, Data Science, Machine Learning, Health, Data Processing, Human Voice.
Data format	Wav files.
Type of data	Audio.
Data collection	Recordings of individuals with musculoskeletal pain. Classification of pain scales into four categories.
Data source localization	Mendeley Data communal data repository
Data accesability	Repository name: Chronic Pain Audio Dataset Data identification number: 10.17632/tdkb5rpsch.1 Direct URL to data: https://data.mendeley.com/datasets/tdkb5rpsch/1

Discusión.

El *dataset* conformado de 256 audios permite el análisis del tipo de dolor, alineada con los métodos clínicos de autoinforme mediante una clasificación establecida a través de una diversidad demográfica. Los resultados de clasificación y detección por voz concuerdan con investigaciones previas en detección de dolor mediante características vocales (Borna et al. 2023; Zhuang et al. 2022); asimismo, el uso de conjuntos de audio y video permitió mejorar el desempeño en comparación con modelos entrenados en corpus generales como VIVAE Holz et al. (2020), quienes implementaron un *dataset* de audio para análisis

de señales vocales; sin embargo, en este conjunto se identificaron limitaciones significativas de diversidad cultural y demográfica de los participantes, así como grabaciones de personas, quejándose simulando dolor, lo cual puede influir en los resultados no presentando un análisis significativo de expresión de palabras.

CONCLUSIONES.

El *dataset* de palabras cortas y específicas obtenido de esta investigación permitirá optimizar el entrenamiento de algoritmos, que puede ser utilizado por expertos interesados en el estudio y análisis de dolor; además, puede emplearse en contextos educativos y de salud, ofreciendo oportunidades diversas para futuras investigaciones.

Agradecimientos.

Los autores agradecen el apoyo a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) y al Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chilpancingo, para la elaboración de este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Borna, S., Haider, C. R., Maita, K. C., Torres, R. A., Avila, F. R., Garcia, J. P., De Sario Velasquez, G. D., McLeod, C. J., Bruce, C. J., Carter, R. E., & Forte, A. J. (2023). A Review of Voice-Based Pain Detection in Adults Using Artificial Intelligence. *Bioengineering*, 10(4).
<https://doi.org/10.3390/bioengineering10040500>
2. Declaración de la AMM sobre las consideraciones éticas de las bases de datos de salud y los Biobancos. (2022, July 7). <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-la-amm-sobre-las-consideraciones-eticas-de-las-bases-de-datos-de-salud-y-los-biobancos/>
3. El-Tallawy, S. N., Nalamasu, R., Salem, G. I., LeQuang, J. A. K., Pergolizzi, J. V., & Christo, P. J. (2021). Management of Musculoskeletal Pain: An Update with Emphasis on Chronic Musculoskeletal

Pain. In Management of Musculoskeletal Pain: An Update with Emphasis on Chronic Musculoskeletal Pain (Vol. 10, Issue 1, pp. 181–209). Adis. <https://doi.org/10.1007/s40122-021-00235-2>

4. Guía de curación de datos de investigación para equipos editoriales. (2023). In SciELO. https://wp.scielo.org/wp-content/uploads/Guia_curaduria_es.pdf
5. Heaton, J., Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2018). Deep learning. Program Evolvable Mach, 19, 305–307.
6. Hernández de la Cruz Mercedes, Ramírez Arcos María Isabel, Morales Morales Cornelio, Evangelista Alcocer Yanet, Zavala Hurtado María, & Valencia Díaz Eleazar Felipe. (2024). “Chronic Pain Audio Dataset.” Data Mendeley. <https://doi.org/10.17632/tdkb5rpsch.1>
7. Holz Natalia, Larrouy-Maestri Paulina, & Poeppel David. (2020). El corpus de vocalizaciones de intensidad variable de afecto y emoción (VIVAE) genera una nueva perspectiva sobre la percepción fuera del habla. Zenodo.
8. Jagadesh N., Meng, Amany Ketan, Mahendra R., & Manchikanti, L. (2022). The Analysis of Pain Research through the Lens of Artificial Intelligence and Machine Learning. www.painphysicianjournal.com
9. Meng, H., & Bianchi-Berthouze, N. (2014). Affective state level recognition in naturalistic facial and vocal expressions. IEEE Transactions on Cybernetics, 44(3), 315–318. <https://doi.org/10.1109/TCYB.2013.2253768>
10. Oppenheim, A. V., & Schafer, R. W. (2009). Discrete-Time Signal Processing de Oppenheim y Schafer: Vol. ISBN: 978-0131988422.
11. Rueda Aldana, L. S. (2024). Machine Learning una solución para mejorar la percepción del dolor en pacientes de dolor oncológico al predecir y mejorar la gestión de este síntoma en la práctica médica actual.
12. Turk, D. C., & Melzack, R. (2011). Handbook of pain assessment. Guilford Press.

13. Werner, P., Al-Hamadi, A., Limbrecht-Ecklundt, K., Walter, S., Gruss, S., & Traue, H. C. (2017). Automatic Pain Assessment with Facial Activity Descriptors. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 8(3), 286–299. <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2016.2537327>
14. Xing, Yantao y Yang, Kaiyuan y Lu, Albert y Mackie, Ken y Guo, & Feng. (2024). Sensores y dispositivos guiados por inteligencia artificial para la medicina del dolor personalizada. *Sistemas Cyborg y Biónicos*, 5. <https://spj.science.org/doi/full/10.34133/cbsystems.0160>

DATOS DE LOS AUTORES.

- 1. Mercedes Hernández de la Cruz.** Doctora en Educación con Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento. Docente del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chilpancingo. E-mail: mercedes.hd@chilpancingo.tecnm.mx
- 2. María Isabel Ramírez Arcos.** Estudiante de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería, en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chilpancingo. E-mail: mg15520420@chilpancingo.tecnm.mx
- 3. Cornelio Morales Morales.** Doctor en Ciencias en Ingeniería Electrónica. Docente del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de San Juan del Río. E-mail: cornelio.mm@chilpancingo.tecnm.mx
- 4. Yanet Evangelista Alcocer.** Doctora en Sistemas Computacionales. Docente y jefa del departamento de Sistemas y Computación E-mail: yanet.ea@chilpancingo.tecnm.mx
- 5. Wilfrido Campos Francisco.** Doctor en Ciencias de la Computación. Docente del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chilpancingo. E-mail: wilfrido.cf@chilpancingo.tecnm.mx

RECIBIDO: 22 de febrero del 2025.

APROBADO: 30 de marzo del 2025.