

**PROGRAMA DE
ACTIVIDAD CURRICULAR**

Componentes	Descripción
Nombre del curso	Introducción al Machine Learning Aplicado al Audio: Teoría e Implementación
Nombre	Machine Learning/ Aprendizaje de Máquina
Código	
Carácter	Optativo
Unidad académica	Facultad de Artes, Departamento de Sonido, Licenciatura en Artes mención Sonido, Ingeniería en Sonido
Número de créditos SCT	6
Nivel	
Requisitos	Cálculo en una variable, probabilidades, estadística y programación (cualquier tipo de software libre que pueda usar AI: octave, python, julia, javascript) o matlab.
Propósito formativo	<p>Los contenidos del curso de Introducción al Machine Learning Aplicado al Audio: Teoría e Implementación, están elaborados para entregar conceptos y comprender métodos clásicos de aprendizaje de máquina con la finalidad de entrenar modelos de forma supervisada o no supervisada, capaces de clasificar diferentes tipos de audios, ya sea en etiquetas únicas o en múltiples etiquetas, como también realizar problemas de regresión o extrapolación de información. Estas herramientas, desarrolladas desde los años 60 y mejoradas hasta nuestros días, están irrumpiendo en nuestra cotidianidad, cambiando paradigmas en diferentes ámbitos del conocimiento, incluyendo diferentes tareas relacionadas al audio como limpieza de audio, clasificación, conversión de audio a texto, generación o composición de música, entre otros. Uno de los objetivos fundamentales es acercar estas tecnologías y sus posibilidades de uso a los alumnos, a través de mini proyectos que engloban cada unidad, teniendo como finalidad la crítica y visión de uso de estas herramientas como también un proyecto de clasificación de audio, utilizando métodos supervisados de entrenamiento, que permitan profundizar las ideas expuestas.</p> <p>Algunos tópicos importantes son</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fundamentos matemáticos de los modelos: estadística, álgebra lineal y cálculo, repaso de las ideas esenciales que permiten entender los modelos. ● Fundamentos de programación en python y librerías utilizadas en ciencia de datos y preprocesamiento de audio. ● Utilización de Google Colab como medio colaborativo de trabajo.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Preprocesamiento de audio comúnmente utilizados para entrenar modelos, como por ejemplo, FTTs, MFCCs, Energía RMS, centroides de frecuencia etc. ● Modelos clásicos utilizados en problemas de clasificación: regresiones lineales, support vector machines, decision trees, random forests y XGBoost. ● Introducción a las redes neuronales. ● Introducción a las redes convolucionales. ● Aplicaciones en clasificación de audio mediante uso de transformaciones del audio o audio crudo para modelos de deep learning pequeños. <p>Esta actividad académica se relaciona con diferentes posibilidades de creación artística, estudios de posgraduación y eventualmente relaciones con la industria de la ciencia de datos en audio.</p>
--	---

Competencias genéricas transversales a las que contribuye el curso	
Resultados de aprendizaje	<p>Al finalizar el curso el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Comprende ideas generales sobre el uso y funcionamiento de diferentes modelos de machine learning. <input type="checkbox"/> Reconoce y utiliza estrategias de preprocesamiento para el manejo del audio en el contexto de machine learning dependiendo de cada caso. <input type="checkbox"/> Aplica estos modelos en problemas de clasificación de audio recurriendo a diferentes estrategias y comparando resultados utilizando diferentes herramientas estadísticas y de visualización de datos.
Saberes / Contenidos	<p>1.- Introducción al aprendizaje de máquina</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Historia y actualidad</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ensayos y reflexión sobre los desafíos, ventajas y desventajas del uso de estas nuevas herramientas. <input type="checkbox"/> Lectura de papers importantes en el mundo del audio. <input type="checkbox"/> <i>Modelos SOTA: aplicaciones, resultados y desafíos</i> <input type="checkbox"/> <i>¿Qué ocurre en el mundo del audio?</i> <input type="checkbox"/> <i>¿Qué aprenderemos en este curso?</i> <p>2.- Fundamentos matemáticos</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Probabilidad y estadística en ciencia de datos</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Definiciones fundamentales: probabilidad, probabilidad condicional, teorema de Bayes, variables aleatorias, esperanza matemática, distribuciones acumuladas, variable aleatoria Gaussiana, intuiciones sobre ley de los grandes números, intuiciones sobre teorema del límite central. <input type="checkbox"/> <i>Algebra lineal aplicada: conceptos esenciales</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Linealidad, sistemas lineales y su relación con la información en los datos, invertibilidad, espacios fundamentales, producto interno, producto externo, bases finitas, auto-pares y su relación con la

	<p>información en datos, intuiciones sobre factorización de matrices.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Limpiando un audio codificado vía sistemas lineales. <input type="checkbox"/> <i>Cálculo y optimización: gradiente descendiente, reglas de aprendizaje y backpropagation</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Definición general de un problema de optimización <input type="checkbox"/> Máximos y mínimos: locales y globales. Ejemplos. <input type="checkbox"/> Ejemplos: Newton Raphson <input type="checkbox"/> Intuiciones sobre gradiente descendiente y funciones de costo. <input type="checkbox"/> Ejemplos y construcción del algoritmo de gradiente descendiente. <p>2.- Introducción a la programación en Python (Unidad transversal-Laboratorios)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Estructuras de datos: diccionarios, listas, vectores y tuplas.</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Programación en python básico. <input type="checkbox"/> <i>Numpy: librería de álgebra lineal</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Uso de librería para cálculo de inversas de matrices, autovalores y productos internos o externos. <input type="checkbox"/> <i>Scikit-learn: librería de machine learning</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Uso de algoritmos programados o modelos pre-entrenados. <input type="checkbox"/> <i>Librosa: librería de preprocesamiento de audio</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Cargar y escribir audio. <input type="checkbox"/> Transformaciones y codificaciones de audio <input type="checkbox"/> <i>Técnicas de aumentación de datos en audio</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Adición de ruido y modificación de frecuencias. <p>3.- Análisis, visualización de datos (Orientado a laboratorio)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Cargando y visualizando datos de audio</i> <input type="checkbox"/> <i>Pre Procesamientos comunes: FTTs, MFCCs, energía, centroides de frecuencia entre otros.</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Intuiciones sobre estos pre procesamientos <input type="checkbox"/> Laboratorios en python <input type="checkbox"/> <i>Técnicas de visualización de información en alta dimensión: PCA, TSNE y otros modelos SOTA.</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Teoría y construcción de PCA. <input type="checkbox"/> Intuiciones sobre Non-negative matrix factorization y TSNE, laboratorios comparativos. <input type="checkbox"/> Uso de pre procesamientos en fuentes de audio, visualización en 2D y transformaciones de audio utilizando transformers (laboratorios). <p>4.- Modelos Clásicos de Machine Learning: Teoría e Implementación</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Regresión lineal y regresión logística.</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Teoría: construcción e intuiciones <input type="checkbox"/> Sobreajuste y subajuste en modelos de machine learning. Bias-Variance trade-off <input type="checkbox"/> Entrenamiento y aplicación en audio. <input type="checkbox"/> <i>Redes Neuronales Artificiales</i>
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Teoría e implementación.</i> <input type="checkbox"/> <i>Support Vector Machines.</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Teoría: perspectiva desde la geometría y la optimización. Recordando multiplicadores de Lagrange. <input type="checkbox"/> <i>Métricas de performance usuales:</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> accuracy, precision, recall, F1, confusion matrix, false positive rate error, false negative rate error, ROC curves, precision-recall curves, logloss y RMSE. <input type="checkbox"/> Comparativa de recall, precisión y F1 ante datasets balanceados o no balanceados. <input type="checkbox"/> <i>Cross validation y regularización.</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>k-folds</i> <input type="checkbox"/> Decision Trees. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Teoría y aplicación. <input type="checkbox"/> Modelos derivados: Random Forest, AdaBoost y XGBoost (laboratorio comparativo) <input type="checkbox"/> <i>Comparando los modelos explorados.</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Laboratorio de clasificación de audio utilizando técnicas de preprocesamiento y modelos estudiados.</i> clásicos en un problema de clasificación de audio. <p>5.- Introducción a modelos avanzados</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Introducción a las redes convolucionales en 1D y 2D.</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Batch normalizations, funciones de activación, pooling. <input type="checkbox"/> Intuiciones y aplicación. <input type="checkbox"/> Análisis de diferentes arquitecturas. <input type="checkbox"/> <i>Implementación de redes convolucionales en scikit-learn.</i> <p>6.- Proyectos</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Clasificación de Emociones usando MFCCs</i> <input type="checkbox"/> <i>Clasificación de Instrumentos Musicales utilizando MFCCs</i> <input type="checkbox"/> <i>Clasificación de Voces Falsas</i> <input type="checkbox"/> <i>Clasificación de MNIST audio usando espectrogramas</i> <input type="checkbox"/> <i>Clasificación de dígitos hablados</i>

Metodologías	Clases de cátedras expositivas. Clases con trabajos dirigidos, necesitan que los estudiantes porten Notebook o Tablet para ir trabajando en conjunto con la clase haciendo uso de software libre.
Evaluación	La evaluación general, consistirá en el promedio de notas obtenidas en los laboratorios, lecturas y exposiciones en cada clase. Una última nota está relacionada al proyecto de cada grupo de alumnos.
Requisitos de Aprobación	Los trabajos, correspondientes a los contenidos de cada laboratorio realizado en clases, equivalen a un 80% de la nota final y el proyecto de aplicación de todos los contenidos equivale a un 20% de la nota final. Con estas notas se hará la presentación a examen.
Palabras Clave	Machine Learning, AI, Deep Learning, Python, Supervised Learning, Classification
Bibliografía Obligatoria	<input type="checkbox"/> Introduction to Probability for Data Science, Stanley H. Chan, 2021, Michigan Publishing. ISBN 978-1-60785-747-1 <input type="checkbox"/> Bishop, Christopher M., and Nasser M. Nasrabadi. <i>Pattern recognition and machine learning</i> . Vol. 4. No. 4. New York: springer, 2006. <input type="checkbox"/> Python Crash Course: a hands -on project-based introduction to programming. Second Edition. ISBN-13: 978-1593279288 <input type="checkbox"/> Deep Learning, Ian Good Fellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville. MIT Press, 2016. ISBN, 0262035618, 9780262035613 <input type="checkbox"/> Neural Networks and Learning Machines, Haykin Simon, 2008. Third Edition ISBN 10: 0131471392 ISBN 13: 9780131471399. <input type="checkbox"/> https://github.com/musikalkemist/AudioSignalProcessingForML
Bibliografía Complementaria	<input type="checkbox"/> Approaching (ALMOST) Any Machine Learning Problem, Abhishek Thakur, 2019. <input type="checkbox"/> Deep Learning with Python, François Chollet, 2021, Second Edition, Manning Shelter Island. <input type="checkbox"/> Python DataScience Handbook, Essential Tools for Working with Data. Jake VanderPlas O'Reilly, 2016, First Edition. <input type="checkbox"/> https://www.coursera.org/specializations/machine-learning-introduction <input type="checkbox"/> https://github.com/keunwoochoi/dl4mir