

Entorno

REVISTA DE CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN

UDLAP

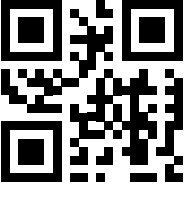
HUMANIDADES
¿HÉROES DE LA PANDEMIA? LOS DETERMINANTES SOCIALES DE LA SALUD Y EL IMPACTO DESPROPORCIONADO DE COVID-19 EN LOS MIGRANTES MEXICANOS EN ESTADOS UNIDOS

Del Dies Irae al Totentanz:

visualizaciones historiográficas sobre la muerte y la sátira pictórica musical del siglo XIX



udlap.mx



» ISSN 2594-0147

» Indizada en Latindex

DISTRIBUCIÓN GRATUITA

ENE-ABR 2021

#13

UDLAP[®]

JENKINS GRADUATE SCHOOL

Maestrías

- **Administración de Empresas (MBA)**

RVOE: 20160808

- **Especialidad en Finanzas**

RVOE: 20160810

- **Especialidad en Mercadotecnia**

RVOE: 20160809

- **Gobernanza Global**

RVOE: 20170003

- **Finanzas**

RVOE: 20170311

- **Gestión y Liderazgo de Instituciones Educativas**

RVOE: 20170847

- **Defensa Fiscal**

RVOE: 20171134

- **Impuestos**

RVOE: 20171135



CDMX

PROGRAMAS DE **EDUCACIÓN CONTINUA**

www.udlapjenkins.mx

✉ informes@udlapjenkins.mx

☎ Tel.: (55) 47 47 62 89

📞 (+521) 222 577 38 29

f /udlapjenkings

🐦 @udlapjenkings

in UDLAP Jenkins Graduate School

Av. Paseo de la Reforma 180 · Piso 16 Col. Juárez, CDMX.

26. DEL DIES IRAE AL TOTENTANZ:

visualizaciones historiográficas sobre la muerte y la sátira pictórica musical del siglo XIX

► From *Dies Irae* to *Totentanz*: Historiographical Visualizations on Death and Musical Pictorial Satire

Por: Luis Daniel Martínez-Álvarez · Alfonso Carlos Espinosa-Jaimes · Ana Alfonsina Mora-Flores

▲ 26. PORTADA



1

CONTENIDO

4. EFECTO DE LA MICROFLUIDIZACIÓN EN LA COACERVACIÓN COMPLEJA UTILIZANDO GELATINA-MUCÍLAGO DE CHÍA

► Effect of microfluidization on complex coacervation using chia gelatin-mucilage

Por: Ruth Hernández-Nava · Aurelio López-Malo · Enrique Palou · Nelly Ramírez-Corona · María Teresa Jiménez-Munguía*

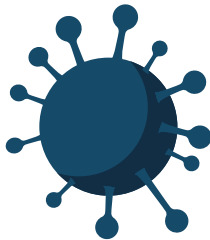
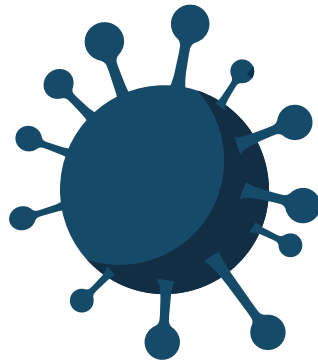
12. ANFETAMINAS, COCAÍNA Y MARIHUANA EN AGUAS SUPERFICIALES:

una revisión sistemática de su ocurrencia y análisis

► Amphetamines, cocaine and marijuana in surface waters: a systematic review of their occurrence and analysis

Por: Jorge Luis Mejía-Méndez · Miriam Nolasco-López · Aralíz López-Pintor · Lucila Isabel Castro-Pastrana





40. ¿HÉROES DE LA PANDEMIA? LOS DETERMINANTES SOCIALES DE LA SALUD Y EL IMPACTO DESPROPORCIONADO DE COVID-19 EN LOS MIGRANTES MEXICANOS EN ESTADOS UNIDOS

► Heroes of the pandemic? The social determinants of health and the disproportionate impact of COVID-19 on Mexican migrants in the United States

Por: Alison Elizabeth Lee · Mayte Vázquez Moreno

50. USING A HIGH-LEVEL FEATURE ANNOTATED CORPUS FOR SPEAKER RECOGNITION: A MIXED APPROACH WITH TEXT CLASSIFICATION TECHNIQUES

► Uso de un corpus anotado de características de alto nivel para el reconocimiento del hablante: un enfoque mixto con técnicas de clasificación de texto

Por: Claudia Amillali Cervantes-Méndez ·
Antonio Rico-Sulayes



Entorno UDLAP

REVISTA DE CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN

PRESIDENCIA

José Ramón Valdés Parra

EDITOR GENERAL

Polioproto Fortunato Martínez Austria

CONSEJO EDITORIAL

Dirección Ejecutiva

Martín Alejandro Serrano Meneses
Decano de Investigación
y Posgrado

Secretaría Ejecutiva

Lorena Martínez Gómez
Directora general de Planeación y
Gestión Institucional

Coordinación

Editorial
Izraim Marrufo Fernández
Director de Comunicación

Editora Gráfica

Sonia Gisella
Aguirre Narváez
Profesora de la Licenciatura de
Diseño de Información Visual

Tecnologías de la Información

Fernando Thompson
de la Rosa
Director general de Tecnologías de
la Información

Biblioteca

María Elvia Catalina
Morales Juárez
Directora de
Bibliotecas

DISEÑO EDITORIAL

Andrea M. Flores Santaella

ILUSTRACIÓN

Ghilmar Jesús Velez Mendoza

CORRECCIÓN DE ESTILO

Aldo Chiquini Zamora
Andrea Garza Carbajal

FOTOGRAFÍAS

www.shutterstock.com

COMITÉ EDITORIAL

EDITORES ASOCIADOS

Artes y Humanidades
Enrique Ajuria Ibarra

Ciencias

Miguel Ángel Méndez Rojas

Ciencias Sociales

Leandro Rodríguez Medina

Ingeniería e Innovación

Aurelio López Malo Vigil

Negocios y Economía

Raúl Bringas Nostti

MIEMBROS DEL

COMITÉ EDITORIAL

Ileana Azor Hernández

Universidad de las Américas Puebla

Antonio Alcalá González

Tecnológico de Monterrey

Cecilia Anaya Berríos

Universidad de las Américas Puebla

Jorge Gamaliel Arenas Basurto

Universidad de las Américas Puebla

Lucila Castro Pastrana

Universidad de las Américas Puebla

Miguel Doria

UNESCO

Jorge Alberto Durán Encalada

Universidad de las Américas Puebla

Alexander James Hope

Universidad Autónoma de Madrid

Juan Enrique Martínez-Legaz

Barcelona Graduate School of Economics

Raúl Mújica García

Instituto Nacional de Astrofísica,
Óptica y Electrónica

René Reyes Mazzoco

Universidad de las Américas Puebla

Ulises Sandal Ramos Koprivitz

Universidad de las Américas Puebla

Manuel Francisco Suárez Barraza

Universidad de las Américas Puebla

María Luisa Torregrosa y Armentia

Facultad Latinoamericana de
Ciencias Sociales

EDITORIAL

Sin duda alguna, la ciencia no cumpliría uno de sus propósitos fundamentales sin la apropiación social del conocimiento. Asimismo, tiene una diversidad de funciones en beneficio de la sociedad y los resultados de la investigación científica no sólo tienen que ser ampliamente difundidos y discutidos entre colegas, sino que –al mismo tiempo– los que generamos el conocimiento científico y el posterior desarrollo tecnológico, tenemos la obligación de difundir estos conocimientos entre un público que cada vez se interesa más en ellos, ayudando a entender la utilidad de los avances científicos.

La difusión y la divulgación de las ciencias han sido, desde su creación, uno de los pilares fundamentales del quehacer de la revista Entorno UDLAP, que hoy presenta su treceavo número. En tiempos de emergencia sanitaria, creada por el SARS-COV-2 (COVID-19), es cuando se ha demostrado, de una manera irrefutable, el noble y enorme significado social de la investigación científica y, en particular, de la investigación médica, la Universidad de las Américas Puebla, a través de la presente, continúa con su noble empeño de difundir el conocimiento científico generado por sus académicos.

El conocimiento, la cultura y las artes han sido un gran paliativo a las difíciles condiciones de aislamiento social impuestas por la pandemia, por lo que resulta muy oportuno que el artículo central de este número sea un análisis de Luis Daniel Martínez Álvarez, Alfonso Carlos Espinosa Jaimes y Ana Alfonsina Mora Flores de las visualizaciones historiográficas sobre la muerte y la sátira pictórica musical a través del estudio de las versiones de temas musicales medievales como el Totentanz, sinfonía para piano y orquesta de Franz Liszt sobre el Dies Irae, un famoso himno latino del siglo XIII, atribuido al monje franciscano Tomás de Celano, o la Danse Macabre, un poema sinfónico de Camille Saint-Saëns sobre la universalidad de la muerte.

Otro análisis, que guarda una estrecha relación con la situación actual, es el presentado por Alison Elizabeth Lee y Mayte Vázquez Moreno en su artículo sobre los determinantes sociales de la salud y el impacto desproporcionado de COVID-19 entre los migrantes mexicanos en Estados Unidos, en particular entre la migración poblana en Nueva York. Su conclusión de que «en el contexto de las prácticas discriminatorias profundas, consideramos a los inmigrantes como héroes sacrificables no voluntarios» es contundente y merece una lectura profunda.

El tema de Ingeniería e Innovación está representado por el artículo de Ruth Hernández-Nava y colaboradores, donde se evalúan las condiciones de formación de un coacervado complejo entre gelatina y mucílago de chíá, con potenciales aplicaciones en la industria alimenticia; mientras que el artículo de Jorge Luis Mejía Mendez y colaboradores apunta a la presentación de los resultados de una investigación científica sobre el abuso de drogas recreativas y cómo su uso se refleja en la detección de trazas de las mismas en diferentes cuerpos de agua alrededor del mundo. Este tema es de vital importancia por la relevancia de la calidad del agua en el futuro próximo de la humanidad.

El reconocimiento de patrones y la caracterización de diferentes tipos de señales se ha convertido en un área de mayor desarrollo de la inteligencia artificial, que incluye la adquisición de datos, la extracción de características útiles para la caracterización y la toma de decisiones sobre la naturaleza de nuevas señales. Este proceso está explicado de una manera muy precisa en el artículo de Antonio Rico-Sulayes y Caludia Amilali Cervantes Méndez, donde proponen un enfoque mixto en la clasificación de señales sonoras, utilizando características de alto nivel, además de las de bajo nivel. Estos desarrollos tienen una amplia aplicación en cuestiones de seguridad y prevención del delito.

Estamos seguros que el contenido de este número será de gran utilidad para nuestros lectores y seguiremos trabajando por brindar contenido de calidad que refleje el compromiso que la UDLAP tiene con la investigación científica y la difusión del conocimiento, a pesar de las difíciles condiciones económicas que la pandemia por el COVID-19 ha generado en toda la sociedad mexicana.

ENTORNO UDLAP, Año 4, núm. 13, Enero-Abril 2021, es una publicación cuatrimestral editada por la Fundación Universidad de las Américas, Puebla. Exhacienda Santa Catarina Mártir s/n, San Andrés Cholula, Puebla, C. P. 72810. Tel.: 222 229 20 00. www.udlap.mx, revista.entornoudlap@udlap.mx
Editor responsable: Polioptro Fortunato Martínez Austria. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo núm. 04-2018-070912041700-102, ISSN: 2594-0147, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Licitud de Título y Contenido núm. 16817, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa en los Talleres de la Universidad de las Américas Puebla, Exhacienda Santa Catarina Mártir s/n, San Andrés Cholula, Puebla, C. P. 72810. Este número se terminó de imprimir el 21 de diciembre de 2020, con un tiraje de 1100 ejemplares. Su distribución es gratuita.

Los artículos, así como su contenido, su estilo y las opiniones expresadas en ellos, son responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la opinión de la UDLAP.

«Esta revista se publica bajo licencia de Creative Commons Atribución-No comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional. CC BY-NC-SA 4.0» <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Los artículos publicados en Entorno UDLAP se someten a revisión por pares, en el sistema de «doble ciego», es decir que los árbitros no conocen el nombre de los autores del texto que revisan, ni los autores los nombres de quienes lo revisan. La responsabilidad del contenido de los artículos corresponde exclusivamente a los autores, y no necesariamente refleja la postura de los editores, miembros del consejo y comité editoriales o de la Universidad de las Américas Puebla.

SIMBOLOGÍA / SECCIÓN

 **AUTOR INTERNO**

 **AUTOR EXTERNO**

UDLAP[®]

José Ramón Valdés Parra
Presidente del Comité Editorial



► Effect of microfluidization on complex coacervation using chia gelatin-mucilage

EFFECTO DE LA PRESIÓN DE MICROFLUIDIZACIÓN

en la formación de coacervados complejos entre

GELATINA Y MUCÍLAGO DE CHÍA¹

● NOTA BREVE

¹ Este trabajo fue apoyado por la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mediante el proyecto SRE-CONACYT 278343. La autora Hernández-Nava reconoce el apoyo financiero para sus estudios de doctorado en Ciencia de los Alimentos por parte de UDLAP y CONACYT.

Por:  Ruth Hernández-Nava · Aurelio López-Malo · Enrique Palou · Nelly Ramírez-Corona · María Teresa Jiménez-Munguía*



Hernandez-Nava R. et al. (2020). Efecto de la presión de microfluidización en la formación de coacervados complejos entre gelatina y mucilago de chia. *Entorno UDLAP*, 13.
↻ Recibido: 23 de enero de 2020 ✓ Aceptado: 7 de septiembre de 2020

RESUMEN

La coacervación compleja es una técnica que involucra la atracción electrostática entre dos biopolímeros de cargas opuestas. En este estudio se evaluaron las condiciones de formación de un coacervado complejo entre gelatina y mucílago de chía homogeneizado por microfluidización, probando distintas presiones (10,000, 15,000 y 20,000 psi), y distintos números de pasos (2 o 3). Se determinó el pH óptimo de formación utilizando la turbidez y el rendimiento de coacervación (RC). Las condiciones óptimas de formación para el coacervado homogeneizado por microfluidización (CHM) fueron utilizando una presión de 20,000 psi y dos pasos (RC 47.2%). Este sistema fue caracterizado mediante su viscosidad y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Éste fue comparado con uno homogeneizado por ultrasonido (CHU). El CHM presentó una viscosidad menor, significativamente ($p < 0.05$), respecto al CHU.

PALABRAS CLAVE

Coacervación compleja · Gelatina · Mucílago de chía · Microfluidización

ABSTRACT

Complex coacervation is a technique that involves electrostatic attraction between two biopolymers of opposite charges. In this study, the conditions of formation of a complex coacervate between gelatin and chia mucilage homogenized by microfluidization were evaluated, testing different pressures (10,000, 15,000 and 20,000 psi), and different numbers of passes (2 or 3). The optimum pH of formation was determined using turbidity and coacervate yield (CY). The optimum formation conditions for the complex coacervate homogenized by microfluidization (CHM) were with a pressure of 20 000 psi and two passes (CY 47.2%). This system was characterized by its viscosity and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR). It was compared with one homogenized by ultrasound (CHU). The CHM showed a significant lower viscosity with respect to CHU ($p < 0.05$).

KEYWORDS

Complex coacervation · Gelatin · Chia mucilage · Microfluidization


EN ESTE ESTUDIO SE EVALUARON LAS CONDICIONES DE FORMACIÓN DE UN COACERVADO COMPLEJO ENTRE gelatina y mucílago de chía

HOMOGENEIZADO POR MICROFLUIDIZACIÓN, PROBANDO DISTINTAS PRESIONES (10,000, 15,000 Y 20,000 PSI), Y DISTINTOS NÚMEROS DE PASOS (2 o 3).

INTRODUCCIÓN

La coacervación compleja es una técnica de encapsulación que involucra la atracción electrostática entre dos biopolímeros de cargas opuestas, que da como resultado la generación de una fase pobre y otra rica en estos biopolímeros, conocida como coacervado. En la industria alimenticia tendría usos potenciales como el enmascaramiento del olor, prolongar los efectos organolépticos del sabor u otros marcadores sensoriales, en la protección de ingredientes de alimentos que son químicamente inestables en condiciones de almacenamiento (temperatura, humedad, oxígeno, etc.), y en la liberación controlada de un compuesto de interés (Yeo *et al.*, 2005). Las proteínas y los polisacáridos son los biopolímeros más usados debido a que son productos naturales, denominados GRAS (Generally Recognized As Safe) y acordes a las tendencias actuales de los consumidores por alimentos libres de aditivos sintéticos (Bakry *et al.*, 2016; Thies, 2016; Brzozowska, 2019). Una de las proteínas más utilizadas en la coacervación compleja es la gelatina, y una alternativa recientemente aplicada como polisacárido es el mucílago de chía, que presenta propiedades de emulsificación y compatibilidad para formar coacervados complejos (Timilsena *et al.*, 2016; Hernández-Nava *et al.*, 2019).




LA FORMACIÓN DE COACERVADOS COMPLEJOS SE VE AFECTADA POR DISTINTOS FACTORES, ENTRE ELLOS EL TIPO DE HOMOGENEIZACIÓN (ACH ET AL., 2015; PRATA Y GROSSO, 2015).

La formación de coacervados complejos se ve afectada por distintos factores, entre ellos el tipo de homogeneización (Ach *et al.*, 2015; Prata y Grosso, 2015). En la homogeneización de coacervados complejos, se han utilizado varios dispositivos, incluidos mezcladores de alta velocidad, sistema de rotores, homogeneizadores por ultrasonido, entre otros (Brzozowska, 2019); siendo la microfluidización una alternativa aún no estudiada.

La microfluidización es una técnica de homogeneización que utiliza alta presión. En ésta, un fluido es forzado a través de una cámara de interacción que crea microcorrientes de alta velocidad, generando grandes fuerzas de cizallamiento, cavitación y turbulencia, dando como resultado la reducción del tamaño de partícula (McCrae, 1994; Zhang, Peppard y Reineccius, 2015; Villalobos-Castillejos *et al.*, 2018).

Actualmente, no existen estudios que reporten la aplicación de la microfluidización en la formación de coacervados complejos. Por consiguiente, el objetivo de este estudio fue determinar las condiciones de formación de un coacervado complejo entre gelatina y mucílago de chíá aplicando microfluidización como método de homogeneización.

◆◆ MATERIALES Y MÉTODOS

● Materiales

Las semillas de chíá (*Salvia hispanica* L.) se compararon de Verde Limón Trading Company (Ciudad de México). La gelatina (tipo B) fue comprada de Gelco S. A. (Bogotá, Colombia). Los reactivos químicos utilizados en este estudio fueron de grado analítico y se adquirieron de Hycl (Jalisco, México).

● Extracción del mucílago de chíá

Se utilizó el método descrito por Hernández-Nava *et al.* (2019). Las semillas de chíá se hidrataron en agua destilada en una proporción de 1:20 (p / v) y fueron liofilizadas con un liofilizador (Triad™ Labconco, EE. UU.). El mucílago de chíá fue separado mecánicamente usando una malla #35 (500 μm), y se almacenó a 25 ± 1.0 °C dentro de un recipiente sellado hasta su uso posterior.

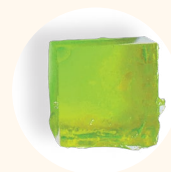
MATERIALES Y MÉTODOS

► Materiales



SEMILLAS DE CHÍA

Verde Limón Trading Company



GELATINA

Gelco S. A.

Los reactivos químicos utilizados en este estudio fueron de grado analítico y se adquirieron de Hycl (Jalisco, México).

► Preparación

Se preparó una solución de gelatina (0.133% p/p) y otra de mucílago de chíá (0.063% p/p).

La relación masa gelatina:mucílago de chíá fue de 2:1 con sólidos totales al 0.2% p/p.

La solución de gelatina-mucílago de chíá fue homogeneizada por microfluidización probando distintas presiones (10,000, 15,000 o 20,000 psi) empleado 2 o 3 pasos a través del equipo como lo sugerido por Zhang *et al.* (2015).

► Medición de turbidez

Se midió la turbidez en un rango de pH de 3.0 a 5.0, empleando un colorímetro (DR/890, Hach, EE. UU.).

► Rendimiento de coacervación

En el pH óptimo se determinó el rendimiento de coacervación de acuerdo con el método descrito por Huang, Sun, Xiao y Yang (2012).

► Caracterización de los coacervados complejos

El sistema que presentó el mayor rendimiento de coacervación fue caracterizado por su viscosidad y su espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR, por sus siglas en inglés), para determinar el efecto de la microfluidización en la gelatina y el mucílago de chíá.

• Preparación de los coacervados complejos

Para obtener los coacervados complejos utilizando microfluidización, se adaptó el método reportado por Hernández-Nava *et al.* (2019) para ultrasonido. Se preparó una solución de gelatina (0.133% p/p) y otra de mucílago de chíca (0.063% p/p). Una vez obtenidas ambas soluciones, éstas se mezclaron a una velocidad de 250 rpm hasta su completa homogeneización, manteniendo la temperatura a $40^{\circ}\text{C} \pm 1.0^{\circ}\text{C}$. La relación masa gelatina:mucílago de chíca fue de 2:1 con sólidos totales al 0.2% p/p. Posteriormente, la solución de gelatina-mucílago de chíca fue homogeneizada por microfluidización probando distintas presiones (10,000, 15,000 o 20,000 psi) empleado 2 o 3 pasos a través del equipo como lo sugerido por Zhang *et al.* (2015). Enseguida, se realizó el ajuste de pH con una solución de HCl 0.1 N, en un rango de 3.0 a 5.0, manteniendo la solución en agitación constante (250 rpm) durante cinco minutos. El sistema se enfrió a 25°C y se almacenó a $4.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ hasta su uso posterior.

• Determinación de las mejores condiciones para la formación de coacervados complejos homogeneizados por microfluidización

MEDICIÓN DE TURBIDEZ. Se midió la turbidez en un rango de pH de 3.0 a 5.0, empleando un colorímetro (DR/890, Hach, EE. UU.). El punto donde se observa la mayor turbidez se denomina pH óptimo (pH_{opt}), en donde ocurre la mayor interacción de cargas opuestas (Kaushik *et al.*, 2015).

RENDIMIENTO DE COACERVACIÓN. En el pH_{opt}, se determinó el rendimiento de coacervación de acuerdo con el método descrito por Huang, Sun, Xiao y Yang (2012), en donde el coacervado es separado por filtración al vacío y secado a $105 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$, hasta alcanzar peso constante. El rendimiento de coacervación es calculado usando la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento de coacervación (\%)} = \frac{m_i}{m_o} \times 100 \quad (1)$$

Donde m_i es la masa (g) del coacervado seco, y m_o es la masa (g) total inicial de la formulación de gelatina-mucílago de chíca.

• Caracterización de los coacervados complejos

El sistema que presentó el mayor rendimiento de coacervación fue caracterizado por su viscosidad y su espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR, por sus siglas en inglés), para determinar el efecto de la microfluidización en la gelatina y el mucílago de chíca. Este sistema fue comparado con uno homogeneizado por ultrasonido, obtenido mediante la metodología reportada por Hernández-Nava *et al.* (2019).

MEDICIÓN DE VISCOSIDAD. Para la medición de la viscosidad se usó el método 974.07 de la A.O.A.C. (2000). Se empleó un viscosímetro Cannon-Fenske (150, Thomas Scientific, EE. UU.), donde se mide el tiempo necesario para que el líquido fluya por capilaridad a través del viscosímetro (Tadros, 2018).

FTIR. Para el análisis de FTIR, se utilizó un espectrómetro (Cary 630, Agilent Technologies, EE. UU.), en un rango de número de onda de 1850 a 850 cm^{-1} .



● Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación de Tukey, utilizando un nivel de confianza del 95%, a los datos obtenidos utilizando Minitab (v.17, LEAD Technologies Inc., EE. UU.).

◆ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

● Condiciones para la formación de coacervados complejos homogeneizados por microfluidización

Al evaluar el rango de valores de pH entre 3.0 a 5.0, en los diferentes sistemas para preparar los coacervados por microfluidización en el rango de presiones entre 10,000 a 20,000 psi, con dos y tres pasos, se encontró que el pH en el cual existía una mayor formación de coacervados, es decir, mayor interacción iónica, fue en un pH de 3.3. De tal manera, se definió el valor de pH_{opt} como 3.3. Este valor de pH_{opt} para el coacervado homogeneizado por

microfluidización (CHM) resultó ser menor al valor de 3.6 reportado por Hernández-Nava *et al.* (2019) para un coacervado complejo de gelatina-mucílago de chíá homogeneizado por ultrasonido (CHU). Esto posiblemente es debido a la existencia de una mayor cantidad de grupos funcionales, amino primarios para la gelatina y carboxilo en el mucílago de chíá, en el CHM respecto al CHU (figura 1).

En la tabla 1 se muestran los resultados de turbidez y rendimiento de coacervación para las distintas condiciones estudiadas para la formación de coacervados complejos homogeneizados por microfluidización. La mayor turbidez y de rendimiento de coacervación se obtuvieron con las condiciones de 20,000 psi y dos pasos. El análisis estadístico mostró que existió una diferencia significativa ($p < 0.05$) para la turbidez y el rendimiento de coacervación entre los sistemas estudiados.

Tabla 1. Resultados de turbidez y rendimiento de coacervación en coacervados complejos homogeneizados por microfluidización.

Presión (psi)	#Pasos	Turbidez (Fau)	Rendimiento (%)
10,000	2	437 ±0.6 ^a	38.7 ±0.1 ^a
10,000	3	441 ±0.6 ^b	39.5 ±0.1 ^b
15,000	2	457 ±0.6 ^c	43.0 ±0.1 ^c
15,000	3	429 ±0.6 ^d	36.0 ±0.1 ^d
20,000	2	478 ±0.6 ^e	47.2 ±0.1 ^e
20,000	3	455 ±0.6 ^f	42.6 ±0.1 ^c

pH ajustado a 3.3

Diferentes letras en la columna muestran diferencia significativa ($p < 0.005$) entre muestras.

◆ CARACTERIZACIÓN DE LOS COACERVADOS COMPLEJOS

● Efecto de la presión en la viscosidad de coacervados complejos

Para las mejores condiciones estudiadas de formación de coacervados, se observó que la viscosidad del CHM fue de 1.1010 ± 0.02 cP, la cual es menor respecto al CHU (1.2720 ± 0.02 cP), con diferencia significativa ($p < 0.05$). Esto puede deberse a que la presión aplicada en el microfluidizador rompe el gel formado por el mucílago de chíá permitiendo una mayor disponibilidad de grupos funcionales carboxilo. Para contrarrestar estas cargas negativas, y que se llegue a un equilibrio entre cargas opuestas que permitan la formación de coacervados complejos, es necesario generar más cargas positivas aportadas por la gelatina. Para esto, es necesario disminuir el pH por debajo del punto isoeléctrico de la proteína (pH 4.0-5.0), permitiendo una mayor ionización de los grupos amino primarios en ésta (Timilsena, Wang *et al.*, 2016). Al existir una mayor interacción de cargas opuestas, la viscosidad se ve afectada y tiende a disminuir en el sistema (Devi y Maji, 2011; Hernández-Nava *et al.*, 2019).

● Espectros FTIR de coacervados complejos homogeneizados por microfluidización o ultrasonido

En el análisis de FTIR (figura 1) se observó que ambos sistemas, CHM y CHU, presentaron las bandas características para los grupos funcionales de la gelatina y el mucílago de chíá. En el caso de la gelatina, las bandas 1628.1 y 1636.4 cm^{-1} corresponden al grupo amino primario, mientras que los grupos amino secundario se presentan en las bandas 1540.7 y 1541.9 cm^{-1} . Las bandas 1239.2 y 1240.1 cm^{-1} corresponden al grupo amino terciario. En el mucílago de chíá, las bandas 1158.5 y 1159.8 cm^{-1} representan la vibración de flexión de C-O-C presente en el anillo de piranosa. Las bandas 1035.6 y 1050.7 cm^{-1} pertenecen al estiramiento de C-O-C del enlace glucosídico 1→4 y la flexión de C-O-H, característicos en los polisacáridos (Pongjanyakul y Puttipipatkachorn, 2007; Cerqueira *et al.*, 2011; Fonseca *et al.*, 2011; Timilsena *et al.*, 2016, Adhikari, Kasapis y Adhikari, 2016; Hernández-Nava *et al.*, 2019). No obstante, el CHM presentó una mayor intensidad en sus bandas sugiriendo una mayor presencia de los grupos funcionales amino primarios y

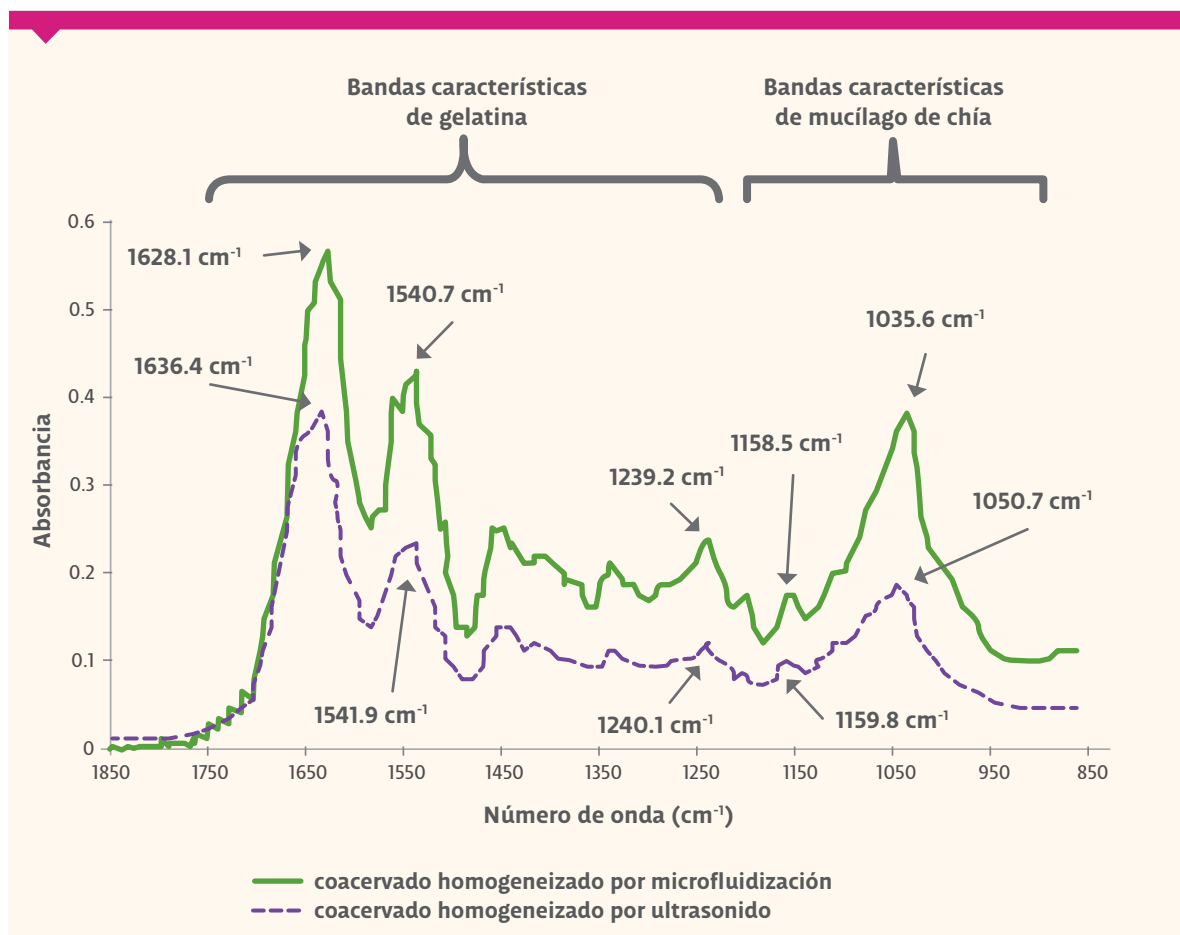


Figura 1. Espectros de FTIR de coacervados complejos homogeneizados por microfluidización o ultrasonido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar el rango de valores de pH entre

3.0 A 5.0

en los diferentes sistemas para preparar los coacervados por microfluidización en el rango de presiones entre

10,000 A 20,000 PSI

con dos y tres pasos, se encontró que el pH en el cual existía una mayor formación de coacervados, es decir, mayor interacción iónica, fue en un

pH de 3.3

El análisis estadístico mostró que existió una diferencia significativa ($p < 0.05$) para la turbidez y el rendimiento de coacervación entre los sistemas estudiados.

► Efecto de la presión en la viscosidad de coacervados complejos

Para las mejores condiciones estudiadas de formación de coacervados, se observó que la viscosidad del CHM fue de 1.1010 ± 0.02 cP, la cual es menor respecto al CHU (1.2720 ± 0.02 cP), con diferencia significativa ($p < 0.05$). Esto puede deberse a que la presión aplicada en el microfluidizador rompe el gel formado por el mucilago de chíá permitiendo una mayor disponibilidad de grupos funcionales carboxilo.

► Espectros FTIR de coacervados complejos homogeneizados por microfluidización o ultrasonido

En el análisis de FTIR se observó que ambos sistemas, CHM y CHU, presentaron las bandas características para los grupos funcionales de la gelatina y el mucilago de chíá.

carboxilo, que se ven involucrados en la interacción de cargas opuestas en la formación de coacervados complejos, lo cual conlleva a un mayor rendimiento de los coacervados obtenidos.

◆ CONCLUSIONES

Se logró la formación de un coacervado complejo, entre gelatina y mucilago de chíá, homogeneizado por microfluidización. Las mejores condiciones estudiadas fueron con una presión de 20,000 psi y dos pasos, las cuales presentaron la mayor turbidez y el rendimiento de coacervación. Comparado con un sistema homogeneizado por ultrasonido, el sistema homogeneizado por microfluidización presentó un valor menor en su pH óptimo y viscosidad. No obstante, mostró una mayor intensidad en sus bandas del espectro FTIR, sugiriendo una mayor presencia de los grupos funcionales amino primarios y carboxilo, involucrados en la formación de coacervados complejos. La homogeneización por microfluidización podría ser una alternativa en la coacervación compleja. Sin embargo, se requieren de mayores estudios para determinar el efecto de la microfluidización, como método de homogeneización en coacervación compleja, para la encapsulación de compuestos con propiedades de interés (organolépticas, antimicrobianas, antioxidantes, entre otras), y uso potencial en la industria alimenticia.



LAS MEJORES CONDICIONES ESTUDIADAS FUERON CON UNA PRESIÓN DE 20,000 PSI Y DOS PASOS, LAS CUALES PRESENTARON LA MAYOR TURBIDEZ Y EL RENDIMIENTO DE COACERVACIÓN.



◆ Ruth Hernández-Nava

Estudió la Licenciatura en Ingeniería de Alimentos en la Universidad de las Américas Puebla y es egresada del Doctorado en Ciencia de Alimentos por la misma institución. Su tema de investigación se enfocó en la encapsulación de aceites esenciales para su posterior secado y uso como antimicrobianos en alimentos.

ruth.hernandezna@udlap.mx



◆ Aurelio López Malo

Doctor en Química (Alimentos) por la Universidad de Buenos Aires (Argentina) y profesor del Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental de la UDLAP desde 1987.

Ha publicado más de 250 artículos científicos en revistas indexadas de prestigio internacional en el área de ciencia, tecnología e ingeniería de alimentos. Desde 1998 es investigador nacional (CONACYT) actualmente SNI nivel 3, y es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. aurelio.lopezm@udlap.mx



Enrique Palou

Doctor en Ingeniería por la Universidad Estatal del Estado de Washington (EE. UU.) y catedrático del Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental en la UDLAP desde 1992. Tiene más de 300 publicaciones científicas en el área de ciencia, tecnología e ingeniería de alimentos. Es investigador nacional (SNI) nivel 3, Fellow del Institute of Food Technologists, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y de la Academia de Ingeniería. enrique.palou@udlap.mx



Nelly Ramírez Corona

Doctora en Ingeniería Química por el Instituto Tecnológico de Celaya y profesora titular del Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental en la UDLAP desde 2007. Tiene más de 30 publicaciones científicas en el área de ingeniería química y de alimentos. Es investigadora nacional (SNI) nivel 1, miembro del Consejo Directivo de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química. nelly.ramirez@udlap.mx



María Teresa Jiménez-Munguía

AUTOR DE CORRESPONDENCIA

Doctora en Ingeniería de Procesos por la ENSIA, actualmente Agro-Paris-Tech, en Francia. Profesora y directora académica del Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental en la UDLAP. Cuenta con más de veinte publicaciones en revistas indizadas de reconocimiento internacional en el área de ciencia y tecnología de alimentos. Forma parte de la Mesa Directiva de la Asociación Mexicana para la Protección de Alimentos (México) y es representante nacional en México de ISEKI-Food Association (Europa). mariat.jimenez@udlap.mx

REFERENCIAS

- Ach, D., Briançon, S., Broze, G., Puel, F., Rivoire, A., Galvan, J. y Chevalier, Y. (2015). Formation of microcapsules by complex coacervation. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 93(2), 183-191. <https://doi.org/10.1002/cjce.22086>.
- A.O.A.C. (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International*, (décimo séptima ed., volumen II). EE. UU.: AOAC International.
- Bakry, A. M., Abbas, S., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M. Y., Mousa, A. y Liang, L. (2016). Microencapsulation of oils: A comprehensive review of benefits, techniques, and applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 143-182. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12179>.
- Brzozowska, A. M. (2019). On the Use of Complex Coacervates for Encapsulation. En Y. Liu & X. J. Loh (eds.), *Polymer Capsules* (pp. 119-170). Singapur: Jenny Stanford Publishing Pte. Ltd.
- Cerqueira, M. A., Souza, B. W. S., Simões, J., Teixeira, J., Domingues, M., Coimbra, M. A. y Vicente, A. A. (2011). Structural and thermal characterization of galactomannans from non-conventional sources. *Carbohydrate Polymers*, 83(1), 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.07.036>.
- Devi, N. y Maji, T. (2011). Study of complex coacervation of gelatin A with sodium carboxymethyl cellulose: Microencapsulation of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed oil (NSO). *International Journal*

of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials, 60(13), 1091-1105. <https://doi.org/10.1080/00914037.2011.553851>.

- Fonseca, P. R., Dekker, R. F., Barbosa, A. M., Silveira, J. L., Vasconcelos, A. F., Monteiro, N. K., ... da Silva, M. (2011). Thermal and rheological properties of a family of botryosphaerans produced by *Botryosphaeria rhodina* MAMB-05. *Molecules*, 16(9), 7488-7501. <https://doi.org/10.3390/molecules16097488>.
- Hernández-Nava, R., López-Malo, A., Palou, E., Ramírez-Corona, N. y Jiménez-Munguía, M. T. (2019). Complex Coacervation between Gelatin and Chia Mucilage as an Alternative of Encapsulating Agents. *Journal of Food Science*, 84(6), 1281-1287. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14605>.
- Huang, G. Q., Sun, Y. T., Xiao, J. X., & Yang, J. (2012). Complex coacervation of soybean protein isolate and chitosan. *Food Chemistry*, 135(2), 534-539. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.140>.
- Kaushik, P., Dowling, K., Barrow, C. J., & Adhikari, B. (2015). Complex coacervation between flaxseed protein isolate and flaxseed gum. *Food Research International*, 72, 91-97. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.046>.
- McCrae, C. H. (1994). Homogenization of milk emulsions: use of microfluidizer. *International Journal of Dairy Technology*, 47(1), 28-31. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.1994.tb01267.x>.
- Pongjanyakul, T. y Puttipipatkachorn, S. (2007). Xanthan-alginate composite gel beads: Molecular interaction and in vitro characterization. *International Journal of Pharmaceutics*, 331(1), 61-71. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2006.09.011>.
- Prata, A. S. y Grosso, C. (2015). Influence of the Oil Phase on the Microencapsulation by Complex Coacervation. *Journal of The American Oil Chemists' Society*, 92(7), 1063-1072. <https://doi.org/10.1007/s11746-015-2670-z>.
- Tadros, T. (2018). *Handbook of colloid and interface science*. Alemania: De Gruyter.
- Thies, C. (2016). Encapsulation by complex coacervation. En J. Lakkis (Ed.), *Encapsulation and controlled release technologies in food systems* (pp. 41-77). EE. UU.: John Wiley & Sons Ltd.
- Timilsena, Y. P., Adhikari, R., Kasapis, S. y Adhikari, B. (2016). Molecular and functional characteristics of purified gum from Australian chia seeds. *Carbohydrate Polymers*, 136, 128-136. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.09.035>.
- Timilsena, Y. P., Wang, B., Adhikari, R. y Adhikari, B. (2016). Preparation and characterization of chia seed protein isolate-chia seed gum complex coacervates. *Food Hydrocolloids*, 52, 554-563. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.07.033>.
- Villalobos-Castillejos, F., Granillo-Guerrero, V. G., Leyva-Daniel, D., Alamilla-Beltrán, L., Gutiérrez-López, G. F., Monroy-Villagrana, A. y Jafari, S. M. (2018). Fabrication of nanoemulsions by microfluidization. En S. M. Jafari y D. J. McClements (eds.), *Nanoemulsions: Formulation, Applications, and Characterization* (pp. 207-231). EE. UU.: Academic Press.
- Yeo, Y., Bellas, E., Firestone, W., Langer, R. y Kohane, D. (2005). Complex coacervates for thermally sensitive controlled release of flavor compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(19), 7518-7525. <https://doi.org/10.1021/jf0507947>.
- Zhang, J., Peppard, T. L. y Reineccius, G. A. (2015). Preparation and characterization of nanoemulsions stabilized by food biopolymers using microfluidization. *Flavour and Fragrance Journal*, 30, 288-294. <https://doi.org/10.1002/ffj.3244>.

► Amphetamines, cocaine and marijuana in surface waters:
a systematic review of their occurrence and analysis



ANFETAMINAS, COCAÍNA Y MARIHUANA

EN AGUAS SUPERFICIALES:

una revisión sistemática de su ocurrencia y análisis

Por:  Jorge Luis Mejía-Méndez · Miriam Nolasco-López · Araliz López-Pintor · Lucila Isabel Castro-Pastrana

Mejía Méndez J. *et al.* (2020). Anfetaminas, cocaína y marihuana en aguas superficiales:
una revisión sistemática de su ocurrencia y análisis. *Entorno UDLAP*, 13.

 **Recibido:** 10 de febrero de 2020  **Aceptado:** 15 de junio de 2020

RESUMEN

El abuso de drogas recreativas (por ejemplo, cocaína, marihuana y anfetaminas) es un problema de salud pública mundial. En consecuencia, su ocurrencia en cuerpos de agua ha aumentado alrededor del mundo, con concentraciones superiores a los nanogramos por litro siendo detectadas principalmente mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y purificadas por extracción de fase sólida (SPE). Para conocer el estado del arte, en el presente trabajo se realizó una revisión sistemática cualitativa de la literatura existente sobre el tema utilizando el motor de búsqueda PubMed. En los catorce estudios que cumplieron los criterios de inclusión para nuestro análisis se reportan principalmente la presencia de anfetaminas, cocaína y su principal metabolito benzoilecgonina en agua de ríos, lagos y costas de América, Europa y Asia. Esta revisión demuestra la necesidad de más investigaciones sobre el tema y de estrategias para contener a estos contaminantes emergentes del agua.

PALABRAS CLAVE:

Marihuana · Cocaína · Anfetaminas · Aguas superficiales · Contaminantes emergentes

ABSTRACT

Recreational drug abuse (eg cocaine, marijuana and amphetamines) is a global public health problem. Consequently, the occurrence of these drugs in surface-water bodies has increased throughout the world, with concentrations higher than nanograms per liter being mostly detected by high-performance liquid chromatography (HPLC) and purified by solid-phase extraction (SPE). In order to know the state of the art, in this work a qualitative systematic review of the existing literature on the subject was carried out using the PubMed search engine. In the 14 studies that fulfilled the inclusion criteria for our analysis, the presence of amphetamines, cocaine and its main metabolite benzoilecgonine was overall reported in water from rivers, lakes and coasts of America, Europe and Asia. This review demonstrates the need for further research on the subject and for strategies to contain these emerging water pollutants.

KEY WORDS

Marijuana · Cocaine · Amphetamines · Surface water · Emerging contaminants



EL ABUSO DE DROGAS RECREATIVAS (POR EJEMPLO, COCAÍNA, MARIHUANA Y ANFETAMINAS) ES UN PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA A NIVEL MUNDIAL.

◆◆ INTRODUCCIÓN

El abuso de drogas recreativas (por ejemplo, cocaína, marihuana y anfetaminas) es un problema de salud pública mundial. Al igual que los medicamentos, las drogas recreativas no son completamente metabolizadas por el organismo y llegan a las aguas residuales sin cambios o como metabolitos (por ejemplo: metabolitos de la cocaína como cocaetileno y norcocaína) (Zuccato *et al.*, 2005). La ocurrencia de drogas recreativas y sus metabolitos en las aguas residuales ha aumentado en todo el mundo llegando a detectarse, en algunos casos, en concentraciones superiores a los nanogramos por litro (Asimakopoulos *et al.*, 2017; Botello *et al.*, 2012). A su vez se ha reportado que las plantas de tratamiento tienen la capacidad de remover sólo entre el 30 al 75% de estos contaminantes emergentes (Stasinakis *et al.*, 2013). Por lo tanto, múltiples grupos de investigadores han abordado el tema al implementar nuevos métodos analíticos capaces de monitorear la deposición de drogas ilícitas en cuerpos de agua. Es sabido que compuestos de esta categoría y sus metabolitos llegan a los cauces de los ríos a través de las descargas municipales, la actividad industrial, agricultura y la manufactura clandestina de estas sustancias; en particular esta última causa la contaminación directa de los cauces (Jiang *et al.*, 2014). Todas estas fuentes en conjunto favorecen la presencia de estas sustancias en aguas superficiales (ríos, lagos y costas). Por ello, las drogas recreativas y sus metabolitos han sido reconocidos recientemente como un grupo importante de contaminantes emergentes (Li *et al.*, 2016).

Como se ha comprobado estas drogas son potencialmente riesgosas para la salud y representan un riesgo ecotoxicológico. Parolini *et al.* (2015) demostraron la alteración oxidativa en el molusco *D. polymorpha* mientras que Archer *et al.* (2017) discutieron el impacto de los contaminantes emergentes en el metabolismo hormonal de peces. Debido a lo anterior,

LA OCURRENCIA DE DROGAS RECREATIVAS Y SUS METABOLITOS EN LAS AGUAS RESIDUALES HA

AUMENTADO EN TODO EL MUNDO

LLEGANDO A DETECTARSE, EN ALGUNOS CASOS, EN CONCENTRACIONES SUPERIORES A LOS NANOGRAMOS POR LITRO (ASIMAKOPOULOS ET AL., 2017; BOTELLO ET AL., 2012).

se ha incrementado el interés por conducir estudios sobre la presencia de marihuana, cocaína, anfetaminas y sus respectivos metabolitos en las aguas superficiales de diversos países como China, Bélgica, Brasil y Estados Unidos; estas sustancias han sido detectadas en distintas concentraciones y frecuencias en sus ríos, costas y lagos (Li *et al.*, 2016).

Los principales métodos analíticos para detectar la presencia de drogas y sus metabolitos en las aguas superficiales requieren de una extracción en fase sólida (SPE, por sus siglas en inglés) y del uso de cromatografía líquida y espectrometría de masas para su cuantificación (LC-MS, por sus siglas en inglés). También se ha descrito la utilización de otras técnicas analíticas como la cromatografía de gases, cromatografía líquida de alta y ultra-alta resolución (HPLC, UPLC, por sus siglas en inglés) y electroforesis capilar, entre otros métodos, los cuales han sido reportados por diversos autores (Wongniramaikul *et al.*, 2012).

Por lo tanto, para conocer el estado del arte y concentrar la evidencia disponible a nivel global, el objetivo del presente trabajo fue realizar una revisión sistemática cualitativa en PubMed utilizando términos MeSH y la metodología PRISMA para obtener y analizar toda la literatura disponible hasta el mes de noviembre de 2019 sobre la detección de cocaína, marihuana, anfetaminas y sus respectivos metabolitos en aguas superficiales de todo el mundo.

MÉTODOS

Obtención de los estudios

Se llevó a cabo un estudio de revisión sistemática cualitativa empleando el motor de búsqueda PubMed. La búsqueda avanzada de los artículos recopilados fue realizada el 15 de noviembre de 2019 de acuerdo al diccionario MeSH (*Medical Subject Headings*) con los siguientes términos: (“Fresh Water”[Mesh]) AND (((“street drugs”[MeSH Terms] AND “pharmaceuticals”[All Fields])) OR cocaine[MeSH Terms]) OR amphetamines[MeSH Terms] OR marijuana[MeSH Terms]). La búsqueda no se restringió a un periodo de tiempo en particular debido a la poca bibliografía publicada referente al tema.

Selección de los estudios

Se usó la metodología PRISMA (Urrútia y Bonfill, 2010) para evaluar los estudios arrojados por la búsqueda y para estructurar la revisión sistemática. Los siguientes cuatro criterios fueron usados para la inclusión de artículos:

- 1 **Análisis de artículos originales publicados en PubMed**
- 2 **Análisis espectroscópicos de las drogas anteriormente mencionadas**
- 3 **Análisis de drogas recreativas en aguas de ríos y costas**
- 4 **Determinación química de cocaína, componentes de la marihuana y anfetaminas como principales drogas recreativas y/o de sus respectivos metabolitos**

Por otra parte, se excluyeron: artículos de revisión sistemática, artículos no publicados en PubMed, artículos que no analizaron las drogas recreativas de interés y artículos que analizaron la deposición de cocaína, marihuana y anfetaminas en compartimentos ambientales diferentes al acuático. Se elaboró y aplicó una hoja de extracción de datos para verificar que cada artículo encontrado cumpliera con los criterios de inclusión. El análisis se hizo de manera independiente por tres revisores. Se identificaron 58 artículos en PubMed, de los cuales sólo catorce fueron incluidos y analizados por ser los que cumplían con los criterios de inclusión estipulados. Los estudios seleccionados se muestran en la figura 1.

Figura 1. Flujograma de proceso de la revisión sistémica.

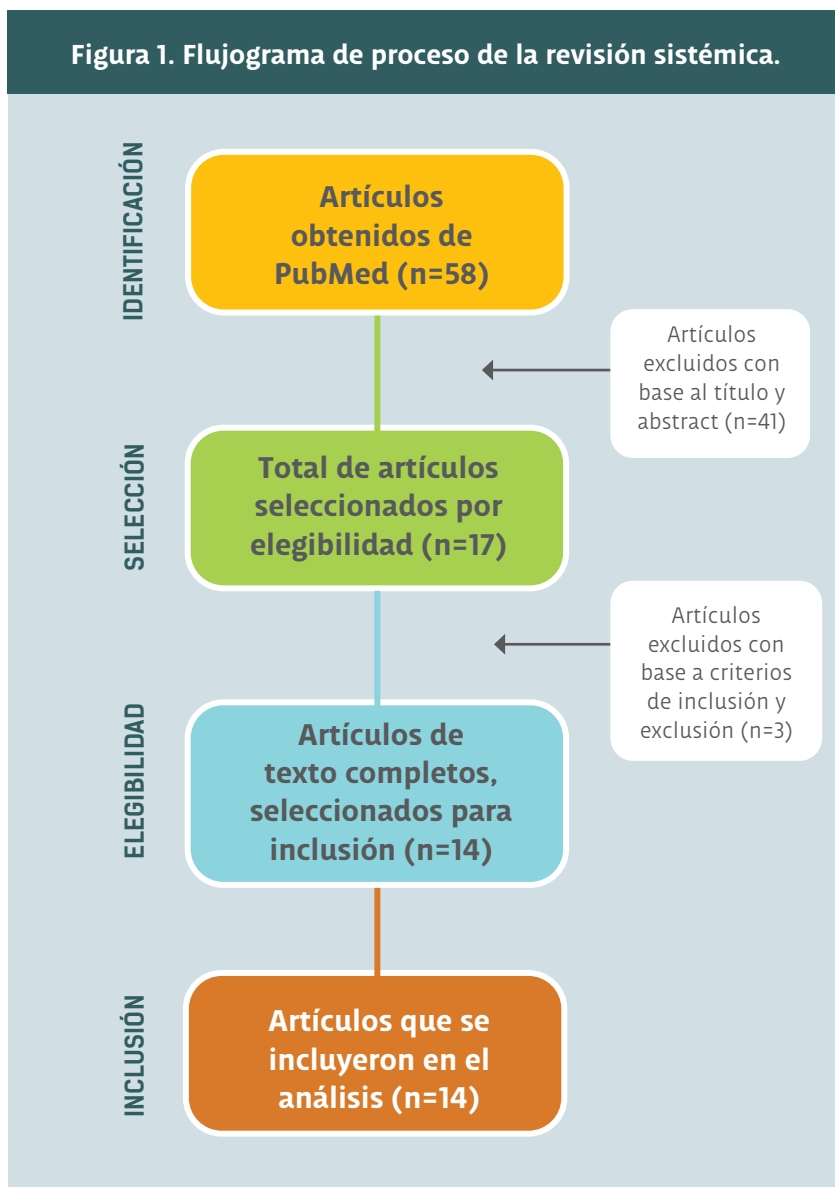
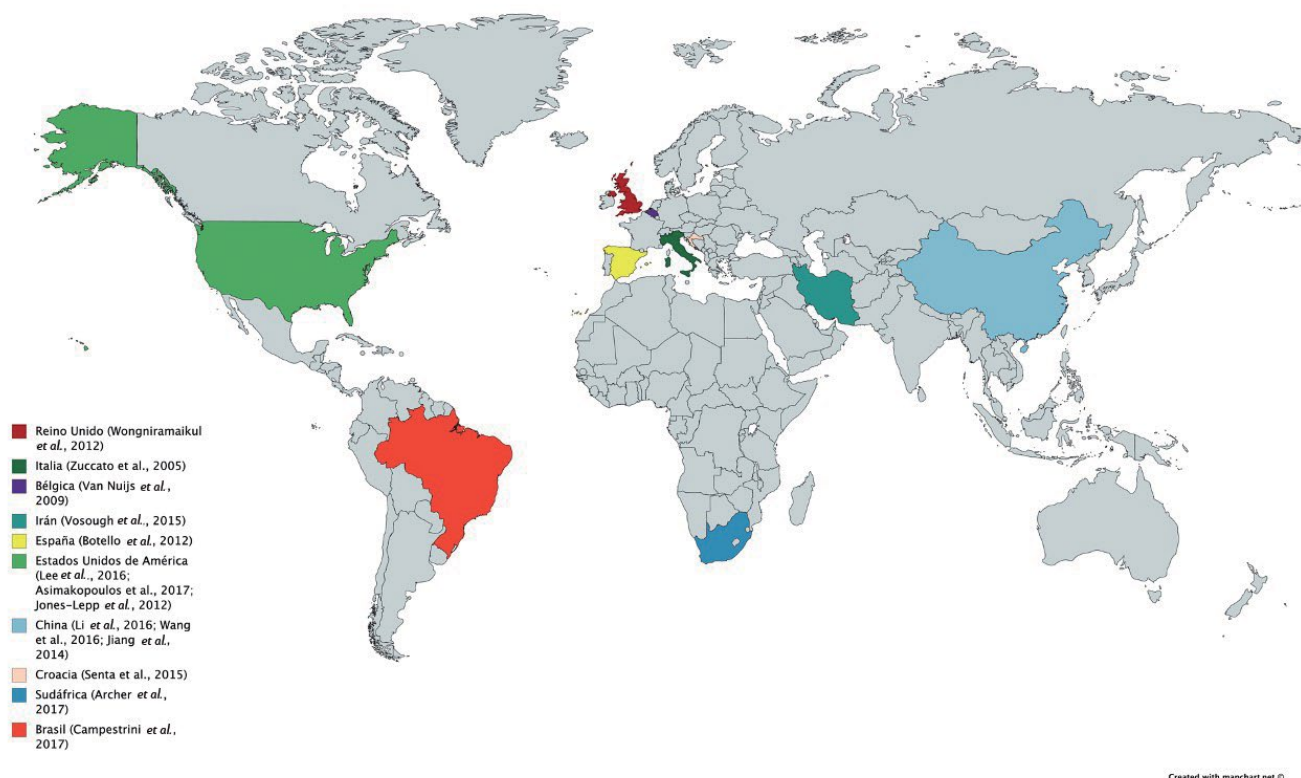


Tabla 1. Drogas investigadas y métodos empleados para su análisis en aguas superficiales.

Estudio (autor y año de publicación)	País	Drogas investigadas	Método analítico empleado
Zuccato <i>et al.</i> (2005)	Italia	Cocaína y su metabolito benzoilecgonina	HPLC MS/MS
Van Nuijs <i>et al.</i> (2009)	Bélgica	Cocaína y su metabolito benzoilecgonina	HPLC MS/MS
Botello <i>et al.</i> (2012)	España	Cocaína, EDDP, codeína y 6-acetilmorfina	SPE-CE
Jones-Lepp <i>et al.</i> (2012)	EE. UU.	Metanfetamina, metilamfetamina y pseudoefedrina	LC-ESI-IT MS
Wongniramaikul <i>et al.</i> (2012)	Escocia	Anfetamina y metilamfetamina	MIP-SPE y GC-MS sin derivatización utilizando monitoreo selectivo de iones (SIM)
Jiang <i>et al.</i> (2014)	China	Anfetamina, metanfetamina, MDMA, cannabinol, cocaína, heroína, pseudoefedrina y otros 24 compuestos	SPE-LC-MS/MS
Senta <i>et al.</i> (2015)	Croacia	Anfetamina, metanfetamina, MDMA, efedrina, pseudoefedrina y otros veinte compuestos derivados sintéticos tipo anfetamina	LC MS/MS
Vosough <i>et al.</i> (2015)	Irán	Metanfetamina y pseudoefedrina	SPE-HPLC Y MCR-ALS
Lee <i>et al.</i> (2016)	EE. UU.	Anfetamina, metanfetamina, MDMA y otras once sustancias	HPLC MS/MS
Li <i>et al.</i> (2016)	China	Cocaína, benzoilecgonina, anfetamina, metanfetamina, MDA, MDMA y otras seis drogas	MS/MS
Wang <i>et al.</i> (2016)	China	Anfetamina, metanfetamina, cocaína, benzoilecgonina y otros siete compuestos	LC MS/MS
Asimakopoulos <i>et al.</i> (2017)	EE. UU.	Anfetamina, metanfetamina, MDA, MDMA, cocaína y sus derivados NOR y COE, benzoilecgonina, cannabinol, cannabidiol, THC, EDDP y otros 77 compuestos	LC-ESI (+) MS/MS y LC-QOQ MS/MS
Archer <i>et al.</i> (2017)	Sudáfrica	Anfetamina y otros 89 compuestos	UPLC/TDQ-MS
Campestrini y Jardim (2017)	Brasil	Cocaína y su metabolito benzoilecgonina	LC MS/MS

Abreviaturas. COE: cocaetileno, EDDP: 2-etilideno-1,5-dimetil-3,3-difenil-pirrolidina, MDA: 3,4-metilendioxi-anfetamina, MDMA: 3,4-metilendioxi-metanfetamina, NOR: norcocaína, THC: tetrahidrocannabinol. MCR-ALS: multivariate curve resolution alternating least squares, GC-MS: gas chromatography-mass spectrometry, HPLC: high performance liquid chromatography, LC-ESI-IT-MS: liquid chromatography- electrospray-ion trap mass spectrometry, LC-ESI(+)-MS/MS: Liquid chromatography-electrospray ionization tandem mass spectrometry, LC-MS/MS: Liquid chromatography-mass spectrometry, LC-QOQ-MS/MS: liquid chromatography-triple quadrupole-tandem mass spectrometry, LOD: límite de detección del método, MIP-SPE: molecularly imprinted polymer-solid phase extraction, MS/MS: mass spectrometry, SPE: solid phase extraction, SPE-CE: solid-phase extraction-capillary electrophoresis, UPLC/TDQ-MS: Ultra-performance liquid chromatography system coupled to a triple quadrupole mass spectrometer.

Figura 2. Regiones geográficas donde se realizaron los estudios incluidos en la revisión (elaboración con ayuda del sitio online mapchart.net).



◆◆ RESULTADOS

• Análisis de los estudios y principales hallazgos

La tabla 1 resume la región geográfica, las drogas analizadas y los métodos analíticos empleados en cada uno de los artículos seleccionados, listados en orden cronológico. En la figura 2 se resaltan los países donde se realizaron los estudios analizados en el presente trabajo. En la tabla 2 se relaciona cada estudio con la droga y/o los metabolitos investigados y sus respectivas concentraciones reportadas.

Adicionalmente a la determinación de las drogas ilícitas y a la descripción del método analítico empleado para ello, los autores de los trabajos analizados en esta revisión realizaron evaluaciones y observaciones complementarias que se resumen a continuación.

Zuccato *et al.* (2005) demostraron la eficacia de su método para estimar el consumo de cocaína (COC) por la población a partir de me-

dir los niveles de COC y su metabolito benzoilecgonina (BEN) en el agua de ríos. Las concentraciones que encontraron en el río Po indican que constantemente transporta el equivalente a 4 kilogramos de COC por día, lo que sugiere un consumo de 27 dosis al día (cada dosis de 100 mg en promedio) por cada mil adultos jóvenes.

Van Nuijs *et al.* (2009) también propusieron el desarrollo de una nueva «epidemiología de aguas residuales» después de analizar diez ríos (tabla 2) y treinta plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARS). Las mediciones permitieron estimar un mayor consumo durante los fines de semana y durante el invierno, así como el efecto de la temperatura y el pH en la degradación de COC y BEN puesto que se observó una mayor concentración de las drogas en el invierno, lo que sugiere una hidrólisis más lenta en agua a baja temperatura. Por su parte, Botello *et al.* (2012) propusieron un méto-



do, tanto útil como ecológico, para medir drogas en agua superficial (río Ebro) y del grifo, ya que cada análisis consume bajas cantidades de solventes orgánicos. En las muestras de agua de grifo (Tarragona, España) no encontraron ni COC ni las otras sustancias investigadas.

A lo largo del río Colorado, Jones-Lepp *et al.* (2012) investigaron además de drogas ilícitas (tabla 2), la presencia de algunos fármacos. El antibiótico azitromicina junto con las drogas metanfetamina (MET) y pseudoefedrina (PSE) fueron las sustancias encontradas con mayor frecuencia. Debido a la gestión del agua que se realiza en esa zona geográfica, los autores resaltaron la importancia de conocer la presencia de estos contaminantes sobre todo en fuentes de agua que se usan para el abastecimiento de agua potable.

En lo que respecta al desarrollo de técnicas optimizadas para la detección de drogas en muestras de agua de ríos, Wongniramaikul *et al.* (2012) lograron reducir con su método analítico los límites de detección de anfetamina (ANF) y metilanfetamina (META) a 5.43 ± 0.07 ng/L y 7.6 ± 0.4 ng/L, respectivamente.

Jiang *et al.* (2014) analizaron las aguas costeras del suroeste de Taiwán para determinar la ocurrencia de diez drogas ilícitas, siete antiinflamatorios no esteroideos, cinco antibióticos, entre otros compuestos. Además de las drogas de interés, en este trabajo resaltó la presencia de PSE en todas las muestras analizadas en una concentración promedio de 1.40 ± 0.41 ng/L. Adicionalmente los autores calcularon los cocientes de riesgo (RQ) para organismos acuáticos de diez compuestos, entre ellos la droga MDMA, a partir de la concentración ambiental medida (MEC) y de la concentración prevista sin efecto (PNEC). Los fármacos codeína y



**LOS FÁRMACOS
CODEÍNA Y AMPICILINA
PRESENTARON UN
RQ>1 LO CUAL INDICA
QUE SU PRESENCIA
PODRÍA SIGNIFICAR UN
ALTO RIESGO PARA LOS
ORGANISMOS ACUÁTICOS
DE LAS AGUAS COSTERAS.**

ampicilina presentaron un RQ >1 lo cual indica que su presencia podría significar un alto riesgo para los organismos acuáticos de las aguas costeras. Por el contrario, MDMA presentó un RQ menor a 0.01, por lo que es poco probable que implique algún riesgo ambiental.

Senta *et al.* (2015) detectaron niveles traza de 25 drogas sintéticas en aguas residuales y en el río Sava, en su mayoría anfetaminas. En el río, la mayoría de los compuestos no se detectaron o se detectaron por debajo de los límites de detección del método, con excepción de la MDMA (tabla 2), de la metilona (1.8 ng/L) y de la PSE (30 ng/L). Respecto a las aguas residuales estudiadas, los autores reportaron que la ocurrencia de las drogas coincidió con eventos

Tabla 2. Concentraciones máximas o rango de concentraciones reportado para cada droga y/o metabolito en agua superficiales.

Estudio (autor y año de publicación)	Concentración de cada droga / metabolito en nanogramos por litro (ng/L)									
	ANF	MET	MDMA	META	COC	COE	NOR	BEN	CABN	THC
Zuccato et al. (2005)	-	-	-	-	1.2 ± 0.2 ^c	-	-	25 ± 5 ^c	-	-
Van Nuijs et al. (2009)	-	-	-	-	2 - 115 ^a 4 - 97 ^b	-	-	9 - 520 ^a 8 - 264 ^b	-	-
Botello et al., (2012)	-	-	-	-	270	-	-	-	-	-
Jones-Lepp et al. (2012)	-	570	96	-	-	-	-	-	-	-
Wongniramaikul et al. (2012)	29 ± 3	-	-	15 ± 4	-	-	-	-	-	-
Jiang et al. (2014)	ND	ND	4.82	-	ND	-	-	-	ND	-
Senta et al. (2015)	<LD	ND	8.6	-	-	-	-	-	-	-
Vosough et al. (2015)	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-
Lee et al. (2016)	630	7	<LD	-	-	-	-	-	-	-
Li et al. (2016)	<LD ^d 1.4 ± 0.4 ^e	95.9 ^d 58.2 ± 18.6 ^e	<LD ^d 1.3 ± 0.5 ^e	-	<LD ^d 0.7 ± 0.5 ^e	-	-	<LD ^d 1.4 ± 0.4 ^e	-	-
Wang et al. (2016)	1.41 - 3.26	0.1 - 42.0	ND	-	0.053 - 12.9	-	-	0.07 - 16.2	-	-
Asimakopoulos et al. (2017)	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	6.4	ND	ND
Archer et al. (2017)	27.1 - 37.0	ND	-	-	ND	ND	-	ND	-	-
Campestrini y Jardim (2017)	-	-	-	-	6 - 62	-	-	10 - 1019	-	-

^a muestras obtenidas en verano; ^bmuestras obtenidas en invierno; ^cmedia reportada; ^dagua de lagos; ^eagua de ríos; (-) = no fue investigada. Abreviaturas: <LD: debajo del límite de detección del método; ND: no detectado; ANF: anfetamina, BEN: benzoilecgonina, CABN: cannabinoil, COC: Cocaína, COE: cocaetileno, MDMA: 3,4-metilendioximetanfetamina, MET: metanfetamina, META: metilamfetamina, NOR: norcocaína, THC: tetrahidrocannabinol.

especiales y festivales musicales con audiencia juvenil en la región de Zagreb. Asimismo, varias de las sustancias medidas son componentes usuales de medicamentos antigripales de venta libre lo que explicó su presencia.

La principal contribución de Vosough et al. (2015) fue su combinación de métodos para la cuantificación de PSE y MET tanto en aguas subterráneas como en agua de ríos (río Kan de la provincia de Tehrán). Ninguna de las dos drogas fue detectada en el río (tabla 2).

Lee et al. (2016) analizaron tanto drogas ilícitas (tabla 2) como fármacos (por ejemplo, paracetamol y morfina) en aguas superficiales de Baltimore, Maryland. Adicionalmente realiza-

ron estudios de ecotoxicidad encontrando que la presencia de ANF produjo cambios en la composición de las comunidades bacterianas y de diatomeas en las cuencas de Oregon Ridge y Gwynns Falls, constituyendo un riesgo ambiental potencial.

Li et al. (2016) analizaron muestras de 49 lagos y cuatro grandes ríos (Songhua, Yellow, Yangtze y Pearl). MET y ketamina fueron las drogas de mayor presencia sobre todo en el sur del país, lo cual coincide, según los autores, con las drogas de mayor abuso y producción clandestina en China. En general los lagos tuvieron menor presencia de las sustancias investigadas en comparación con los ríos.

Wang et al. (2016) analizaron 36 ríos que desembocan en el mar de Bohai y en el norte del Mar



A PARTIR DEL ANÁLISIS SISTEMÁTICO SE OBSERVÓ (TABLAS 1 Y 2) QUE LAS SUSTANCIAS ENCONTRADAS EN MAYOR PROPORCIÓN Y FRECUENCIA EN AGUAS SUPERFICIALES FUERON ANF, MET, META, MDMA Y BEN.

Amarillo (norte de China). Las mayores concentraciones de drogas ilícitas y sus metabolitos se encontraron en áreas con una alta densidad de población. MET y ketamina fueron las drogas más frecuentes en todas las muestras. Se estimó que la entrada total de drogas ilícitas en los cuerpos de agua estudiados oscila entre 684 a 1,160 kg por año.

El grupo de investigación de Asimakopoulou *et al.* (2017) diseñó un nuevo método basado en la preparación de las muestras por evaporación para la posterior determinación simultánea de 89 compuestos, incluidos medicamentos neuropsiquiátricos legales y drogas ilícitas, presentes tanto en agua potable, agua superficial, así como en aguas residuales (sin filtración previa). El agua superficial analizada fue de un lago en el estado de Nueva York, EE. UU. Las únicas drogas encontradas en el lago fueron BEN (tabla 2) y PSE (49.7 ng/L), pero adicionalmente se detectaron once fármacos y sus metabolitos (hidrocodona, oxicodona, clordiazepóxido, desmetilmirtazapina, desmetilcitalopram, y cafeína, entre otros).

Archer *et al.* (2017) analizaron noventa sustancias en aguas residuales tratadas en una PTAR situada en Gauteng Provincia de Sudáfrica y aguas de un río cercano donde la PTAR descarga su efluente. Dicho río se une a otras corrientes para alimentar una presa que abastece de agua potable a comunidades aledañas. En las aguas superficiales se encontraron cuarenta de los compuestos investigados pero la gran mayoría fueron fármacos, las drogas presentes sólo fueron ANF (tabla 2) y PSE (en un rango de 38.8 – 80.4 ng/L). Los autores mencionaron que ANF no necesariamente aparece en el agua debido a su abuso directo, sino que también proviene del metabolismo de MET y de su uso como ingrediente activo en medicamentos para el déficit de atención.

Finalmente, Campestrini y Jardim (2017) analizaron aguas de 16 ríos del estado de São Paulo y de la presa de Guarapiranga (ciudad de São Paulo); estos cuerpos de agua abastecen de agua potable a más de diez millones de personas. Con base en las concentraciones de-

tectadas de COC y BEN, los autores concluyeron que la medición de BEN podría utilizarse como un indicador confiable de la contaminación del agua.

DISCUSIÓN

La búsqueda inicial en PubMed arrojó un número reducido de trabajos sobre el tema investigado y tuvieron que descartarse una gran cantidad de estudios por tratarse de investigaciones no relacionadas con el tema o que medían concentraciones de los analitos de interés, pero en aguas residuales, o bien, estudios que se enfocaron en el desarrollo de métodos analíticos, pero que no analizaban o reportaban concentraciones en muestras reales de aguas superficiales. De acuerdo con la revisión, a partir de 2005 se observa un interés muy incipiente en el estudio sistemático de la presencia de drogas ilícitas en aguas superficiales.

El consumo de drogas ilícitas repercute desde la salud, vida social hasta la economía de los países. En los últimos años, se ha registrado un mayor consumo de este tipo de sustancias y, consecuentemente, su detección también se ha visto incrementada ya que una vez que son consumidas por el ser humano son metabolizadas parcialmente y excretadas en aguas residuales. Sin embargo, la eficiencia de los métodos utilizados para la detección de drogas ilícitas dependen de múltiples factores como, por ejemplo, la estación en la que fue tomada la muestra, la prevalencia local de su consumo, así como de la eficacia y capacidad infraestructural de las plantas de tratamiento de agua. Por ello, parte de los resultados reportados demuestran que las herramientas implementadas no son suficientes para remover en su totalidad a dichos contaminantes o que éstos presentan pseudo-persistencia en el ambiente. Consecuentemente, su ocurrencia se expande, en concentraciones de ng/L, a cuerpos acuáticos de ríos, así como a fuentes de agua potable. A partir del análisis sistemático se observó (tablas 1 y 2) que las sustancias encontradas en mayor proporción y frecuencia en aguas superficiales fueron ANF, MET, META, MDMA y

DISCUSIÓN





**EL CONSUMO DE
DROGAS ILÍCITAS
REPERCUTE
DESDE LA
SALUD, VIDA
SOCIAL HASTA LA
ECONOMÍA DE
LOS PAÍSES.**

BEN. Esta última es producto del metabolismo hepático y posterior excreción urinaria cuando la cocaína es consumida por el hombre, sin embargo, también es generada por la hidrólisis química de la cocaína en las aguas residuales (Postigo *et al.*, 2011). La BEN ha sido encontrada no solo en ríos sino hasta en el agua potable y ha demostrado tener un impacto ecotóxico importante en organismos acuáticos modelo como el mejillón *D. polymorpha* (Binelli *et al.*, 2013; Boxall *et al.*, 2011; Zuccato *et al.*, 2005).

En lo que respecta a la marihuana, de acuerdo con los índices de consumo de drogas recreativas reportados por la Organización de Estados Americanos (OEA, 2019) la prevalencia de consumo de marihuana es mayor en Estados Unidos. Sin embargo, ninguno de los artículos revisados sobre compuestos de la marihuana en cuerpos de agua de este país reportó la presencia de cannabidiol, cannabinol (CABN) o tetrahidrocannabinol (THC) en agua de ríos (Lee *et al.*, 2016; Asimakopoulos *et al.*, 2017). Esto puede ser consecuencia de distintos factores como la falta de sensibilidad de los métodos analíticos utilizados, o bien, de una posible transformación ambiental de la marihuana a distintos metabolitos, que bien podrían ser todavía desconocidos dificultando su identificación. De igual forma es posible que, en el caso particular de la marihuana, el procesamiento por plantas de tratamiento de aguas residuales sí favorezca su degradación y desaparición y, una vez que estas aguas son descargadas en los ríos, la concentración de la droga sea mínima, haciendo difícil su detección. Esto coincide con lo que reportan Jiang

et al. (2014) en cuyo estudio no lograron detectar CABN por encima del límite de detección del método.

Más aún, se ha determinado para varias drogas de abuso que la naturaleza del compuesto y las características como su polaridad y quiralidad condicionan también su presencia, estabilidad y toxicidad en el medio ambiente, en particular en cuerpos de agua (Kasprzyk-Hordern, 2010).

Por otra parte, la distribución geográfica mundial observada para las drogas en las que se centró este trabajo apunta al impacto que tiene no solo la legislación de su uso, sino las circunstancias socioeconómicas que influyen en el consumo. Por ello, en 2019, la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC, por sus siglas en inglés) reportó que América del Norte es la región con mayor prevalencia en cuanto al consumo de anfetaminas (ANF y MET), ya que el 2.1% de la población entre 15 a 64 años tiene acceso a estas drogas. Este porcentaje (2.1%) se puede relacionar con la presencia de estas sustancias en el agua de ríos reportada por Jones-Lepp *et al.* (2012) y Lee *et al.* (2016). Se observa un comportamiento similar en cuanto al consumo de COC en las investigaciones realizadas por Jiang *et al.* (2014) y Wang *et al.* (2016) puesto que en el mismo informe de la UNODC se ha reportado que en algunas partes de Asia y África Occidental se han realizado incautaciones de cantidades de COC cada vez mayores, lo que indica que está aumentando su consumo. Por su parte, las cantidades de MET incautadas en Asia Oriental y Sudoriental se octuplicaron a lo largo de diez años entre 2007 y 2017 hasta alcanzar la cifra



de 82 toneladas, que representa el 45% de las incautaciones mundiales y sigue en aumento. La fabricación y el tráfico de MET han experimentado recientemente un desplazamiento geográfico, pasando de China a otros países de la subregión, como Tailandia (UNODC, 2019). Esto parece coincidir con lo evidenciado por Wang *et al.* (2016) puesto que, en su investigación, se discute que la falta de detección de MET es debido a su bajo consumo en la comunidad china.

De acuerdo a la tabla 1 y a la revisión de los trabajos incluidos en el presente análisis fue posible observar la evolución e importante avance que han tenido los métodos analíticos empleados en la extracción, concentración y detección de los compuestos de interés a partir de las muestras ambientales. El acoplamiento de distintas técnicas ha mejorado considerablemente la sensibilidad de los análisis y los límites de detección son cada vez más bajos. Sin embargo, la falta de detección de algunas sustancias sugiere que aún hay retos por resolver, no sólo analíticos, sino de comprensión e identificación de metabolitos o productos de degradación que aún no se han caracterizado como, por ejemplo, en el caso de la marihuana.

Finalmente, es muy notorio que hay regiones del mundo donde el tema no se está investigando (figura 2) a pesar de que el consumo de ciertas drogas se ha estado legalizando gradualmente en varios países como, por ejemplo, el consumo de cannabis con fines no médicos en Canadá, Uruguay y en algunas jurisdicciones de Estados Unidos (UNODC, 2019). El monitoreo de drogas y sus metabolitos en aguas superficiales puede servir como herramienta para el reconocimiento temprano de su nivel de consumo en

diversas poblaciones, como parte de las actividades de mitigación del abuso de drogas (Van Nuijs *et al.*, 2009). Lo anterior se ha sugerido como una medida de preservación del anonimato de los individuos mientras que se realizan monitoreos locales, en tiempo real, de las tendencias en la producción, la distribución y el abuso de drogas (Zuccato *et al.*, 2005). Adicionalmente, la detección de drogas en aguas superficiales contribuye a una mejor comprensión de su destino ambiental, así como a la implementación de manera oportuna de tecnologías para su degradación y remoción. Es por ello que más países debieran sumarse al monitoreo, así como promover la innovación tecnológica y establecer las regulaciones necesarias a nivel local con una perspectiva global de protección al ambiente.

Una limitación del presente trabajo consiste en que se realizó la búsqueda de artículos únicamente en PubMed. Sin embargo, esta base de datos se caracteriza por su amplia cobertura de revistas especializadas, por su accesibilidad y por las diferentes posibilidades de búsqueda que ofrece que permiten recuperar información de manera más eficiente y específica. En este caso en particular, la búsqueda aplicando términos MeSH confiere mayor precisión al tratarse de un vocabulario controlado y, por lo tanto, optimiza los resultados obtenidos. Aun cuando es factible que algunos trabajos hayan sido omitidos por no encontrarse en PubMed, también es muy probable que no se hubiera encontrado gran variación en las drogas detectadas, sus concentraciones y en los países que están analizando el problema con el suficiente rigor científico.



LA DETECCIÓN DE DROGAS EN AGUAS SUPERFICIALES CONTRIBUYE A UNA MEJOR COMPRESIÓN DE SU DESTINO AMBIENTAL, ASÍ COMO A LA IMPLEMENTACIÓN DE MANERA OPORTUNA DE TECNOLOGÍAS PARA SU DEGRADACIÓN Y REMOCIÓN.



CONCLUSIONES

En los catorce estudios analizados en la presente revisión sistemática, ANF, MET, COC y su principal metabolito BEN fueron las drogas de abuso comúnmente detectadas en aguas superficiales en comparación con los compuestos de la marihuana, CABN y THC. Estos resultados se relacionaron con los países donde se llevaron a cabo los estudios y con las estadísticas de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC, 2019). Durante la revisión de los trabajos se observó un gran interés por optimizar los métodos analíticos empleados para la detección y cuantificación de drogas en ríos y lagos. Desafortunadamente fue muy notorio que hay regiones del mundo donde el tema no se está investigando a pesar de que el consumo de ciertas drogas se ha estado legalizando gradualmente. Por lo anterior, esta revisión hizo evidente la necesidad de promover la investigación e innovación en cuanto a los métodos analíticos para la detección oportuna de estas sustancias; así como la integración y correlación de los datos obtenidos, con la información epidemiológica de su suministro y consumo. A pesar de que las investigaciones realizadas alrededor del mundo reflejan bajas concentraciones de este tipo de contaminantes, su presencia continua en los ecosistemas, especialmente acuáticos, representa un factor de riesgo para el desarrollo de efectos ecotoxicológicos. Por ello, también se requiere implementar las regulaciones pertinentes en los diferentes países de modo que se aborde mejor el impacto ambiental de las adicciones y se consideren estrategias efectivas para su contención.



Jorge Luis Mejía-Méndez

Licenciado en Ciencias Farmacéuticas por la UDLAP. Actualmente es estudiante del Doctorado en Biomedicina Molecular en la misma institución donde su investigación se encuentra dirigida a la obtención, identificación y encapsulación de principios activos de plantas medicinales. jorge.mejiamz@udlap.mx



Miriam Nolasco-López

Licenciada en Ciencias Farmacéuticas por la Universidad de Las Américas Puebla (UDLAP). Obtuvo su maestría en Administración de Servicios de Salud por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Actualmente estudia el Doctorado en Biomedicina Molecular en la UDLAP. miriam.nolascolz@udlap.mx



Araliz López-Pintor

Médico cirujano y partero por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Obtuvo su maestría en Educación en el área de Biología por la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente estudia el Doctorado en Biomedicina Molecular en la UDLAP. araliz.lopezpr@udlap.mx



Lucila Isabel Castro Pastrana

AUTOR DE CORRESPONDENCIA

Doctora en Bioquímica Farmacéutica por la Universidad de Tübingen, Alemania. Fue profesora visitante en la Universidad de British Columbia en temas de farmacovigilancia y farmacogenómica. Es autora y compiladora de cuatro libros sobre farmacovigilancia. Se encuentra certificada por trayectoria profesional en el perfil Farmacia por el Colegio Nacional de Químicos Farmacéuticos Biólogos México. Es profesora de tiempo completo de la UDLAP. lucila.castro@udlap.mx

 REFERENCIAS

- Archer, E., Petrie, B., Kasprzyk-Hordern, B. y Wolfaardt, G. M. (2017). The fate of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs), endocrine disrupting contaminants (EDCs), metabolites and illicit drugs in a WWWT and environmental waters. *Chemosphere*, 174, 437-446.
- Asimakopoulos, A. G., Kannan, P., Higgins, S. y Kannan, K. (2017). Determination of 89 drugs and other micropollutants in unfiltered wastewater and freshwater by LC-MS/MS: an alternative sample preparation approach. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 409(26), 6205-6225.
- Binelli, A., Marisa, I., Fedorova, M., Hoffmann R. y Riva, C. (2013). First evidence of protein profile alteration due to the main cocaine metabolite (benzoylecgonine) in a freshwater biological model. *Aquatic Toxicology*, 140-141, 268-78.
- Botello, I., Borrull, F., Aguilar, C. y Calull, M. (2012). Investigation of in-line solid-phase extraction capillary electrophoresis for the analysis of drugs of abuse and their metabolites in water samples. *Electrophoresis*, 33(3), 528-535.
- Boxall, A. B. A., Monteiro, S. C., Fussell, R., Williams, R. J., Bruemer, J., Greenwood, R. y Bersuder, P. (2011). Targeted monitoring for human pharmaceuticals in vulnerable source and final waters. Drinking Water Inspectorate Project No. WD0805 (Ref DWI 70/2/231). London: Drinking Water Inspectorate. Recuperado de: http://www.dwi.gov.uk/research/completed-research/reports/DWI70_2_231.pdf
- Camestrini, I. y Jardim, W. F. (2017). Occurrence of cocaine and benzoylecgonine in drinking and source water in the São Paulo State region, Brazil. *Science of The Total Environment*, 576, 374-380.
- Jiang, J. J., Lee, C. L. y Fang, M. D. (2014). Emerging organic contaminants in coastal waters: Anthropogenic impact, environmental release and ecological risk. *Marine pollution bulletin*, 85(2), 391-399.
- Jones-Lepp, T. L., Sanchez, C., Alvarez, D. A., Wilson, D. C. y Taniguchi-Fu, R. L. (2012). Point sources of emerging contaminants along the Colorado River Basin: source water for the arid Southwestern United States. *Science of the Total Environment*, 430, 237-245.
- Kasprzyk-Hordern, B. (2010). Pharmacologically active compounds in the environment and their chirality. *Chemical Society Reviews*, 39, 4466-4503.
- Lee, S. S., Paspalof, A. M., Snow, D. D., Richmond, E. K., Rosi-Marshall, E. J. y Kelly, J. J. (2016). Occurrence and potential biological effects of amphetamine on stream communities. *Environmental science & technology*, 50(17), 9727-9735.
- Li, K., Du, P., Xu, Z., Gao, T. y Li, X. (2016). Occurrence of illicit drugs in surface waters in China. *Environmental pollution*, 213, 395-402.
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). (2019). Primer resumen, conclusiones y consecuencias en materia de políticas. Informe mundial sobre las drogas. Recuperado de https://wdr.unodc.org/wdr2019/prelaunch/WDR2019_B1_S.pdf
- Organización de los Estados Americanos. (2019). Informe sobre el consumo de drogas en las Américas 2019. Recuperado de <http://www.cicad.oas.org/main/pubs/Informe%20sobre%20el%20consumo%20de%20drogas%20en%20las%20Américas%202019.pdf>
- Parolini, M., Magni, S., Castiglioni, S., Zuccato, E. y Binelli, A. (2015). Realistic mixture of illicit drugs impaired the oxidative status of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). *Chemosphere*, 128, 96-102.
- Postigo, C., Sirtori, C., Oller, I., Malato, S., Maldonado, M. I., López de Alda, M., Barceló, D. (2011). Solar transformation and photocatalytic treatment of cocaine in water: Kinetics, characterization of major intermediate products and toxicity evaluation. *Applied Catalysis B: Environmental*, 104(1-2), 37-48.
- Senta, I., Krizman, I., Ahel, M. y Terzic, S. (2015). Multiresidual analysis of emerging amphetamine-like psychoactive substances in wastewater and river water. *Journal of Chromatography A*, 1425, 204-212.
- Stasinakis, A. S., Thomaidis, N. S., Arvaniti, O. S., Asimakopoulos, A. G., Samaras, V. G., Ajibola, A., Mamais, D. y Lekkas, T. D. (2013). Contribution of primary and secondary treatment on the removal of benzothiazoles, benzotriazoles, endocrine disruptors, pharmaceuticals and perfluorinated compounds in a sewage treatment plant. *Science of the Total Environment*, 463-464, 1067-1075. doi:10.1016/j.scitotenv.2013.06.087
- Urrútia, G. y Bonfill, X. (2010) Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica (Barcelona)*, 135(11), 507-511.
- Van Nuijs, A. L., Pecceu, B., Theunis, L., Dubois, N., Charlier, C., Jorens, P. G. y Covaci, A. (2009). Spatial and temporal variations in the occurrence of cocaine and benzoylecgonine in waste-and surface water from Belgium and removal during wastewater treatment. *Water research*, 43(5), 1341-1349.
- Vosough, M., Mohamedian, H., Salemi, A. y Baheri, T. (2015). Multivariate curve resolution-assisted determination of pseudoephedrine and methamphetamine by HPLC-DAD in water samples. *Journal of chromatographic science*, 53(2), 233-239.
- Wang, D. G., Zheng, Q. D., Wang, X. P., Du, J., Tian, C. G., Wang, Z. y Ge, L. K. (2016). Illicit drugs and their metabolites in 36 rivers that drain into the Bohai Sea and north Yellow Sea, north China. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(16), 16495-16503.
- Wongniramaikul, W., Choodum, A., Dennany, L. y Daeid, N. N. (2012). A comprehensive chromatographic comparison of amphetamine and methylamphetamine extracted from river water using molecular imprinted polymers and without the need for sample derivatization. *Journal of Separation Science*, 35(23), 3332-3339.
- Zuccato, E., Chiabrando, C., Castiglioni, S., Calamari, D., Bagnati, R., Schiarea, S. y Fanelli, R. (2005). Cocaine in surface waters: a new evidence-based tool to monitor community drug abuse. *Environmental Health*, 4(1), 14-20.

► From *Dies Irae* to *Totentanz*: Historiographical
Visualizations on Death and Musical Pictorial Satire

26

Del *Dies Irae* al *Totentanz*:

visualizaciones historiográficas sobre la muerte y la sátira pictórica musical del siglo XIX

Por:  Luis Daniel Martínez Álvarez · Alfonso Carlos Espinosa Jaimes · Ana Alfonsina Mora Flores



Martínez Álvarez L. et al. (2020). Del *Dies Irae* al *Totentanz*: Visualizaciones historiográficas sobre la muerte y la sátira pictórica musical del siglo XIX. *Entorno UDLAP*, 13.

➔ **Recibido:** 15 de marzo de 2020 ✓ **Aceptado:** 10 de agosto de 2020



RESUMEN

La indagación sobre los procesos de evolución de los temas musicales medievales del *Totentanz*, la danza macabra y el *Dies Irae* permite generar una serie de espacios de reflexión sobre la conceptualización de la muerte a través del tiempo. Los elementos recargados de la música barroca de Jean Baptiste Lully, la estética del exceso expresivo del romanticismo en compositores como Giuseppe Verdi, Franz Liszt o Camille Saint-Saëns, así como el balance dentro del clasicismo musical de Wolfgang Amadeus Mozart evidencian una profunda transformación de la estética de lo sacro y lo teológico musical hacia una representación de la muerte más humana, siniestra y ominosa. Cada una de estas alteraciones y metamorfosis sobre los temas musicales serán examinadas a través de una breve, pero profunda, aproximación musicológica sobre las diversas estéticas sonoras de la muerte a lo largo de la historia.

PALABRAS CLAVE

Estética · Danza macabra · Horror · Muerte · Música programática

LA INDAGACIÓN SOBRE LOS PROCESOS DE EVOLUCIÓN DE LOS TEMAS MUSICALES MEDIEVALES DEL *TOTENTANZ*, LA DANZA MACABRA Y EL *DIES IRAE*, PERMITE GENERAR UNA SERIE DE ESPACIOS DE REFLEXIÓN SOBRE LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA MUERTE A TRAVÉS DEL TIEMPO.





LA EVOLUCIÓN ESTÉTICA, ACOMPAÑADA DE LA CARGA SIMBÓLICA QUE GUARDA EL TEMA DEL *DIES IRAE*, ASÍ COMO EL DE LA DANZA DE LA MUERTE DENTRO DE LA MÚSICA, HA MARCADO UNA RUPTURA EN EL PARADIGMA TEOLÓGICO.

◆◆ ABSTRACT

The investigation into the processes of evolution of the medieval musical themes of the *Totentanz*, the *Dance Macabre* and the *Dies Irae*, allow to generate a series of spaces for reflection on the conceptualization of death through time. The ornate elements of the baroque music of Jean Baptiste Lully, the aesthetics of the expressive excess of romanticism in composers such as Giuseppe Verdi, Franz Liszt or Camille Saint-Saëns, as well as the balance within the musical classicism of Wolfgang Amadeus Mozart, show a profound transformation of the aesthetic of the sacred and the theological musical towards a representation of the most human, sinister and ominous idea of death. Each of these alterations and metamorphosis on the musical themes will be examined through a brief but profound musicological approach to the multiple aesthetics of death throughout history.

◆◆ KEYWORDS

Aesthetics • Dance Macabre • Death • Horror • Programmatic Music

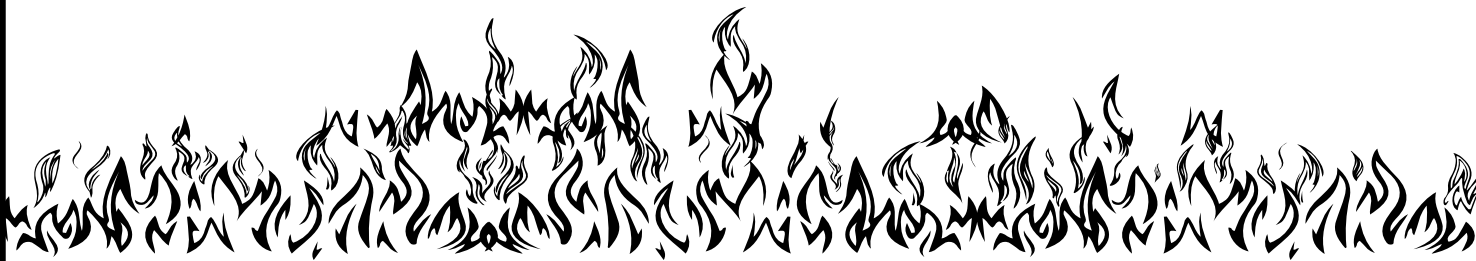
◆◆ INTRODUCCIÓN

El estudio de la danza macabra y del *Dies Irae* en sus distintas representaciones sonoras permite generar puentes entre el género gótico musical romántico y la sátira literaria medieval. Obras como el *Totentanz* de Franz Liszt y la *Danse Macabre* de Camille Saint-Saëns, muestran una representación y transmutación de los excesos armónicos, melódicos y rítmicos

de los originales temas medievales, elevando la noción del horror y la muerte a un plano grotesco, presente en las rupturas musicales de la época. Este trabajo aborda el problema de la representación de la muerte, a través de un proceso musicológico histórico de la evolución de los temas musicales desde el medievo hasta el siglo XIX. De acuerdo con Van Elferen, la música gótica programática se sitúa en los excesos (158). Esto le permite transgredir las nociones teleológicas y teológicas de sus orígenes temáticos literarios y musicales, llevándola hacia una representación excesiva, satírica y ominosa de la muerte, expuesta en los temas de la danza macabra y el día de la ira de los réquiems, los cuales se abordan en la presente investigación.

La evolución estética acompañada de la carga simbólica que guarda el tema del *Dies Irae* así como el de la danza de la muerte dentro de la música ha marcado una ruptura en el paradigma teológico, para ubicarse en un espacio de representación del horror a través del uso exorbitante de ciertas tensiones y cambios armónicos distintos a los de sus orígenes, los cuales tienen su procedencia en el ámbito religioso del periodo medieval.

El día de la ira se estableció como un himno latino basado en una poesía del monje franciscano Thomas de Celano en el año 1250 (Chase 509), mientras que la danza macabra se consagró como una tradición primeramente pictórica y literaria alrededor de los siglos IX y XV durante el periodo de la baja edad media (González 24). En el folclor de la época, se solía re-



presentar la muerte como el único fenómeno unificador ineludible para todos los seres humanos sin importar raza, posición social o estatus económico, es decir, que cada una de las mujeres y hombres de cualquier tiempo o lugar tendrían un inevitable encuentro con el óbito mortuorio. La muerte se manifestaba dentro de la costumbre pictórica feudal como un esqueleto que participaba y se integraba en distintos eventos de la época, como es el caso de bailes, fiestas populares o dentro de algún evento de orden religioso. El motivo de la representación de la muerte, además de su carácter unificador sobre todos los seres, buscaba generar una conciencia sobre el fin de la vida y las pasiones mundanas (González 24); haciendo alusión a la teología cristiana de la muerte visualizada desde una perspectiva de sentencia y juicio tras la vida terrenal. El origen del *Totentanz* o de la danza macabra es aún en la actualidad, materia de discusión historiográfica desde distintas posturas. González Zymyla argumenta que el término *macabre* en este contexto fue utilizado por primera vez en 1376 por el poeta Jean Le Fevre, sin embargo, a mediados del siglo XIX surgieron nuevas posturas que a través de un pangermanismo histórico insertaron la noción del *Totentanz* y sus raíces en unos primeros escritos de origen alemán (González 30).

La figura de la muerte no fue un tema exclusivo de la tradición literaria y pictórica. A lo largo de los siglos han existido distintas representaciones musicales, de las cuales sobresalen el *Totentanz* de Franz Liszt, que hace alusión tanto a la danza macabra como también al *Dies*

A LO LARGO DE LOS SIGLOS
HAN EXISTIDO DISTINTAS
REPRESENTACIONES MUSICALES, DE
LAS CUALES SOBRESALEN EL

Totentanz de *Franz Liszt*

QUE HACE ALUSIÓN TANTO A LA
DANZA MACABRA COMO TAMBIÉN AL

Dies Irae

Irae, así como también dentro de la pieza programática presentada en forma de poema sinfónico de Camille Saint-Saëns *La Danse Macabre*, inspirada en la prosa de Henry Cazalis (de la Fuente 531). Ambas representaciones no sólo ponen en entredicho la herencia conflictiva entre la tradición franca y la germana mencionadas anteriormente, sino también nos muestran diversas y contrastantes representaciones de la estética decimonónica del horror. Por un lado, la obra francesa de Saint-Saëns nos transporta a un espacio profundamente estético de lo siniestro, mientras que la obra de Liszt nos transporta a una efígie sonora grotesca y ominosa tanto del *Dies Irae* como de la danza macabra o *Totentanz* que ha abandonado todo sentido sacro para ubicarse en una transfiguración radical y abyecta de la muerte.



**EL ORIGEN DEL
TOTENTANZ O
DE LA DANZA
MACABRA ES AÚN,
EN LA ACTUALIDAD,
MATERIA DE
DISCUSIÓN
HISTORIOGRÁFICA
DESDE DISTINTAS
POSTURAS.**



● *Dies Irae, Totentanz y Danza Macabra*

La recodificación del texto escrito de Cazalis al musical de Saint-Saëns se encuentra representada en una serie de relaciones temáticas armónicas, melódicas y rítmicas como es el caso del baile de la muerte. En cada uno de los versos «Zig y Zig y Zag», la muerte baila al ritmo del vals del violín haciendo rebotar sus huesos (Teller 292), generando la representación tímbrica del esqueleto a través del xilófono al pasear por encima de las tumbas de los difuntos. A lo largo de la poesía se pueden ver rasgos de una literatura muy distinta a los poemas del medievo, debido a que no existe un mensaje religioso en cada uno de los versos, por el contrario, nos enfrentamos a una serie de figuras retóricas que hacen alusión al horror y a la oscuridad de una danza macabra con la muerte, siendo la noción de la igualdad mortuoria, el único elemento que parece haberse mantenido de la tradición teológica medieval tanto en lo pictórico como dentro de lo literario. La pieza programática hace alusión desde el primer momento a una

ruptura de la representación canónica de la muerte en las melodías del canto llano, para situarse en una efigie del exceso gótico y particularmente desde una narrativa musical satírica. Es importante recalcar que la música dentro del periodo romántico se desarrollaba –fundamentalmente– desde dos particulares campos es-



téticos. Por un lado, se desenvuelve desde el espacio de la música programática, es decir, toda aquella que remite a elementos extra musicales como imágenes, personajes, ideas, objetos y sentimientos (Apel 697), mientras que, por otro, se comienza a desarrollar una serie de principios compositivos musicales basados en la subjetividad del compositor. De la misma manera en que el canon del arte plástico y visual entra en crisis con la llegada de la fotografía y surgen diversos ismos que desarrollan la subjetividad del pintor dentro del acto creador pictórico (Argan 72), la música comienza a exhibir dotes de una singularidad propia de la visión de cada compositor con respecto a su realidad, tiempo y espacio. A pesar de ello, el romanticismo no fue el único periodo donde se desarrolla la estética sonora desde las capacidades extra musicales de la programática y las cualidades inherentes de la voz propia del compositor que busca establecer su sello y singularidad en sus temas y armonías musicales. Desde el tema original del *Dies Irae* en su versión en canto gregoriano hasta su versión más radical en el romanticismo de Camille Saint-Saëns y Franz Liszt, es posible visualizar una larga historia musical de cambios estéticos, narrativos y musicológicos en compositores como Jean Baptiste Lully, Wolfgang Amadeus Mozart o Giuseppe Verdi, donde la idea de la muerte a través de lo programático musical adquiere una idiosincrasia propia de la singularidad del compositor y su época.

La pieza del *Totentanz* de Franz Liszt, por otro lado, nos muestra una visión distinta de las sonoridades de la muerte desde la estética germana del siglo XIX. La obra de Liszt carece de todas las luces armónicas del arte musical galo, por el contrario, se ubica en una radicalización más oscura y pesante de las notas del *Dies Irae*. La pieza de Liszt ha abandonado por completo casi de manera antitética el mensaje sacro de arrepentimiento, para encontrarse en una diatriba burlesca de lo sagrado, es decir,

para concentrarse más en los elementos trágicos e ignominiosos de lo pictórico musical de lo profano. El tema original del Día de la Ira se encuentra basado en un poema medieval que refiere al juicio final donde todos los muertos son convocados ante Dios previo al veredicto de sus almas. Tanto el tema del *Dies Irae* como el *Totentanz* exhiben una profunda evolución textual y estética, que no sólo es evidenciada en los cambios armónicos y estéticos de la época, sino que también muestran una programática más diversa y una semiótica musical distinta a la de sus orígenes. El tema del Día de la Ira se estableció desde sus preámbulos en el tetragrama medieval, donde claramente la gramatología musical del texto manifestaba un límite expresivo sobre la correcta indicación del tiempo y de las alturas dentro de la melodía. Además de que estaba orientado a una textura de una sola voz a través del canto gregoriano (figura 1). Careciendo por completo de un sentido expresivo más depurado presente en las indicaciones de las dinámicas musicales que adquirirá más tarde a lo largo de los siglos venideros y en particular durante el periodo romántico.

El *Dies Irae* al estar basado en una poesía de carácter religioso presenta una tendencia a superponer la importancia del texto por encima de la música en sus inicios, evidenciando siempre el fin teleológico del texto apocalíptico del día del juicio final sobre todas las almas. «*Dies Irae, dies illa, Solvet Saeclum in favilla Teste David cum Sibylla*» (Mâle 373), el poema original en latín marca en cada una de sus prosas el fastuoso encuentro de lo humano con lo divino, haciendo alusión a símbolos y personajes bíblicos como es el caso del rey David y Jesús, así como también al sonido de las trompetas del apocalipsis presente en el evangelio de Juan. La melodía se caracteriza por su movimiento entre intervalos de segunda y muy pocos saltos de terceras o cuartas debido al canon estético de la época presente en los cantos llanos. Parte de la profunda simplicidad estética en la música provenía, no sólo del modelo armónico del periodo, sino también de la relevancia del texto por encima de la música dándole un mayor papel a la reflexión teológica del poema latino. Sin embargo, la evolución del tema musical como del texto gramatológico no se mantuvo

D I-es i-ræ, di-es illa, Solvet sæclum in favilla:
 Teste David cum Sibýlla. 2. Quántus tremor est futúrus,
 Quando ju-dex est ventúrus, Cuncta stricte discussúrus!

Figura 1. Tetragrama del *Dies Irae* de Thomas de Celano.



sujeto a un paradigma monofónico, sino que, como menciona el musicólogo Robert Chase, el tema musical comenzó a desarrollar tintes de polifonía desde 1516, así como también se incluyó de manera definitiva en la misa fúnebre alrededor del siglo XIV y el XV en Francia (Chase 510). Este hecho no sólo terminó por darle mayor importancia al mensaje religioso del poema, sino que, además, con la evolución musical del Renacimiento y sobre todo dirigido hacia el Barroco en personajes como Jean Baptiste Lully, permitió una profunda metamorfosis en las capacidades dramáticas del género musical (Chase 511). A diferencia del canto llano del *Dies Irae*, la versión de Lully comienza con un tema introductorio en la sección de cuerdas que prevé la entrada del coro en una armonía en Mi menor, siendo esta otra variante del tema barroco al del canto gregoriano, el cual en sus inicios respondía a ciertos caracteres modales mientras que la reinterpretación de Lully se fundamenta en centros tonales diatónicos.

El tema musical de Jean Baptiste marcó un cambio drástico tanto en la estética como en la intencionalidad, provocando, a través de la polifonía, la complejidad barroca y del uso de instrumentos de cuerdas con un sentido y matiz más poderoso tanto del tema musical, como del vínculo con la letra. Lully le da mucha más fuerza al segundo verso de Celano en *Quantus tremor est futururus*, cuánto terror habrá en el futuro (De Guindos 73), haciendo uso de una textura más intensa al utilizar la sección de

cuerdas acompañada por un coro. Jean Baptiste también hace una interesante variante de textura entre versos, intercalando cantantes solistas acompañados por el bajo continuo característico de la época, para más tarde darle una mayor intensidad con el uso del coro completo y de toda la sección de cuerdas. Este tipo de recursos armónicos le dio al *Dies Irae* una expresividad mucho más poderosa al realizar contrastes musicales entre los versos del texto sacro. La armonía tendía a ser más dulce en las partes de piedad, mientras que los versos de sentencia tendían a una armonía en menor y, sobre todo, a una textura armónica más gruesa y de dinámicas *forte* para reforzar el dramatismo de la pieza programática. Las características de las texturas y la creatividad utilizada entre cada una de las interacciones de las secciones de cuerdas, los coros y la vinculación musical con la textual reflejan un uso innovador de la relación sacra con el arte sonoro tanto desde los cantos gregorianos, como con algunas otras representaciones de sacralidad del Renacimiento como el motete y algunos himnos característicos de la época (Hammond 2015). La obra de Lully se sitúa en un profundo intelecto estético de humanización desde lo sacro en una intrínseca vinculación entre la música, el texto y el acto político musical con el rey Luis XVI, así como también se desarrolla el uso de introducciones instrumentales antes de la entrada del coro a modo de preludeo o prolegómeno musical previo al texto (Hill 243). Este



tipo de recursos son muy usuales en sus obras sacras, ballets e incluso en obras reconocidas como el *Grand Motet* y *Te Deum*, piezas musicales donde Lully logra una vigorizante interacción entre las repeticiones textuales, temáticas, armónicas y melódicas. Obras mediante las cuales no sólo se rescata la importancia del texto por separado, sino que la música presenta una función de mayor protagonismo dentro de los discursos sagrados de la época (Hill 243). Aunado a estos elementos estéticos y compositivos, también es importante recalcar el fundamental papel histórico que ejerce Jean Baptiste Lully en la creación de una escuela, canon y estética musical, no sólo en su tiempo, sino en la búsqueda de un estilo propio desde la subjetividad musical francesa.

A comparación del Barroco francés, las obras clásicas alemanas se caracterizaron por un mayor balance en la cuestión armónica y en un profundo rescate del papel de las melodías a lo largo de los temas de la ópera y algunas obras corales. El *Dies Irae* continuó manifestando diversas variantes estéticas, mediante las cuales, la música prosiguió adaptándose a los diversos paradigmas religiosos y expresivos de su época. Un caso pertinente de análisis desde la historiografía musical germana, que permita una comparación con la tradición francesa musical, lo encontramos en el réquiem de Wolfgang Amadeus Mozart. Todo ello, a pesar de las patentes diferencias estéticas entre el periodo Barroco y el Clásico. La obra de Mozart se manifiesta en un

El diálogo entre los instrumentos de madera, los metales y el timbal

GENERA UNA ENORME TENSIÓN QUE SE SUMERGE ENTRE EL VIOLENTO MOVIMIENTO DE LAS CUERDAS EN RE MENOR JUNTO CON EL ACENTUADO PORVENIR DEL CORO.

elocuente uso de los recursos musicales dándole un giro reformador al ámbito afectivo y simbólico, dotando a los elementos armónicos y melódicos de una significación más compleja a través de los recursos compositivos clásicos.

La textura de la versión de Mozart presenta, además del uso de la sección de cuerdas y el coro, una integración de las maderas con metales y percusiones, así como también un tempo *Allegro assai*, acompañado de una dinámica en *forte* desde el inicio del movimiento. El diálogo entre los instrumentos de madera, los metales y el timbal genera una enorme tensión que se sumerge entre el violento movimiento de las cuer-



ESTE TIPO DE RECURSOS ARMÓNICOS LE DIO AL *DIES IRAE* UNA EXPRESIVIDAD MUCHO MÁS PODEROSA AL REALIZAR CONTRASTES MUSICALES ENTRE LOS VERSOS DEL TEXTO SACRO.

nir del coro. El drama de la ira comienza desde el primer momento de la pieza. No necesita de una introducción como en el caso de Lully, sino que comienza con un poderoso y simbiótico enlace entre lo litúrgico y lo musical, generando un intenso primer acercamiento al día de la ira centrado en los dos primeros versos del poema latino. Sin embargo, al llegar al tercer verso, se puede escuchar un enorme contraste armónico en el tema inicial del *Tuba Mirum*. La ausencia de introducción en la prosa musical de Mozart revela un profundo pragmatismo en el manejo del discurso apocalíptico. Esto no quiere decir que la música alemana, ni la de Mozart, carezcan de introducciones instrumentales en sus obras corales, sin embargo, en la representación del *Dies Irae* de Mozart, la música y el coro se amalgaman en un poderoso y vigorizante proceder sombrío del texto musical. La obra

de Mozart no requiere de un prolegómeno, el compositor no pierde el tiempo para sumergir al oyente en el aterrador día de la ira.

La armonía del *Tuba Mirum*, a diferencia del movimiento del *Dies Irae*, se encuentra en Si bemol mayor, siendo esta una de las tonalidades cercanas al Re menor del movimiento anterior. El contraste entre versos es claro, no sólo en el cambio de armonías, sino también en el de textura debido a que comienza sólo con el trombón y más tarde adquiere una textura mucho más sutil en dinámica *piano*. Este fragmento de la obra muestra una mayor desavenencia entre la primera sección del texto de Celano con la sección posterior del *Tuba Mirum*. La división entre las secciones narrativas del texto sacro es mucho más clara a lo largo de la obra de Mozart que a la de Lully, debido a que el seguimiento de la letra adquiere un ma-

3. Tuba mirum.

Andante.
Solo

Figura 2. Trombón solo Tuba Mirum, Requiem Wolfgang Amadeus Mozart.

yor contraste en cada uno de sus versos, y por ende su expresión musical requiere de una considerable atención en cada uno de los elementos armónicos y melódicos.

El uso del trombón en el inicio del movimiento *Tuba Mirum* tiene un sentido totalmente programático e incluso teológico, debido a que parte del verso del poema «*Tuba mirum spargens sonum per sepulcra regionum coget omnes ante thronum*» frase que significa «La trompeta, esparciendo un sonido admirable por los sepulcros de todos los reinos, reunirá a todos ante el trono», la cual hace alusión al apocalipsis y al uso de las siete trompetas tocadas por los ángeles de la hecatombe. El primer tema del verso inicia con el uso de siete notas haciendo referencia a las siete trompetas del fin de los tiempos, reforzado en el tercer compás con la repetición del tema por parte del solo del cantante del bajo.

La primera nota, Si bemol, simboliza el horror de la sangre y el fuego, la segunda en Fa, las llamas ardientes del infierno, la tercera en Re, la caída de las estrellas que contaminan y envenenan los mares y lagos, la cuarta en Si bemol representa la oscuridad, la quinta en Fa muestra el tormento, la sexta en Re, el exterminio, y por último la séptima en Si bemol nos traslapa a la teleología del fin de los tiempos. El desarrollo simbólico de cada una de las notas con el discurso apocalíptico del texto medieval adquiere un considerable valor semiótico y expresivo, que exhibe un enorme progreso en las maneras de representar las ideas desde las

calidades abstractas del código musical.

La obra de Mozart no sólo nos presenta una construcción más extrema de la muerte y del día de la ira, sino que nos transporta a un mundo sonoro de una naciente estética del horror más potente y extraordinaria que terminará por brotar en una radicalización en los compositores de épocas posteriores. Tras la herencia del periodo clásico, el siglo XIX, se muestra como una época fértil para la música gótica, debido a su cualidad expresiva y excesiva en cada uno de los elementos sonoros. Además de los compositores germanos y francos, existen algunas otras representaciones como el *Dies Irae* del Réquiem del compositor italiano Giuseppe Verdi, el cual, si bien logró preservar la cuestión sacra del texto medieval, también manifestó un revolucionario avance expresivo en el drama a través de una armonía más compleja. La versión de Verdi transgrede en parte la cuestión meramente divina para alcanzar dotes y gestos musicales de la calamidad apocalíptica desde una vibrante y estruendosa estética del horror y el dolor humano, a través de una serie de acentos, dinámicas, tensiones y armonías lúgubres entrelazadas en el coro y la orquesta. La obra de Verdi es intensa y tremendamente violenta. La pieza se encuentra en Sol menor, y presenta a diferencia del resto de los *Dies Irae*, un ritmo veloz en *presto* que comienza con una dinámica en *fortissimo* que acentúa diversas figuras retóricas musicales en tres tiempos. La pieza de Verdi al igual que el tema de Mozart presenta una alusión en el *Tuba Mi-*



LA OBRA DE MOZART NO SÓLO NOS PRESENTA UNA CONSTRUCCIÓN MÁS EXTREMA DE LA MUERTE Y DEL DIA DE LA IRA, SINO QUE NOS TRANSPORTA A UN MUNDO SONORO DE UNA NACIENTE ESTÉTICA DEL HORROR.



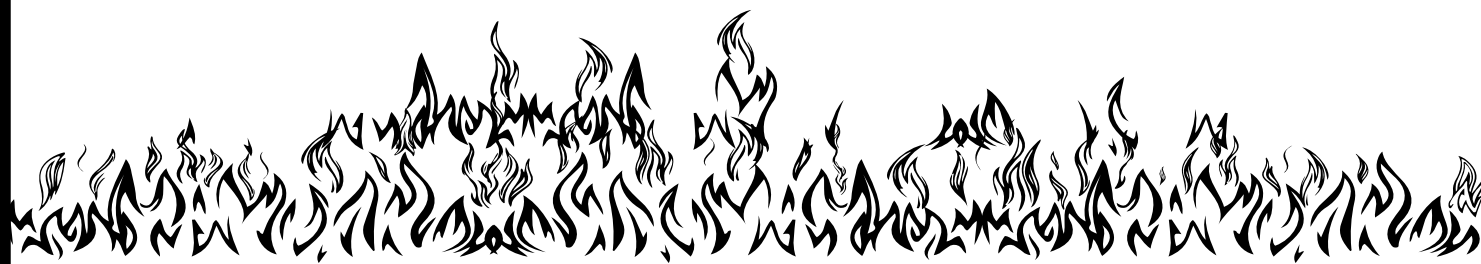
rum a las siete trompetas del apocalipsis, pero no sólo en el uso de siete notas, sino a través de la repetición del motivo musical, así como también dentro de los cambios de dinámicas que aumentan el sentido de horror, suspenso y de fuerza en cada una de las repeticiones temáticas. La obra de Verdi nos ubica ante el ejercicio estético del romanticismo, es decir, desde la ontología del exceso y la subjetividad del compositor decimonónico, siendo este un punto de partida para poder comprender otras obras de compositores contemporáneos decimonónicos y de épocas posteriores.

Cada uno de los cambios estéticos a lo largo de la historia del *Dies Irae* terminan porque emplazan una herencia de representaciones

CADA UNO DE LOS CAMBIOS ESTÉTICOS A LO LARGO DE LA HISTORIA DEL *DIES IRAE* TERMINAN PORQUE EMPLAZAN UNA HERENCIA DE REPRESENTACIONES TRÁGICAS Y SINIESTRAS QUE FINALIZAN POR ESCALAR GRADUALMENTE HASTA SU PUNTO MÁS ÁLGIDO E IGNOMINIOSO DE CATARSIS EN EL *TOTENTANZ* DE FRANZ LISZT.

trágicas y siniestras que finalizan por escalar gradualmente hasta su punto más álgido e ignominioso de catarsis en el *Totentanz* de Franz Liszt. El *Dies Irae* del compositor austriaco se muestra como una profunda crítica y sátira al orden metafísico teológico, es decir, se presenta ya no como un poema religioso, sino como una obra ominosa que ejemplifica en cada una de sus notas, la tensión, el dolor y el horror de la danza con la muerte desde un espacio irreligioso. Desde el original canto gregoriano, la transformación expresiva en el Barroco, el balance clásico y el exceso romántico; el tema del *Dies Irae* comenzó a enriquecerse de múltiples maneras en su relación con el texto sacro de Celano, para posteriormente disociarse y romper con cualquier estructura, canon y orden previo, al despojarse por completo del sentido sacro en la obra de Franz Liszt, la cual se emplaza en la estética de lo ominoso y lo transgresivo. El carácter libertino y extremo de la música del compositor rompía con las formas clásicas y los órdenes preestablecidos, a diferencia de otros grandes compositores como Brahms (Schoenberg 256). Es por ello que la música de Liszt se expresó siempre desde un virtuosismo frenético y radical tan característico en su obra como incluso en su personalidad.

La música, su interpretación y su historiografía, requiere de un profundo estudio tanto de su sonoridad, como también de su relación pictórica y textual escrita (Vilar 44). Es por ello,



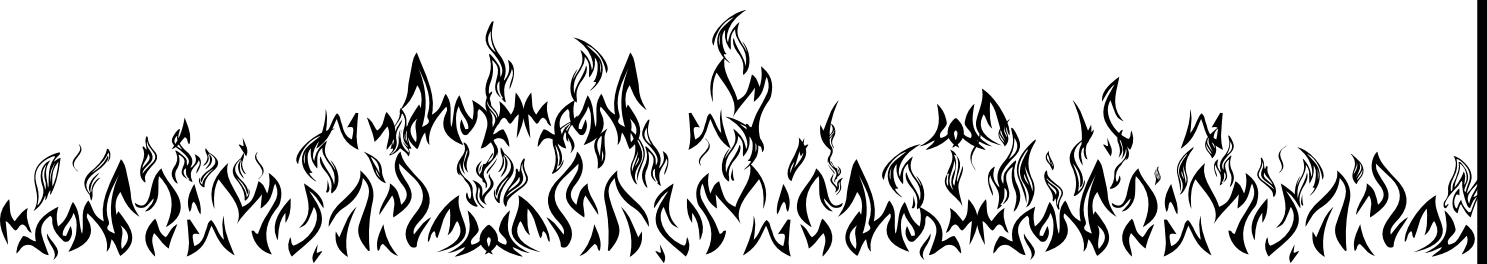
que su transformación y mutación temática no se ve limitada a sus orígenes religiosos, por el contrario, la música presenta en su idiosincrasia la naturaleza de exceder cualquier ontología previa para trascender cualquier estabilización que limite su universalidad. Es decir, la música exhibe y guarda un carácter infinito en posibilidades semánticas, expresivas y simbólicas dentro de su aparente ambigüedad. La obra de Liszt al igual que la de Saint-Saëns se vinculan de manera directa con dos fenómenos estéticos particulares. Por un lado, con la subjetivación de la estética musical presente en una nueva forma de pensar y crear la música, desde la óptica singular del compositor durante el siglo diecinueve. Idiosincrasia que terminará por brotar en una gran diversidad de posibilidades sonoras en el posterior siglo veinte, así como también incurrirá en las maneras de significar la esfera estética de lo ominoso y lo siniestro.

Si bien, se ha reflexionado sobre las características lejanas a una teología dentro del discurso musical de Liszt y de Saint-Saëns, sí existe una preservación de la esencia sacra en las notas originales del tema del *Dies Irae*. Sin embargo, aun en esa cotidianidad, tradición o familiaridad presente en las notas de la melodía, la armonía irrumpe al contraponerse de manera dialéctica al discurso estético de la teología de la obra original de Thomas de Celano. A este principio musical discontinuo y dis-

cordante en la obra de ambos compositores se le puede determinar desde los páramos de lo siniestro y lo ominoso. La concepción del *Unheimlich*, *Uncanny Valley*, lo ominoso o siniestro establecen una respuesta de choque, repudio e impresión sobre un sujeto que observa algo normal o cotidiano, pero este objeto sufre una irrupción de algo no familiar y extraño (Freud 10).

Este mismo fenómeno se manifiesta a lo largo de ambas piezas musicales románticas, sin embargo, en la representación de Liszt existe un mayor contraste con la familiaridad de la melodía y las dinámicas intensas y fuertes que irrumpen la pasividad ontológica del tema original. La obra de Franz Liszt deambula de manera grotesca sobre las delicadas notas de la melodía de Thomas de Celano en un espacio notorio de virtuosismo, exceso, sátira y fundamentalmente ominoso. La familiaridad de la obra queda en segundo plano para establecerse en una representación siniestra de la mortalidad, la cual, si por naturaleza ya se posiciona desde la contradicción de la ausencia y el no texto en la muerte (Ortiz 93), en la obra de Liszt la asociación con el *Unheimlich* no sólo se establece desde el espacio discursivo de lo desconocido en la muerte, sino también desde una estética que busca irrumpir cualquier principio normativo sacro y moral del texto de Celano.

La melodía adquiere un sonido profundamente sombrío e implacable en el acompaña-





LA ESTÉTICA MUSICAL Y SUS MODIFICACIONES ARMÓNICAS MANIFIESTAN NO SÓLO UNA TRANSFORMACIÓN DEL PARADIGMA TÉCNICO O TEXTUAL EN LA MÚSICA, SINO UNA METAMORFOSIS DE LA PERCEPCIÓN Y LA RACIONALIZACIÓN DE LA REALIDAD SOCIAL EN EL ÁMBITO DE LO CULTURAL Y LO FILOSÓFICO.

los metales suele contestar a manera de eco o estallido cada una de las notas del piano, así como también existe un ejercicio estético de gran virtuosismo característico de las obras de Liszt, el cual determina una vez más el sello propio de la interpretación subjetiva del compositor sobre una obra de carácter canónica y dogmática. La sonoridad del *Totentanz* de Franz Liszt nos exterioriza una cruel sombra de la estética alcanzada por compositores como Mozart, Lully o incluso de la intensidad de Verdi, para erigirse desde la agudeza satírica de un genio musical en busca de una nueva forma de expresar la armonía del horror y la muerte, desde los páramos de lo siniestro, lo lejano, lo ausente y lo profundamente desconocido. Por otro lado, la obra de Saint Saëns también ejerce un lugar en la estética de lo siniestro al presentarnos una forma más intensa de la estética de la muerte y de las posibilidades programáticas de la época. Saint-Saëns nos presenta la familiaridad de una danza con la muerte, pero establecida desde una irrupción de armonías llenas de tensión que se manifiestan desde los primeros compases de la obra. Sin embargo, la fabulosa estética del compositor francés nunca abandona las capacidades de embellecimiento en el encuentro con la muerte. La danza se mantiene y continúa constantemente, a diferencia de Liszt, donde la danza, el baile y el ritmo adquieren una corporalidad más ambigua, oscura y caótica.

◆ CONCLUSIONES

La transformación de los temas musicales originales del *Dies Irae*, la idea de la *Danse Macabre* y el *Totentanz* a lo largo de la historia nos mani-

fiestan un profundo cambio en el pensamiento y concepción de la idea de la muerte en las sociedades occidentales europeas. La muerte ha dejado de irrumpir desde el espacio de la esperanza y la cualidad moral del canto gregoriano, sin embargo, la evolución sonora nos muestra una profunda humanización del tema musical, de su estética y por ende de la idea de la muerte en el progreso histórico. Todo ello, en su punto más álgido a lo largo del siglo XIX en la figura de Liszt, el cual no sólo se encargó de mostrarnos una nueva cara de la estética de la muerte a través de las posibilidades de la sátira, sino que lo posicionó desde un espacio oculto, siniestro y ominoso presente en la psique humana.

La música constituye una oportunidad de autoconocimiento social, cultural, espiritual, histórico y estético de las condiciones ontológicas del ser humano y de su interacción con el concepto de la muerte. Al igual que en la evolución temporal de los temas originales sobre la muerte del *Dies Irae* de Thomas de Celano y el *Totentanz*, la concepción de la muerte exhibe un cambio radical en las maneras de interactuar, expresar y significar la relación de lo sacro, lo mundano y lo trágico. La estética musical y sus modificaciones armónicas manifiestan no sólo una transformación del paradigma técnico o textual en la música, sino una metamorfosis de la percepción y la racionalización de la realidad social en el ámbito de lo cultural y lo filosófico. Cada una de las obras musicales transitadas brevemente en la presente investigación nos muestran cómo, desde los páramos del arte y la cultura, es posible trazar espacios de reflexión sobre las condiciones humanas y

su interacción con su realidad. Y en estos casos en particular, desde la experiencia inevitable con el campo de lo ajeno, lo ausente y lo extraño en el concepto de la muerte. El cual, si bien en la tradición medieval de la danza macabra nació con el afán de entender las inclemencias e injusticias de la vida, en la contemporaneidad se nos exhibe tanto como un espacio apocalíptico ignominioso de la experiencia humana, como también en un pára-

mo introspectivo sobre la búsqueda de sentido y esperanza tanto de la vida, como en lo referente a la muerte. De esta manera, la historiografía musical nos invita a realizar una lectura transversal, a través de diversas disciplinas artísticas y culturales, que posibiliten un gradual incremento del conocimiento de la esencia de la naturaleza humana. Todo ello, mediante una serie de aproximaciones estéticas desde lo sacro hasta lo satírico, de la expresión de una catarsis musical del óbito mortuorio.



➤ Luis Daniel Martínez Álvarez

Académico e investigador, doctor en creación y teorías de la cultura por la Universidad de las Américas Puebla, maestro en Investigación en Imagen, Arte, Cultura y Sociedad, y master en Orquestación en Televisión, Cine y Videojuegos por el Berklee College of Music. Su campo de investigación se especializa en estudios culturales y musicológicos, cuenta con diversos capítulos en libros y artículos académicos en países como México, Inglaterra y la India. luis.martinez@udlap.mx



➤ Ana Alfonsina Mora Flores

Licenciada en Música por parte de la Universidad de las Américas Puebla y maestra en Interpretación en Piano por la Brooklyn College, NY. Actualmente es profesora de piano en la Universidad de las Américas Puebla y doctoranda en Artes (DAVEI: Doctorado en Artes Visuales, Escénicas e Interdisciplina) por el INBAL. Su trabajo de investigación está centrado en el *noise*, dentro de las prácticas sonoras experimentales en Latinoamérica hechas por artistas que se identifican como mujeres y minorías. ana.mora@udlap.mx



➤ Alfonso Carlos Espinosa Jaimes

Licenciado en Música por parte de la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP) y maestro en Docencia con una especialidad en Diseño de ambientes de Aprendizaje por la UDLAP. Actualmente, es profesor asistente y estudiante de doctorado como parte del programa de Creación y Teorías de la Cultura en la UDLAP. Ha impartido cursos sobre cultura hispanoamericana en la Universidad Prefectural de Aichi en la ciudad de Nagoya, Japón. alfonso.espinosajs@udlap.mx

REFERENCIAS

- Apel, Willi. *Harvard Dictionary of Music*. Harvard University Press, 2000.
- Argan, Giulio. *El Arte Moderno. Del Iluminismo a los movimientos contemporáneos*. Akal, 1998.
- Chase, Robert. *Dies Irae: A Guide to Requiem Music*. Scarecrow Press, 2003.
- De Guindos, Narciso. *Versión Parafrástica Castellano-Prosaica, con una de sus partes también en verso de todos los himnos*. Imprenta Tomás Carreras, 1846.
- De la Fuente, Julio. *Apreciación musical: notas a los programas de la Orquesta Sinfónica Nacional*. Instituto Tecnológico de Santo Domingo, 2000.
- Freud, Sigmund. *Das Unheimliche*. Elv, 2012.
- González, Herbert. «La Danza Macabra». *Revista Digital de Iconografía Medieval*, vol. VI, núm. 11, 2014, pp 23-51.
- Hammond, Susan. *Music in the Baroque World: History, Culture, and Performance*. Routledge, 2016.
- Hill, John. *La Música Barroca. Música en Europa Occidental, 1580-1750*. Akal, 2010.
- Mâle, Emile. *El Arte Religioso del siglo XIII en Francia. El Gótico*. Ediciones Encuentro, 2001.
- Ortiz, Víctor. *Máscaras de la muerte*. Colegio de Michoacán, 2008.
- Schonberg, Harold. *Los Grandes Compositores*. Ediciones Robinbook, 2007.
- Teller, Sabina. *Camille Saint-Saëns 1835-1921. A Thematic Catalogue of his Complete Works. Volume 1*. Oxford University Press, 2002.
- Teller, Sabina. *Camille Saint-Saëns 1835-1921. A Thematic Catalogue of his Complete Works. Volume 1*. Oxford University Press, 2002.
- Van Elferen, I. *Gothic Music: The Sounds of the Uncanny*. Cardiff: University of Wales Press, 2012.
- Vilar, Luisa. «Los nuevos medios digitales y la interpretación de una obra musical a través de imágenes: la saga del Erlkoning vista desde la historiografía crítica, el análisis musical y la hermenéutica». *Cuadernos de Iconografía Musical*, vol. II, núm. 2, 2015, pp. 9-46.

► Heroes of the pandemic? The social determinants of health and the disproportionate impact of COVID-19 on Mexican migrants in the United States

40

¿HÉROES DE LA PANDEMIA?

los determinantes sociales de la salud y el impacto desproporcionado de

COVID-19 EN LOS MIGRANTES MEXICANOS EN ESTADOS UNIDOS

UDLAP®

Por:  Alison Elizabeth Lee (autora de correspondencia) · Mayte Vázquez Moreno



Lee, A. E. y Vázquez Moreno, M. (2020). ¿Héroes de la pandemia? Los determinantes sociales de la salud y el impacto desproporcionado de COVID-19 en los migrantes mexicanos en Estados Unidos. *Entorno UDLAP*, 13.

↪ **Recibido:** 14 de julio de 2020 ✓ **Aceptado:** 7 de septiembre de 2020

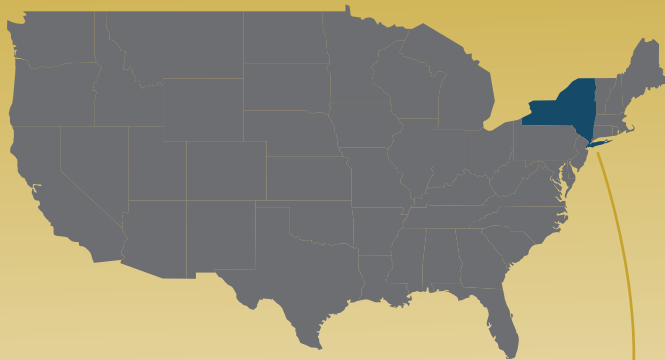


RESUMEN

¿Por qué los latinos fueron afectados desproporcionadamente por la COVID-19 en Estados Unidos? Utilizando el marco conceptual de los determinantes sociales de salud y basando nuestro análisis en investigación etnográfica de larga duración con inmigrantes mexicanos, examinamos algunos factores que crearon mayor vulnerabilidad entre esta población, un subconjunto de latinos. Nos enfocamos en la ciudad de Nueva York, destino de cientos de miles de poblados. Describimos tres condiciones que contribuyeron a las disparidades en la salud: falta de acceso al cuidado médico y recursos que promueven la salud, la incapacidad de reducir el riesgo de exposición al virus y comorbilidades significantes. Dado las vastas disparidades de salud, cuestionamos la narrativa de los «trabajadores esenciales» como «héroes» durante la pandemia. En el contexto de las prácticas discriminatorias profundas, consideramos a los inmigrantes como héroes sacrificiales no voluntarios. La inclusión plena de inmigrantes en la sociedad asegurará la cobertura de sus necesidades básicas, y promoverá el bienestar y resiliencia entre la población frente a las crisis de salud y de otros tipos.

DESCRIBIMOS TRES CONDICIONES QUE CONTRIBUYERON A LAS DISPARIDADES EN LA SALUD: FALTA DE ACCESO AL CUIDADO MÉDICO Y RECURSOS QUE PROMUEVEN LA SALUD, LA INCAPACIDAD DE REDUCIR EL RIESGO DE EXPOSICIÓN AL VIRUS Y COMORBILIDADES SIGNIFICANTES.





Migrantes poblanos llegaron a la ciudad de **NUEVA YORK** desde los años cincuenta.



El crecimiento masivo de los flujos migratorios se ubica en las décadas de los **OCHENTA Y NOVENTA**.



La expulsión de mano de obra de los pueblos rurales y las zonas periurbanas se debe a la reestructuración **NEOLIBERAL ECONÓMICA**.



Los poblanos se insertaron en los mercados laborales a través del sector de servicios en Nueva York.



Excampesinos y trabajadores de México se transformaron en lavaplatos, cocineros, domésticas, niñeras y demás trabajadores de servicios.

◆◆ PALABRAS CLAVE

Violencia estructural · Determinantes sociales de la salud · Disparidades de salud · Inmigrantes mexicanos en Estados Unidos

◆◆ ABSTRACT

Why were Latinos disproportionately affected by COVID-19 in the United States? Using a social determinants of health framework and grounding our analysis in long-term ethnographic research on Mexican immigrants, we examine some factors that created greater vulnerability within this population, an important subset of Latinos. We focus on New York City, the destination of hundreds of thousands of Poblanos. We describe three conditions that contributed to health disparities: lack of access to health care and resources that promote good health; inability to decrease the risk of exposure; significant comorbidity. Given major health disparities, we question the narrative of «essential workers» as «heroes» during the pandemic. In the context of profound discriminatory practices, we view immigrant workers as non-vol-

untary sacrificial heroes. Full inclusion of immigrants into society would ensure coverage of basic needs, building well-being and resilience among the population to confront health and other types of crises.

◆◆ KEYWORDS

Structural violence · Social determinants of health · Health disparities · Mexican immigrants in the United States

● EL COVID-19 y la diferenciación social

A pesar de que la COVID-19 podría infectar cualquier cuerpo humano, ¿por qué los latinos fueron afectados desproporcionadamente por el virus en Estados Unidos? Inspiradas en la perspectiva de la antropología médica crítica sobre los determinantes sociales de salud y basando nuestro análisis en investigación etnográfica de larga duración, examinamos algunos de los factores que crearon mayor vulnerabilidad entre los inmigrantes mexicanos, un subconjunto de latinos. Nos enfocamos en la ciudad de Nueva York, destino de cientos de miles de po-

LO QUE DIO RESULTADO A QUE UNA GRAN PARTE DE ESTOS TRABAJADORES SON LOS «TRABAJADORES ESENCIALES» DE LA PANDEMIA.

- Los sectores profundamente afectados por las políticas migratorias en México se convirtieron en la mano de obra barata que galvanizó la construcción de Nueva York hacia una ciudad global (D'Aubeterre, Lee y Rivermar-Pérez, 2020).
- La «ilegalidad» subordina a los trabajadores mexicanos a otros trabajadores racializados y a sus empleadores, abaratando su mano de obra.
- Los sueldos bajos no son el único problema, hay otras prestaciones como los servicios médicos, pago por ausencia laboral y vacaciones, que generalmente son negadas a los inmigrantes indocumentados (Lee, 2013; Restaurant Opportunities Center of Nueva York, 2009).

blanos y el sitio de investigación para una de las autoras (Lee). Mientras la COVID-19 navegaba furtivamente de persona a persona, se encontró con cuerpos moldeados por múltiples formas de diferenciación social. La clase, la etnicidad y el estatus migratorio determinaron profundamente cuáles cuerpos cayeron durante la pandemia y cuáles pudieron resistir efectivamente.

• La fuerza laboral mexicana en la ciudad de Nueva York

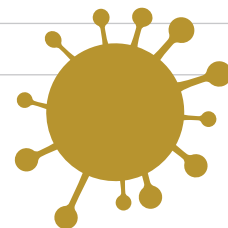
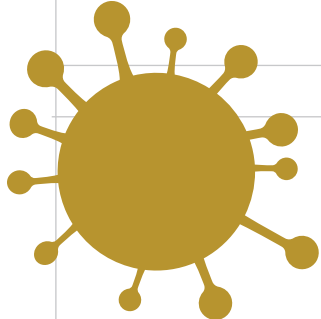
Aunque los migrantes poblanos llegaron a la ciudad de Nueva York desde los años cincuenta, el crecimiento masivo de los flujos migratorios se ubica en las décadas de los ochenta y noventa. La expulsión de mano de obra de los pueblos rurales y las zonas periurbanas se debe a la reestructuración neoliberal económica que desmanteló a las condiciones de la reproducción de la vida bajo las cuales cientos de miles de campesinos y trabajadores se esforzaron para proveer las necesidades básicas a sus familias. Estos cambios devastaron

a la base económica de las comunidades y forzaron a los poblanos a buscar trabajo en los Estados Unidos (Binford, 2004; Lee, 2008).

Como resultado de esta migración forzada (Delgado-Wise, Márquez-Covarrubias y Rodríguez-Ramírez, 2009), los poblanos se insertaron en los mercados laborales a través del sector de servicios en Nueva York. Este sector creció rápidamente dada la desindustrialización y el acenso de la economía de finanzas, aseguranzas y bienes raíces (la economía FIRE, por sus siglas en inglés), la cual creó una clase de profesionales y directores de alta calificación necesitada de un ejército de trabajadores con salarios bajos en los servicios para atender sus necesidades personales (Sassen, 2001). Excampesinos y trabajadores de México se transformaron en lavaplatos, cocineros, domésticas, niñeras y demás trabajadores de servicios. Los sectores profundamente afectados por las políticas migratorias en México se convirtieron en la mano de obra barata que galvanizó la construcción de Nueva York hacia una ciudad glo-



ES NECESARIO MENCIONAR QUE LA CIUDAD DE NUEVA YORK OBLIGA A MUCHOS EMPLEADORES PAGAR POR AUSENCIA LABORAL A CAUSA DE ENFERMEDAD Y LA CIUDAD OFRECE ALGUNOS SERVICIOS MÉDICOS DE BAJO COSTO.



**DESPRECIADOS
COMO «ILEGALES»,
LOS MIGRANTES
POBLANOS Y DE
OTROS LUGARES DE
MÉXICO Y AMÉRICA
LATINA FUERON
TRANSFORMADOS
EN «TRABAJADORES
ESENCIALES»
DURANTE LA
PANDEMIA.**

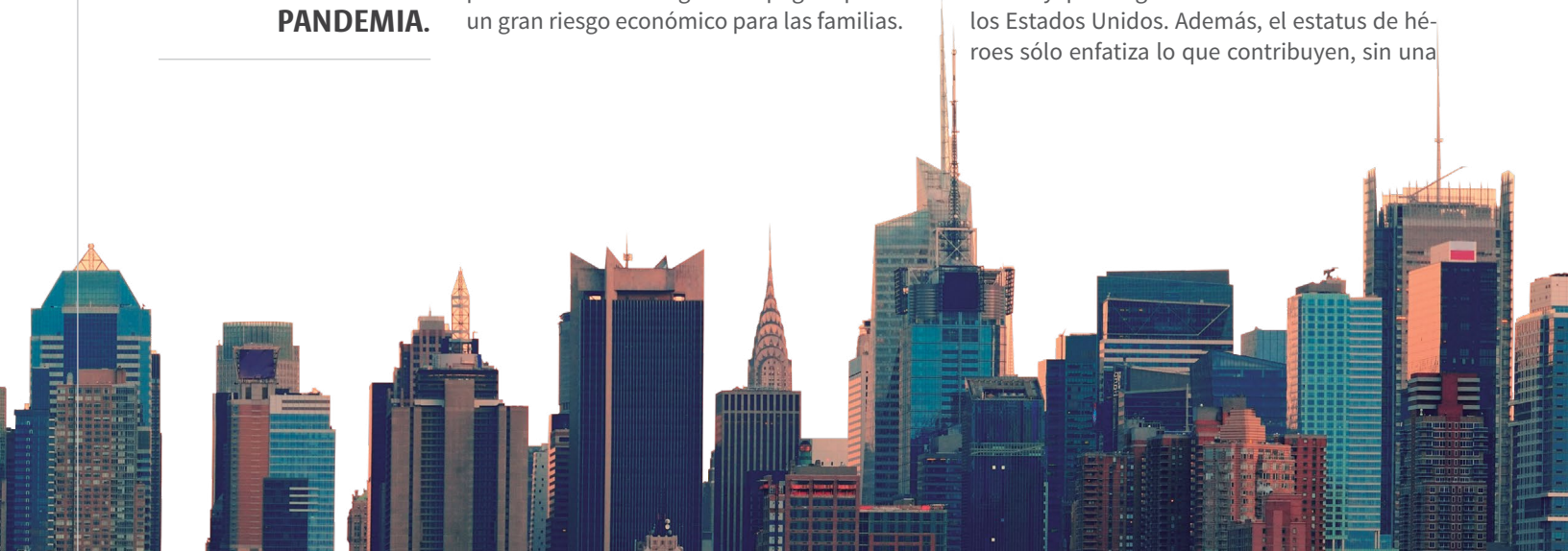
bal (D'Aubeterre, Lee y Rivermar-Pérez, 2020). Una gran parte de estos trabajadores son los «trabajadores esenciales» de la pandemia.

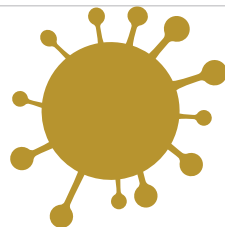
Los poblanos, quienes llegaron a Estados Unidos después de la Ley de Reforma y Control Migratoria (IRCA, por sus siglas en inglés) de 1986 permanecen –con muy pocas excepciones– indocumentados. Esto respalda la condición históricamente construida de «ilegalidad», la idea de los mexicanos como «otros» racializados quienes están fuera de lugar (De Genova, 2002). La «ilegalidad» subordina a los trabajadores mexicanos a otros trabajadores racializados y a sus empleadores abaratando su mano de obra. Los sueldos bajos no son el único problema, hay otras prestaciones como los servicios médicos, pago por ausencia laboral y vacaciones –las cuales sostienen la salud física y mental de los inmigrantes y todos los trabajadores– que generalmente son negadas a los inmigrantes indocumentados (Lee, 2013; Restaurant Opportunities Center of Nueva York, 2009). Es necesario mencionar que la ciudad de Nueva York obliga a muchos empleadores a pagar por ausencia laboral a causa de enfermedad y la ciudad ofrece algunos servicios médicos de bajo costo para las personas no cubiertas por el sistema público de salud; será para una futura investigación averiguar si estas políticas amortiguaron el impacto del virus entre los inmigrantes. Aun así, los trabajadores tienden a laborar enfermos (Miller, Kliff y Sanger-Katz, 2020), porque no tienen la opción de ausentarse en el trabajo cuando se sienten así. De acuerdo a Gould y Shieder (2017), el faltar al trabajo por enfermedad sin goce de paga representa un gran riesgo económico para las familias.

● De «alien ilegal» a «héroe»: las transformaciones simbólicas durante la pandemia

A mediados de marzo, las autoridades de la ciudad implementaron medidas sanitarias y el distanciamiento social para frenar la propagación del virus. A pesar de esto, la ciudad se convirtió en el epicentro del brote hasta finales de abril 2020 (Lerner, 2020). Despreciados como «ilegales», los migrantes poblanos y de otros lugares de México y América Latina fueron transformados en «trabajadores esenciales» durante la pandemia. Algunos llamaron a los trabajadores esenciales «héroes» porque su trabajo sostuvo a la población en una época crítica. Sin embargo, al frente del sector de servicios, donde el distanciamiento social y otras medidas sanitarias no fueron siempre posibles, los inmigrantes fueron más susceptibles a ser infectados y enfermarse (Singh y Koran, 2020).

Dado este contexto en el cual los inmigrantes mexicanos han sido criminalizados por su presencia en los Estados Unidos, encontramos su transición simbólica actual de «ilegales» a «héroes» profundamente problemática. En la superficie, parece que es un reconocimiento tardío de las contribuciones fundamentales que hacen los migrantes a la sociedad día con día. Durante la pandemia, sus contribuciones son vistas como sacrificios cruciales para la sociedad. Sin embargo, no están en una posición para evitar el trabajo al frente del sector de servicios. Transformar a los trabajadores migrantes en héroes es equivalente a transformar una necesidad en virtud. Esconde los procesos históricos que los despojaron de su sustento en México y que «ilegalizaron» su mano de obra en los Estados Unidos. Además, el estatus de héroes sólo enfatiza lo que contribuyen, sin una





reconsideración sería de su posición subordinada en la sociedad. Si son tan esenciales para la sociedad, ¿por qué son tan discriminados? ¿Por qué son sujetos a procesos deshumanizantes como la «ilegalidad»? Como respuesta a estas preguntas, un conductor inmigrante del metro señala la ironía de la situación de los inmigrantes en general: «No somos esenciales. Somos sacrificiales» (Gidla, 2020).

● **Violencia estructural y los determinantes sociales de la salud**

Partiendo de la noción del héroe sacrificial no voluntario, argumentamos que no hay nada «natural» de ser infectado por un coronavirus. La organización de la sociedad, no la biología, determina quién es más propenso a sufrir de COVID-19. Las investigaciones sociales sobre enfermedad y salud demuestran que las comunidades subordinadas a los grupos dominantes a través de relaciones económicas, sociales y políticas desiguales –conocido como la violencia estructural– sufren mayor morbilidad y mortalidad (Farmer, 2004). Estas relaciones «incluyen estructuras culturales y políticas de gran escala como la casta, el patriarcado, la esclavitud, el apartheid, el colonialismo y el neoliberalismo, así como la pobreza y la discriminación por raza, etnicidad, género, sexualidad y estatus migratorio/refugiado» (Rylko-Bauer y Farmer, 2016, p. 47). Las relaciones desiguales privaron a los grupos en desventaja de los recursos institucionales, materiales y simbólicos necesarios para la salud. Enfocarse en cómo las estructuras macro y los contextos institucionales afectan a la salud es parte del acercamiento conocido como los determinantes sociales de la salud (Castañeda *et al.*, 2015).

Un determinante de salud incluye lo que

LAS INVESTIGACIONES SOCIALES SOBRE ENFERMEDAD Y SALUD DEMUESTRAN QUE LAS COMUNIDADES SUBORDINADAS A LOS GRUPOS DOMINANTES A TRAVÉS DE RELACIONES ECONÓMICAS, SOCIALES Y POLÍTICAS DESIGUALES

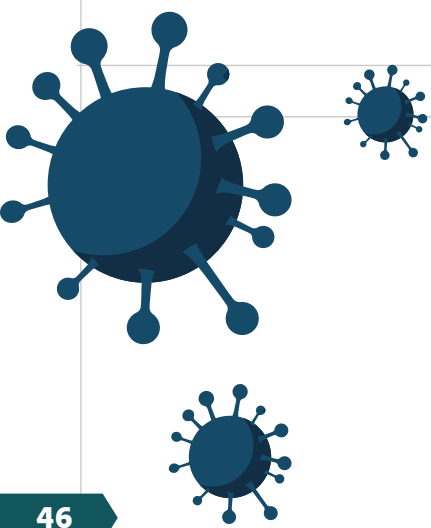
–CONOCIDO COMO LA VIOLENCIA ESTRUCTURAL– SUFREN MAYOR MORBILIDAD Y MORTALIDAD (FARMER, 2004).

Chavez-Dueñas *et al.* (2019) llaman trauma etno-racial: «el estrés, angustia y miedo que resulta de experimentar o presenciar discriminación, amenazas, violencia e intimidación dirigida a grupos minoritarios etno-raciales» (p. 50), los cuales deterioran la salud mental y física. Aunque los individuos son culpados frecuentemente por su estatus económico bajo y salud física y mental precaria, su tendencia a sufrir de una enfermedad no es causada por sus fracasos morales ni sus elecciones individuales. Más bien, las disparidades de salud se deben a las maneras en las cuales sus vidas están marcadas por múltiples formas de opresión: clase, raza, etnicidad,



LA INTERACCIÓN DE LA POBREZA, EXPLOTACIÓN, ILEGALIDAD Y MARGINALIZACIÓN HACEN A LA POBLACIÓN MIGRANTE CORRER MÁS RIESGOS DE SALUD.





LOS DATOS DISPONIBLES (NEW YORK DEPARTMENT OF HEALTH, 2020) MUESTRAN QUE LOS LATINOS REPRESENTAN EL 34% DE LAS FATALIDADES CAUSADAS POR COVID-19 EN LA CIUDAD DE NUEVA YORK, NO OBSTANTE, SÓLO REPRESENTAN EL 29% DE LA POBLACIÓN.

género, edad, origen nacional, etcétera (Byrd y Clayton, 2001; Feagin y Bennefield, 2014).

Como miembros de una minoría etno-racial, los migrantes indocumentados carecen de acceso a los recursos que procuran la salud (Quesada, Hart y Bourgois, 2011; Viruell-Fuentes, Miranda y Abdulrahim, 2012). En primer lugar, sus condiciones de trabajo pueden poner en riesgo la salud, por ejemplo, realizarlo en condiciones peligrosas que amenazan al cuerpo físico, los salarios bajos que no permiten sostener dietas saludables ni pagar por cuidados adecuados de salud (Horton, 2016; Lee, 2013). Sin embargo, por su estatus legal, es difícil que exijan mejores condiciones. Mientras que toda persona puede acceder a cuidados de emergencia sin importar su estatus migratorio, es difícil que los migrantes indocumentados tengan acceso a cuidados para condiciones que no son emergencias, como condiciones crónicas. Además, el tener miedo a acceder al hospital o a una clínica y hacerse visible ante las autoridades migratorias o experimentar discriminación por parte de los profesionales de salud, también son barreras para el acceso adecuado a los servicios de salud (Berk y Schur, 2001; Heyman, Núñez y Talavera, 2009;

Holmes, 2007; Kline, 2019). La interacción de la pobreza, explotación, ilegalidad y marginalización hacen a la población migrante correr más riesgos de salud.

● El efecto desproporcionado de COVID-19 entre los latinos en la ciudad de Nueva York

En la fecha en que hemos escrito el presente texto (junio 2020), el recuento diario de muertes ha disminuido de manera constante en la ciudad de Nueva York desde hace varias semanas (NYC Health, 2020). Esto indica que el brote inicial alcanzó su «pico», y que el número de infecciones nuevas y muertes han caído. Esto también indica que las medidas de distanciamiento social funcionaron para reducir la velocidad del contagio.

Si bien, la baja en muertes es una buena noticia, los efectos del virus son evidentes: desde principios de marzo murieron seis veces más personas de lo que se esperaba en la ciudad (Katz y Sanger-Katz, 2020). Los datos disponibles (New York Department of Health, 2020) muestran que los latinos representan el 34% de las fatalidades causadas por COVID-19 en la ciudad de Nueva York, no obstante, sólo representan el 29% de la población (véase tabla 1).

Tabla 1. Muertes por COVID-19 en la ciudad de Nueva York por raza/etnicidad (hasta 2 julio de 2020).

	Porcentaje de población	Porcentaje de muertes
Latinos	29	34
Afrodescendientes	22	28
Blancos	32	27
Asiaticos	14	7
Otros	3	4

Fuente: New York Department of Health, 2020. NYSDOH COVID-19 Tracker

Los afroamericanos también fueron afectados de manera desproporcional.

De acuerdo al Departamento de Salud de Nueva York, el 90% de las muertes causadas por COVID-19 están asociadas con alguna comorbilidad, o sea, tener una condición de salud al mismo tiempo de estar infectados de COVID-19. Las diez comorbilidades más comunes fueron (en orden): hipertensión, diabetes, colesterol alto, enfermedad de las arterias coronarias, demencia, enfermedad renal, fibrilación auricular (latidos cardíacos arritmicos), EPOC (enfermedad pulmonar grave), cáncer y accidentes cerebrovasculares (New York Department of Health, 2020).

Los latinos en la ciudad de Nueva York, de los cuales el 42% son inmigrantes, tienen tasas más altas de comorbilidades que la población no-latina. Más específicamente, los mexicanos tienen tasas más altas de diabetes: casi un cuarto de los adultos mexicanos son diabéticos, comparado con el 17% de latinos y 10% de no-latinos (Greer *et al.*, 2017). Esta es una comorbilidad significativa que pone a los mexicanos en mayor riesgo de complicaciones si llegan a contagiarse de COVID-19. Esto está relacionado con la pobreza que experimentan en Estados Unidos y el desmantelamiento de la agricultura a pequeña y gran escala, provocado por el neoliberalismo en México que mencionamos arriba (Galvez, 2018).

• Explicando el efecto desproporcionado de COVID-19 entre la población latina

Señalamos tres dimensiones que crean las disparidades de salud entre migrantes mexicanos: a) la falta de acceso a los servicios médicos y los recursos que promueven la salud; b) la incapacidad para reducir el riesgo de exponerse; c) condiciones de salud subyacentes y comorbilidades, particularmente la diabetes.

• La falta de acceso a los servicios médicos y los recursos que promueven la salud

Según un reporte sobre la salud de los latinos en la ciudad de Nueva York (Greer *et al.*, 2017), los mexicanos fueron los latinos más pobres de la ciudad, una condición que impide su habilidad de acceder a los recursos que promueven la salud. Casi dos tercios gastan más del 30%

de sus ingresos en la renta, lo cual representa la carga de alquiler más alta entre los latinos. Esta carga deja menos ingresos para cubrir otros gastos de las necesidades básicas como comida saludable y servicios médicos. Los mexicanos tienen la peor cobertura de seguro médico entre todos los grupos: 54% de los mexicanos adultos no tienen seguro médico comparado con sólo 9% de los no-latinos. También, es el grupo con menos probabilidad de tener un doctor de atención primaria: sólo el 52% de los adultos mexicanos tenían uno en comparación del 84% de todos los neoyorquinos. Mientras que estas cifras representan una crisis de salud bajo circunstancias normales, podemos especular que la falta de un doctor de confianza durante una pandemia puede resultar en un desastre. Sin los cuidados apropiados desde el momento de la aparición de síntomas, es probable que la salud de muchos migrantes mexicanos empeoró rápidamente al infectarse con COVID-19 (el trabajo etnográfico en el futuro nos permitirá investigar cómo los migrantes respondieron a los síntomas del virus).

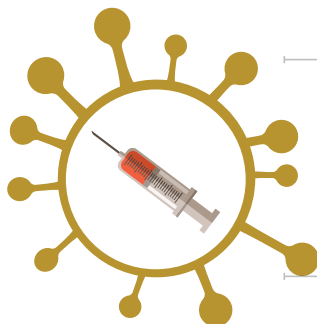
Tener miedo de ser reportados a las autoridades migratorias por asistir a consultas médicas ha sido un asunto particularmente contencioso desde que Trump anunció que la utilización de los servicios de asistencia social podría prohibir a los inmigrantes obtener la ciudadanía por convertirse en «cargos públicos». Aunque este castigo no aplica para los inmigrantes quienes utilizan los servicios médicos por la COVID-19, la orden del presidente ha creado confusión y ha causado en los inmigrantes el «limitar sus interacciones con las instituciones médicas» (Duncan y Horton, 2020). Las investigaciones en el futuro podrían revelar el impacto de la norma en términos de morbilidad y mortalidad entre las comunidades inmigrantes durante la pandemia.

• La incapacidad para reducir el riesgo de exponerse

Muchos inmigrantes latinos –incluyendo a los poblanos– son trabajadores esenciales y no pueden dejar de trabajar porque sostienen a la población de la ciudad, además, no pueden dejar de hacerlo –también– por necesidad económica. Relegados a trabajos con sueldos



LOS MEXICANOS TIENEN LA PEOR COBERTURA DE SEGURO MÉDICO ENTRE TODOS LOS GRUPOS: 54% DE LOS MEXICANOS ADULTOS NO TIENEN SEGURO MÉDICO COMPARADO CON SOLO 9% DE LOS NO-LATINOS.



ENTRE LOS MEXICANOS, ES POSIBLE QUE LA DIABETES SEA UNA COMORBILIDAD SIGNIFICANTE Y AUMENTÓ EL RIESGO DE UNA GRAVE ENFERMEDAD Y LA MUERTE DURANTE LA PANDEMIA.

bajos, se les dificulta proveer el sustento a la familia bajo circunstancias normales. Esto implica que la mayoría no tiene suficientes ahorros para aguantar la pandemia quedándose en casa; mucho menos pueden seguir mandando la misma cantidad de remesas a miembros de sus familias en México quienes también están experimentando las consecuencias económicas y de salud de COVID-19. Por encima de estas consideraciones, el hacinamiento que caracteriza sus condiciones de vivienda para reducir los altos costos de las rentas astronómicas de la ciudad probablemente contribuyó a la propagación del virus (Lee, 2015): si un miembro del grupo doméstico se enfermó, hubiera sido casi imposible autoaislarse.

● Condiciones de salud subyacentes y comorbilidad

Aunque es demasiado temprano para determinar las relaciones precisas entre las condiciones de salud subyacentes, las infecciones por COVID-19 y su mortalidad, es razonable especular que las disparidades de salud que sufrieron los latinos en Nueva York les hicieron más susceptibles a los peores resultados de infección. Entre los mexicanos, es posible que la diabetes sea una comorbilidad significativa y aumentó el riesgo de una grave enfermedad y la muerte durante la pandemia.

● Construyendo resiliencia a través de la inclusión plena en la sociedad

Es muy probable que la falta de acceso al sistema médico y los recursos que promueven el bienestar, la incapacidad de evitar la exposición al virus y las comorbilidades contribuyeron a las altas tasas de infección y mortalidad de COVID-19 entre migrantes mexicanos. Como hemos explicado en el artículo, para los migrantes indocumentados –un contingente importante de los héroes sacrificiales no voluntarios (trabajadores esenciales) analizados aquí– la falta de estatus migratorio y su pertenencia a un grupo minoritario racializado, contribuye a estas si-

tuaciones que les hicieron más vulnerables al virus. Al identificar algunos de los determinantes sociales de salud, se revela la dificultad que tiene esta población para acceder a recursos que promueven la salud. La tendencia del grupo al sufrir más por el COVID-19 no está relacionado con «malas» decisiones individuales; al contrario, las disparidades en las tasas de infección y mortalidad son el resultado de las múltiples formas de opresión que viven los migrantes indocumentados.

El impacto diferenciado de COVID-19 reveló rotundamente las desigualdades económicas y sociales que existen entre diferentes grupos en los Estados Unidos. El legado de racismo, pobreza y discriminación está inscrito en las tablas y gráficas que circularon en reportes y notas periodísticas mostrando los cuerpos infectados y fallecidos por el virus. Para remediar las desigualdades, no sólo se requiere una extensión de la cobertura del sistema de salud. Abogamos por la inclusión plena de la población mexicana migrante, y de todas las poblaciones que se han construido como ciudadanos de segunda clase. La institucionalización de una noción y práctica amplia de ciudadanía asegurará tanto un estatus legal como la cobertura de las necesidades básicas –vivienda económica, cobertura universal de salud, educación de calidad, sueldos justos– que permitirá la construcción de bienestar entre la población y la resiliencia ante crisis de salud y de otros tipos. Ya no será necesario que algunos actúen como héroes sacrificiales para proteger a unos cuantos privilegiados.



Alison Elizabeth Lee

Profesora investigadora del Departamento de Antropología de la UDLAP y miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), nivel 1. Fue profesora investigadora visitante en el Centro de Estudios de Latino América en la Universidad de Cambridge en 2019 y es coautora del libro *Class, gender and migration: return flows between Mexico and the United States in times of crisis*, editado por Routledge, 2020.

alison.lee@udlap.mx



Mayte Berenice Vázquez Moreno

Estudiante de la Licenciatura en Antropología Cultural de la UDLAP y miembro del Programa de Honores, donde ha participado en proyectos de investigación sobre género y acoso callejero. Realizó una estancia de investigación en el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social durante el verano de 2020. Sus temas de interés son: trabajo del hogar, economía del cuidado y migración.

mayte.vazquezmo@udlap.mx

 REFERENCIAS

- Berk, M. y Schur, C. (2001). The effect of fear on access to care among undocumented Latino immigrants. *Journal of Immigrant Health*, 3(3), 151-156.
- Binford, L. (ed.) (2004). *La Economía Política de la Migración Internacional en Puebla y Veracruz: Siete Estudios de Caso*. Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades.
- Byrd, W. M. y Clayton, L. A. (2001). Race, medicine, and health care in the United States: a historical survey. *Journal of the National Medical Association*, 93(3 Suppl), 11S-34S. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12653395>
- Castañeda, H., Holmes, S. M., Madrigal, D. S., Young, M.-E. D., Beyeler, N. y Quesada, J. (2015). Immigration as a social determinant of health. *Annual Review of Public Health*, 36(1), 375-392. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182419>
- Chavez-Dueñas, N. Y., Adames, H. Y., Perez-Chavez, J. G. y Salas, S. P. (2019). Healing ethno-racial trauma in latinx immigrant communities: cultivating hope, resistance, and action. *American Psychologist*, 74(1), 49-62. <https://doi.org/10.1037/amp0000289>
- D'Aubeterre, M. E., Lee, A. E. y Rivermar Pérez, M. L. (2020). *Class, Gender and Migration: Return Flows between Mexico and the United States in times of Crisis*. Londres: Routledge.
- De Genova, N. P. (2002). Migrant «illegality» and deportability in everyday life. *Annual Review of Anthropology*, 31(1), 419-447. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.31.040402.085432>
- Delgado-Wise, R., Márquez-Covarrubias, H. y Rodríguez-Ramírez, H. (2009). Seis tesis para desmitificar el nexo entre migración y desarrollo. *Migración y Desarrollo*, 12, 27-32.
- Duncan, W. L. y Horton, S. B. (2020). Serious challenges and potential solutions for immigrant health during COVID-19. *Health Affairs Blog*. <https://www.healthaffairs.org/doi/10.1377/hblog20200416.887086/full/>
- Farmer, P. (2004). *Pathologies of power: health, human rights and the new war on the poor*. Berkeley: University of California Press.
- Feagin, J. y Bennefield, Z. (2014). *Systemic racism and U.S. health care*. *Social Science & Medicine*, 103, 7-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2013.09.006>
- Galvez, A. (2018). *Eating NAFTA: trade, food policies and the destruction of Mexico*. Oakland: University of California Press.
- Gidla, S. (2020). We are not essential. We are sacrificial. *New York Times*. Recuperado de <https://nyti.ms/2KZueRE>
- Gould, E. y Schieder, J. (2017). *Work sick or lose pay? The high cost of being sick when you don't get paid sick days*. Recuperado de <https://www.epi.org/publication/work-sick-or-lose-pay-the-high-cost-of-being-sick-when-you-dont-get-paid-sick-days/>
- Greer, S., Naidoo, M., Hinterland, K., Archer, A., Lundy De La Cruz, N., Crosa, A. y Gould, L. (2017). *Health of latinos in NYC*. Recuperado de <http://www1.nyc.gov/assets/doh/downloads/pdf/episrv/2017-latino-health.pdf>
- Heyman, J., Núñez, G. G. y Talavera, V. (2009). Healthcare access and barriers for unauthorized Immigrants in El Paso Country, Texas. *Family and Community Health*, 32(1), 4-21.
- Holmes, S. M. (2007). Oaxacans like to work bent over: The Naturalization of social suffering among berry farm workers. *International Migration*, 45(3), 39-68.
- Horton, S. B. (2016). *They leave their kidneys in the fields: illness, injury and illegality among U.S. Farmworkers*. Oakland: University of California Press.
- Katz, J. y Sanger-Katz, M. (2020). N.Y.C. Deaths reach 6 times the normal level, far more than coronavirus count suggests. *New York Times*. Recuperado de <https://nyti.ms/2W7doFy>
- Kline, N. (2019). *Pathogenic policing: immigration enforcement and health in the U.S. south*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- Lee, A. E. (2008). Para salir adelante: the emergence and acceleration of international migration in new sending areas of Puebla, Mexico. *Journal of Latin American and Caribbean Anthropology*. <https://doi.org/10.1111/j.1548-7180.2008.00004.x>
- Lee, A. E. (2013). «Illegality», health problems, and return migration: Cases from a migrant sending community in Puebla, Mexico; «Ilegalidad», problemas de salud, y migración de retorno: los casos de una comunidad migrante de origen en Puebla, México; «Illégalité», problèmes de santé et migration de retour: Le cas d'une communauté d'envoi des migrants située à Puebla, Mexique. *Regions and Cohesions*. <https://doi.org/10.3167/reco.2013.030104>
- Lee, A. E. (2015). «En Estados Unidos, no tienes libertad»: ilegalidad, la gran recesión y migración de retorno en Zapotitlán Salinas, 2007-2011. En M. E. D'Aubeterre y M. L. Rivermar (Eds.), *Lo que dejamos atrás, lo que venimos a encontrar. Trabajo precario, nuevos patrones de asentamiento en Estados Unidos y retorno a México* (pp. 135-169). Puebla: Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Lerner, S. (2020). Coronavirus numbers reflect New York City's deep economic divide. *The Intercept*. Recuperado de <https://theintercept.com/2020/04/09/nyc-coronavirus-deaths-race-economic-divide/>
- Miller, C. C., Kliff, S. y Sanger-Katz, M. (2020). Avoiding Coronavirus May Be a Luxury Some Workers Can't Afford. *New York Times*. Recuperado de <https://nyti.ms/38h2G3f>
- New York Department of Health. (2020). NYSDOH COVID-19 Tracker. Recuperado de <https://covid19tracker.health.ny.gov/views/NYS-COVID19-Tracker/NYSDOHCOVID-19Tracker-Map?%03Aembed=yes&%03Atoolbar=no&%03Atabs=n>
- NYC Health. (2020). COVID-19 Data. Recuperado de <https://www1.nyc.gov/site/doh/covid/covid-19-data.page>
- Quesada, J., Hart, L. K. y Bourgois, P. (2011). Structural vulnerability and health: Latino migrant laborers in the United States. *Medical Anthropology*, 30(4), 339-362. <https://doi.org/10.1080/01459740.2011.576725>
- Restaurant Opportunities Center of New York. (2009). Burned: High Risks and Low Benefits for Workers in the New York City Restaurant Industry High Risks and Low Benefits for Workers in the New York City Restaurant Industry. Recuperado de <http://workerscomphub.org/resources/burned-high-risks-and-low-benefits-workers-new-york-city-restaurant-industry>
- Rylko-Bauer, B. y Farmer, P. (2016). Structural Violence, Poverty and Social Suffering. En D. Brady y L. Burton (Eds.), *The Oxford Handbook of the Social Science of Poverty* (pp. 47-74). Nueva York: Oxford University Press.
- Sassen, S. (2001). *The Global City: New York, London, Tokyo*. Princeton: Princeton University Press.
- Singh, M. y Koran, M. (2020). «The virus doesn't discriminate but governments do»: Latinos disproportionately hit by coronavirus. *The Guardian*. Recuperado de <https://www.theguardian.com/us-news/2020/apr/18/the-virus-doesnt-discriminate-but-governments-do-latinos-disproportionately-hit-by-coronavirus>
- Viruell-Fuentes, E. a, Miranda, P. Y. y Abdulrahim, S. (2012). More than culture: Structural racism, intersectionality theory, and immigrant health. *Social Science & Medicine*, 75(12), 2099-2106. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.12.037>

► Uso de un corpus anotado de características de alto nivel para el reconocimiento del hablante: un enfoque mixto con técnicas de clasificación de texto

Using a high-level feature annotated corpus for speaker recognition:

A mixed approach with text classification techniques

Por:  Claudia Amillali Cervantes-Méndez · Antonio Rico-Sulayes (corresponding author)





◆◆ **ABSTRACT**

The best method for identifying speakers has been heavily debated in the field of forensic linguistics. Speaker recognition often relies on low-level features, which are represented in spectrograms. On the other hand, high-level features such as intonation and speed are rarely used, even though they are perfectly suited to identify speaking patterns and styles, which can facilitate the process of speaker recognition. The following study performs speaker recognition by extracting high-level features from a set of speakers and processing these features using machine-learning classifiers commonly employed in text classification tasks. Our results show that combining high-level features annotated in a corpus of transcribed speech with text classification techniques leads to high accuracy in the task of speaker recognition.

◆◆ **KEYWORDS:**

Speaker recognition · High-level features · Text classification · Speech patterns · Speaker idiosyncrasies

◆ INTRODUCTION

Language can play an important role in trials and police investigations. Whether it comes down to determining if a verbal threat or solicitation of an illegal act was uttered by a suspect, or identifying the author of a threatening letter or ransom note, evidence based on language is frequently present in legal contexts. One source of linguistic evidence is voice recordings. An incriminating phone call, for instance, may be presented as evidence in court revealing the speaker's intent to threaten or blackmail an individual (Coulthard, Johnson & Wright, 2016). Today, with technology so omnipresent in our daily life, people constantly record their voices by using messaging services like WhatsApp or Facebook messenger that allow them to send voice notes instead of having to type out a message. With the increasing presence of these voice-recording tools, it is not hard to imagine that police will have new ways of collecting not only incriminating data, but also «training» data, which can be compared to the evidence on file in order to identify a given speaker (Gonzalez-Rodriguez, Fierrez-Aguilar & Ortega-Garcia, 2003). This is particularly important because having these two types of data is crucial to be able to compare samples and correctly identify speakers (Campbell *et al.*, 2009). This article presents a novel approach to the task of comparing and assigning an anonymous recording to one person, known as speaker recognition.

Speaker recognition often relies on spectrographic and voice print analysis (Campbell, Reynolds, & Dunn, 2003). However, there are other characteristics, commonly labeled as high-level, that could be useful for this task, which are based on linguistic and speaker features, such as pronunciation, word choice, and prosody, among others (Sangwan, 2017). These high-level features are worth exploring, especially in combination with other techniques commonly used in authorship attribution. With this in mind, the main research question of this article is whether we can combine high-level

features, which are less suited to be represented visually through spectrograms and are processed by models from the field of speech recognition, and apply them instead to text classification techniques to identify speakers based on particular characteristics of their voices. By answering this question, we hope that this study will contribute to the area of speaker recognition by offering new possibilities for working with voice-based evidence.

● Literature review

For several years now, speaker recognition has received a great deal of attention in various fields, such as forensic linguistics and signal processing, because of its potential to be used in legal cases where voice recordings constitute crucial evidence. Defined broadly, speaker recognition aims to identify a speaker based on certain characteristics of his or her voice, known as speech features, which include short-term spectral features, voice source features, spectro-temporal features, prosodic features and high-level features, which deal with superficial aspects of speech such as word choice, pronunciation or speed (Sangwan, 2017). This approach to the task of speaker recognition is based on the idea that each individual has a unique voice and manner of speaking, with particular traits, which distinguishes him or her from others. These traits range from speaking manner (accent, rhythm, intonation style, among others similar features) to biological factors, such as vocal tract shape and larynx size (Li, Zhang, Liu, 2015).

With the goal of identifying speakers, the field of speaker recognition has attempted to determine what makes a voice unique or if voices are even unique at all. Dellwo, Leeman & Kolly (2012) propose that human speech is similar to other movements such as walking, where gait has been found to differ by individual. According to these researchers, speech behaves in a similar way, that is the muscle movements involved in speech acts will vary



LANGUAGE CAN PLAY AN IMPORTANT ROLE IN TRIALS AND POLICE INVESTIGATIONS.

TODAY, WITH TECHNOLOGY SO OMNIPRESENT IN OUR DAILY LIFE, PEOPLE CONSTANTLY RECORD THEIR VOICES BY USING MESSAGING SERVICES LIKE



WhatsApp

OR



Facebook messenger

THAT ALLOW THEM TO SEND VOICE NOTES INSTEAD OF HAVING TO TYPE OUT A MESSAGE.

by individual. This is reflected in the distinctive features found in their speech. These resulting characteristics allow people to distinguish Speaker A from Speaker B as they listen to their voices. Whenever people attempt to identify speakers using solely their voices, there is usually a high level of success under controlled circumstances, especially if they are identifying familiar speakers (Mary & Yegnanarayana, 2008). This means that people in general, while not necessarily experts, are good at distinguishing their mother's, father's or friend's voice from that of a stranger's. This human capability is behind the rationale that allows courts to admit 'earwitnesses' testimony and it is an area of inquiry with a great potential for research (Smith *et al.*, 2019). But, what exactly do we identify in a person's voice that makes us recognize them? Reynolds (2002 as cited in Schultz, 2007) claimed that the features that make up a person's voice are divided into high- and low-level features and it is this collection of features, especially high-level, that people use every day when identifying a voice.

Despite the important role of high-level features in the identification of speakers by human beings, low-level features are often the focus of speaker recognition projects. These features are thought to be produced by the physiological characteristics of each individual, wherein larynx sizes and vocal tract shapes are seen as influencing certain qualities of a person's voice, which result in some speakers having a higher or lower voice, with a breathy, whispery or nasal quality to it. These characteristics make voices salient and useful for speaker profiling (Coulthard, Johnson & Wright, 2016), namely, the task of determining if the speaker belongs to a certain group of individuals among distinctive categories, such as male vs. female or young vs. old. Apart from speaker profiling, these low-level features are frequently used in speaker recognition, where they are represented visually through spectrograms and processed by models such as the Gaussian Mixture Model (GMM) (Kajarekar *et al.*, 2003). These kinds of features and their spectrograms are often thought of as better representations of a person's voice, as they can be compared visually to the original audio. In addition, these features can easily be extracted by automated means, which facilitates the process of speaker recognition, but their reliability has been called into question (Schultz, 2007; Campbell *et al.*, 2009). The problem with relying solely on low-level features to perform speaker recognition is that one must also rely on the medium of the audio recording. This means that if the conditions of the recording environment are poor (for example, in the audio obtained from a bad quality phone call) then this can affect and alter the spectrogram significantly. This is true to the point that there are systems like GMM that work very well under positive acoustic environments but deteriorate greatly under poor conditions, which are unfortunately common in cases relevant to forensic linguistics (Kajarekar *et al.*, 2003; Campbell *et al.*, 2009).

High-level features are concerned with



THIS ARTICLE PRESENTS A NOVEL APPROACH TO THE TASK OF COMPARING AND ASSIGNING AN ANONYMOUS RECORDING TO ONE PERSON, KNOWN AS SPEAKER RECOGNITION.

characteristics of the voice ranging from word choice, pronunciation, speed, intonation, and rhythm, among others. As opposed to low-level features, these features do not depend as much on the quality of the audio and can be extracted even if the quality is substandard (Campbell, Reynolds & Dunn 2003). However, these features have been ignored in favor of low-level features, because they cannot be represented on spectrograms or systems like GMM. Algorithms like GMM fail to capture them and thus, are unable to provide sufficient information about the speaker. Low-level features also ignore patterns and speaking habits that constitute idiosyncrasies of a speaker (Kajarekar *et al.*, 2003). These idiosyncrasies are important because humans often rely on them in order to identify speakers in real life because the combination of rhythm, speed, pronunciation, and other high-level features, make up a person's specific speaking style (Kajarekar *et al.*, 2003). This may explain in part why it is easier to identify familiar speakers. As people interact and communicate, they begin to notice certain individual patterns unique to the other speaker, so that when they hear the voice again, they are able to identify the speaker easily. It is also this ability that allows us to appreciate celebrity impressions, for example (Mary & Yegnanarayana, 2008).

Recently, the benefits of using high-level features for speaker recognition have been explored and the results have raised the possibility of using them in combination with low-level features to paint a clearer picture of who is speaking. Besides, the relevance of high-level features is not novel as they have been used in the past for language identification (see Mary & Yegnanarayana, 2008). They have also been

recognized as especially useful in cases where two voices sound very similar to each other, as is often the case.

Also working in the use of high-level features, Loakes (2008) states that speakers often overlap in terms of phonetic output, but that there is evidence of speaker-specific behavior reflected in the ways they produce certain vowels. In an earlier study, this same author found that speakers use «differing articulatory strategies in aiming to produce phonologically equivalent segments» (Loakes, 2004, p. 291). In other words, although speakers may share the same low-level features such as volume or voice quality, it is their speaking style and other high-level features reflected in their specific choice of phonemes and pronunciation of these, that will help set them apart from other speakers, although not entirely. Noland and Oh (1996, as cited in Coulthard, Johnson & Wright, 2016) conducted a study with a pair of identical twins and found that, while they produced very similar speech sounds, it was possible to distinguish between them by their use of different phonetic realizations of the phoneme /r/. Lee-mann, Kolly & Dellwo (2014) state that speakers vary by «having their own way of lengthening sound patterns or having preference towards certain syllables or sound segments» (p. 59-60). While speakers will share many of these characteristics, such as lengthening sound segments or placing stress on certain words, it is still possible to differentiate them by their usage of such characteristics as the frequency with which they elongate a certain vowel, how often they emphasize words or if they pronounce a certain phoneme differently than others, for example.

In addition to the above-mentioned, oth-

Despite the important role of high-level features in the identification of speakers by human beings, low-level features are often the focus of speaker recognition projects.



HIGH-LEVEL
characteristics

The voice ranging from word choice, pronunciation, speed, intonation, and rhythm, among others.



LOW-LEVEL
characteristics

Features represented in spectrograms which depend on the quality of the audio.

er high-level features that could be useful are pauses and prosodic features. Kajarekar *et al.* (2003) explored prosodic features including the duration of phones or vowels, pitch features, energy features and pause features to see if they performed well in speaker recognition. Their results were positive and showed that prosodic features can be used to improve speaker recognition. Similarly, Campbell, Reynolds & Dunn (2003) found that combining high-level features with low-level cepstral GMM features led to positive results when applied to speaker recognition.

Most of the studies mentioned in this section rely on the NIST Speaker Recognition Evaluation extended data task where n-grams and phone n-grams are used to carry out speaker recognition using high-level features. However, something that has not been explored is whether human identification of high-level features can be combined with classic text classification techniques, such as the ones commonly used in authorship attribution, to produce good results. Similar to speaker recognition, authorship attribution focuses on identifying key characteristics or authorship features in a person's written work that separate them from others, allowing for classification methods that identify the author (see Rico-Sulayes 2018). The features used in authorship attribution revolve around language and how the author expresses him or herself. These include lexical, syntactic and structural features, which differ from those used in speaker recognition. These features are identified and counted in corpora composed of the writings of a given number of authors. The instances figures for these features are entered into databases that are processed using machine learning techniques in packages such

as the Waikato Environment for Knowledge Analysis (Weka), which is used for data mining and various other classification tasks. Using these kinds of platforms, one can test different machine learning classifiers widely used in authorship attribution, such as various Naïve Bayes algorithms, C4.5 decision trees, and Support Vector Machines (SVMs), among others (see Rico-Sulayes 2018).

In the current study we have adapted many of the high-level features utilized in speaker recognition, identified these features in a spoken corpus composed of transcribed speech excerpts from a number of speakers, and compiled the resulting database applying classification techniques widely used in authorship attribution.

METHODOLOGY

The following work is a quantitative research study, where high-level speaker recognition features were combined with authorship attribution models and machine learning techniques in order to perform speaker recognition. Our purpose was to harness existing knowledge of idiosyncratic characteristics of speech and computerized methods of representing and discovering speech patterns and use it in the service of speaker recognition. In this section, we describe the method we followed to select our participants, to collect speech samples from them, process these samples to produce a database, and finally use this database to assign transcribed speech samples to specific speakers. At the end, we also introduce the classifier that rendered the best results, which are presented in the next section.

· Participants



THE FOLLOWING WORK IS A QUANTITATIVE RESEARCH STUDY, WHERE HIGH-LEVEL SPEAKER RECOGNITION FEATURES WERE COMBINED WITH AUTHORSHIP ATTRIBUTION MODELS AND MACHINE LEARNING TECHNIQUES IN ORDER TO PERFORM SPEAKER RECOGNITION.

For this study, ten speakers were selected. These speakers were not direct participants of the study, but famous individuals. As such, they did not participate in any interview or research practice. Instead, online interviews of them were used as data. Using this type of data from famous people has recently become popular in authorship analysis tasks, such as author profiling and authorship attribution. The tasks derived from the use of this type of data sets are usually covered under the umbrella term of celebrity profiling and competitions focused on these tasks have been organized in the text mining community very recently (Wiegmann, Stein, & Potthast, 2019a; 2019b). The interviews we used to produce our corpus were all available in YouTube (2019) in various different channels: DVD Verdict, FilmIsNow Movie Bloopers & Extras, Flicks and The City Clips, GQ, Movieclips Coming Soon, ScreenSlam, The New York Times, and Variety.

The only additional criteria we used to select the speakers in our study were gender and nationality. The study focused only on male American speakers to avoid questions of accent variability or other features that would make it too simple to differentiate one speaker from another (i.e. differentiating an Australian from an American). This decision to create a homogeneous group aligns with well-established practices in the creation of voice lineups accepted in courts (Solan & Tiersma, 2005).

• Data collection

As mentioned before, the voice sample of each of the ten individuals was collected using the social media platform YouTube. These voice samples consisted of four, two-minute interviews per individual, with roughly 200 words in each sample. In order to avoid as much interference as possible, interviews were selected if they met the following criteria:

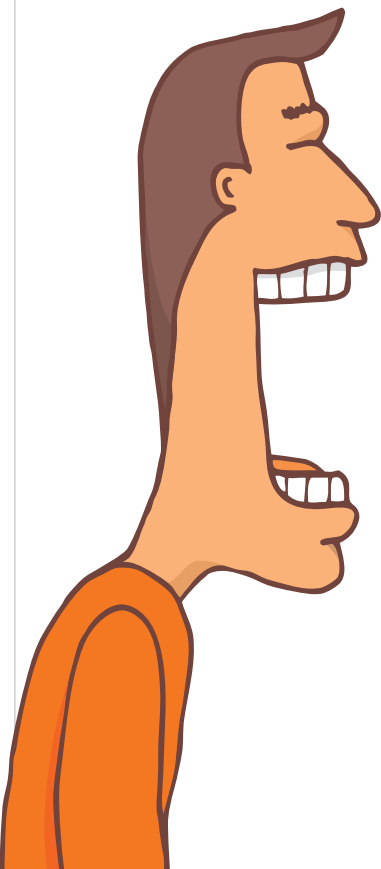
1. Had little to no interference from a second speaker (this second speaker could be an interviewer or a coworker).
2. Had no background noises (red carpet interviews, for example, were not selected because of this).
3. Was longer than one minute.

After the selection of interviews, the videos

were transcribed. Each document contained a transcription of two minutes of the interview and was transcribed using Jefferson's (2004) transcription symbols. With four, two-minute interview excerpts for each individual in our set of ten speakers, the resulting corpus with 40 documents had 14,884 tokens and 2,134 types. Using four samples per speaker rendered an average size of 372 words per document and 1,488 words per author. This amount of data per testing document is in the low end of what others have used before. For example, ranges of 99-608, 500-2,000, and 628-1,342 words per document have been chosen before in authorship attribution experiments (Chaski, 2007; Burrows, 2007; Spassova, 2008). Being at the lower end is seen as positive because studies have shown that better accuracy results are obtained when more information is available in the experiment (Chaski, 2007; Hirst and Feiguina, 2007), and therefore dealing with little data is especially challenging.

For this project, short-term spectral features and voice source features were not considered mainly because aspects of voice such as pitch, voice quality (i.e. whether a voice is raspy, throaty, etc.) would have been too subjective to determine without the aid of voice recognition software. One of the main goals of this study was to combine human identification of speech features with text classification techniques. For these reasons, the features that were selected were high-level features including prosodic features and one spectro-temporal feature. Although inspired by the literature, many of the features here employed have been proposed and operationalized in a novel way in this study:

- Modulation frequency. Rate at which speaker utters words. For this, the amount of words per minute was calculated to represent how fast or how slow the subject was speaking.
- Pauses of two-seconds. In this work, a distinction is made between pauses longer and shorter than two seconds. Pauses longer than two seconds were recorded in a separate column.
- Syllable pronunciation. This refers to syllable stress or the elongation of certain vow-





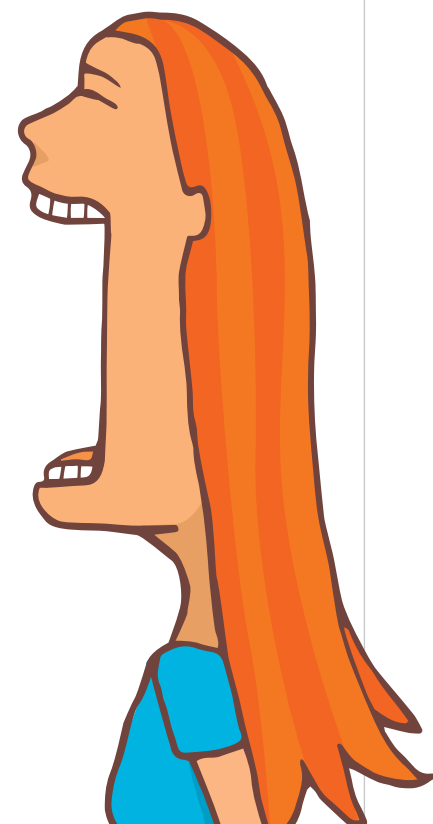
els and consonants within syllables. For this criterion, a distinction was made between elongating a certain sound and prolonging that sound. Certain speakers tend to elongate certain vowels at the beginning, middle or end of a sentence. However, there is a noticeable difference between elongating a sound and prolonging it for longer than usual. We considered that longer than one second was prolonging the sound rather elongating it. Some speakers prolong vowel or consonant sounds, whereas the elongation of certain sounds was only the case for vowels.

- Stuttering. This refers to difficulty in pronouncing a word, and it includes repetition of a word or the first sound of the word. For example, *b-b-butter*.
- Fillers. The fillers that were taken into account were filler sounds such as *uh*, *um*, *er*, etc. We did not include full words or expressions like *well*, *you know*, or *like*. Again, this was done to maintain focus on the person's voice, not their register. A distinction was made between the fillers used, meaning that there was an individual column for *uh*, *um*, and other fillers. This was done with the purpose of exploiting speakers' preferences for a certain filler, which could become a pattern.
- Audible breaths. These were breaths in the middle of sentences or at the beginning/end of words. We did not include sighs or exhalations.
- Laughter. This was only counted when there was notable laughter while exhaling. This did not include having a 'smiling voice'.
- Lip smacking. The pressing together of the lips results in a soft but audible noise usually between sentences.
- Stress. Stress indicates the emphasis

speakers place on certain words or syllables. In this case, the focus was on word stress. However, the amount of times that a speaker placed stress on a word was not counted because placing stress on words is common and even necessary in language. For this feature, we only took into account if the speaker placed stress on two consecutive words or if there were less than six words between the first stressed word and the second and there were no long pauses between them. We believed that this could produce unique patterns that could help differentiate one speaker from another.

In total, 13 features were used, transcribed, and annotated in the 40 speech samples using Jefferson's (2004) transcription model. Since we produced a written corpus of transcriptions with annotations for the features just described, we were able to use AntConc software to count the features. Namely, we produced a numerical database where we specified how many times a person stuttered, paused, or showed any of the speech behaviors listed above. As mentioned before, in order to make it possible to process the database with the machine learning algorithms available in Weka, we took four samples from each speaker. This resulted in a database with ten classes or authors and four samples per class. Finally, the number of feature instances for each speech sample were placed in a spreadsheet, where each feature had its own individual column. This spreadsheet was imported into Weka native arff format. The classifiers used in Weka 3.8 were: Naïve Bayes, Naïve Bayes Multinomial, SVMs, and C4.5, which have been recognized among the most commonly used and successful classifiers in authorship attribution experiments (see Rico-Sulayes 2017; 2018).

Since the best results obtained in this study,





**OUR RESULTS
OFFER INTERESTING
IMPLICATIONS FOR
THE FIELD OF SPEAKER
RECOGNITION AND
THE HANDLING
OF VOICE-BASED
EVIDENCE.**

as the next section further describes, were produced with a Naïve Bayes Multinomial classifier, we want to close this section with a brief introduction of this classifier and the family of algorithms it belongs to. When trying to determine what transcript (event) belongs to which speaker (class), classifiers are given information on what features appear in what text and how often. Classifiers such as the family of Naïve Bayes algorithms function by predicting the likelihood each class has of producing a certain text (Rico-Sulayes, 2018).

Naïve Bayes classifiers are well known in the text mining community, being used in the past for filtering spam emails and performing other tasks of text classification (Rish, 2001). In this context, the accuracy of Naïve Bayes classifiers has been put into question before, yet they have been found to perform well with certain tasks despite the simplicity behind their classification techniques. Within this family of classifiers is the Naïve Bayes Multinomial classifier. When determining which text belongs to which class, a Naïve Bayes Multinomial algorithm records feature frequency, meaning that it records how often a certain feature appears in a text and uses this to determine the probability a text has of belonging to a certain class. McCallum & Nigam (1998) offer a simple but illustrative example of this process. Suppose that a Naïve Bayes Multinomial algorithm is asked to classify home webpages in a university, each one belonging to either faculty members or students. If the word *professor* occurs with more frequency in a home page, the probability of it being in the *faculty* class will be higher and the chances of it being in the *student* class will be lower. On the contrary, if the word *professor* does not appear within the text, then the probability of that document being in the *faculty* class will be very low. After analyzing several home webpages for their potential classes, the higher probability outcome for any of the two categories (either *faculty* or *student*) is then selected as the most probable class for the text and the webpage containing it will be classified accordingly.

More formally, the probability of seeing the

word *professor*, understood as a classifying feature f , when exposed to a document from some class c (either *faculty* or *student*), $P(f|c)$, is computed in a Naïve Bayes Multinomial classifier as the number of instances of feature f in documents belonging to class c , f^{inc} , divided by the number of instances of all features (F) in all the documents (D) in the training data – represented by all the words in several webpages that have already been classified as belonging to either class. Namely, $P(f|c) = (f^{inc} / \sum_{f \in F} \sum_{d \in D} (f^{ind}))$. Beyond the mathematical nuances of this formula, borrowed from Rico-Sulayes (2018), Naïve Bayes classifiers, along with C4.5 decision trees, SVMs, and other machine learning algorithms, are frequently found in authorship attribution projects rendering the best results.

◆◆ ANALYSIS AND RESULTS

Through a visual inspection of our database, it was possible to see that most of our features were shared by all or most of the speakers. The features common to all were fillers, elongated final vowel sounds, intonational patterns, breaths, mumbling, elongated sounds, prolonged sounds, lip smacking, and laughter. However, the fact that speakers varied in the amount of times they used these features was also salient. Not all speakers used these features with the same frequency or at the same rate. In addition to this, speakers often demonstrated a particular distinctive feature that appeared more frequently in their speech than in others'. Since we used speech samples that were equal in length, two minutes, most speakers stayed within the same range of words per sample but there were still some noticeable differences in speed between speakers, which oscillated between 100 and 200 words per minute. It should be noted that all interviews were conducted under similar circumstances in a studio setting. Therefore, this great difference could not be attributed to any obvious external factors. Only a small number of speakers used pauses longer than two seconds, with some speakers pausing only a few times. This was consistent with the results obtained in previous studies mentioned in the literature review, in-

dicating that high-level features might be useful in identifying a speaking pattern, making it easier to perform speaker recognition. However, simply observing this data is not enough to be able to attribute speech samples to specific subjects. In order to assign anonymous speech samples to one of the speakers in our database we used Weka and a cross-validated approach.

In cross validation, a database is split into two samples, a training sample and testing sample. In a ten-fold cross validation, which is standard in text classification tasks (Rico-Sulayes, 2018), the testing sample contains ten percent of the events or documents in the corpus and the documents in the other 90% become the training sample. The classes of the documents in the testing data set are ignored and the documents are classified by comparing them to the documents in the training data. This process is repeated ten times, with different testing sets, so that the entire database is classified without ever using the information about the classes of the testing data. This process lends validity to the identification process.

Table 1 below shows the accuracy rate that each of the tested classifiers obtained. These results reached state-of-the-art performance in the case of the Naïve Bayes Multinomial algorithm, which obtained 95% accuracy. The lower results of other classifiers might be due to the fact that, as we noted above, some of the features were shared by all or the majority of the speakers, which made the task particularly difficult. Nonetheless, this reveals the efficiency of Naïve Bayes algorithms (especially its multinomial implementation), which has been shown to perform best over numerous experimental conditions in various authorship attribution experiments we have conducted previously (see Rico-Sulayes 2017; 2018).

As to why we could achieve good results

CLASSIFIERS	ACCURACY RATE
Naïve Bayes	67.5%
Naïve Bayes Multinomial	95%
SVMs	65%
C4.5	60%

Table 1. Results for speaker recognition with high-level features

Actual Speaker	Predicted Speaker										ER
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	
a	3									1	0.25
b		4									0
c			4								0
d				4							0
e					4						0
f						4					0
g							4				0
h								4			0
i									4		0
j								1		3	0.25
Totals										Acc	ER
										0.95	0.05

Table 2. Best results obtained by Naïve Bayes Multinomial classifier

with the Naïve Bayes classifier, we think that even if a pair of speakers shared many of the same features, one of them still had some other discriminative features in their speaking style that distinguished him from the other speaker. This ultimately distinguished every single speaker from the rest of the speakers in the database with high accuracy. For example, if one speaker had a slower speaking rate then this characteristic set him apart from the others and made him easier to identify. In other words, while these features were not completely idiosyncratic, they had some level of success in indicating speaking habits and patterns that allowed for the identification of each speaker.

The consistency of our results can be observed in Table 2, which further details the classification process of the Naïve Bayes classifier, the most successful algorithm in our experiments. The following numbers represent the frequency with which the speakers were correctly or incorrectly classified and whether the classifier mistook one subject for another. We can observe that the Naïve Bayes classifier was able to identify the correct speaker in most cases and only misclassified two documents (one from subject *a* and another from subject *j*). The resulting accuracy of 0.95 and its complementary error rate of 0.05 show that the features were quite efficient in discriminating each subject.

Our results offer interesting implications for the field of speaker recognition and the handling of voice-based evidence. If defining features can be extracted from the voices of speakers as we have demonstrated and then attributed to a speaker using text classifica-

tion techniques, then alternative methods may be available to solve the challenges typical of the task of speaker recognition. Future studies should be conducted to determine if accuracy rates improve consistently after combining high-level features and text classification techniques along with spectrographic analysis. This could further improve our results and understanding of speaker recognition.

◆◆ CONCLUSION

Speaker recognition, like many other forensic linguistics applications, is a field that must advance if it is to be accepted in contexts such as law (see Campbell *et al.*, 2009). The usage of spectrograms and voiceprints is very popular in this area, but it is worth considering combining these techniques with others in order to improve the accuracy rate and lower the error rate. If authorship attribution and text classification techniques can be used as we have shown in this study, by applying them to high-level features, this method could be further combined with classic speaker recognition procedures. We believe that our hybrid approach represents a successful alternative to existing methodologies of speaker recognition. We have also used data from famous people that have recorded interviews online. This practice aligns with recent approaches to celebrity profiling, a task that has recently gained attention in the text mining community. Given all these peculiarities, this study presents a novel way in which voice-based evidence can be exploited in forensic linguistics to identify speakers.



**THIS PRACTICE
ALIGNS WITH RECENT
APPROACHES TO
CELEBRITY PROFILING,
A TASK THAT HAS
RECENTLY GAINED
ATTENTION IN
THE TEXT MINING
COMMUNITY.**



📍 Claudia Amillali Cervantes Méndez

Has a BA in Languages at Universidad de las Americas Puebla. She was a student in the Asian Studies Program at Kansai Gaidai University in Japan in 2019 and has worked as an ESL teacher in both Japan and Mexico.
claudia.cervantesmz@udlap.mx



📍 Antonio Rico-Sulayes

Obtained a Ph.D., in Computational Linguistics from Georgetown University in Washington DC. He has worked as a computational linguist for the World Health Organization and different Pentagon contractors. He is currently an associate professor at Universidad de las Americas Puebla. He is member of the Mexican National System of Researchers and founding member of the Mexican Association of Natural Language Processing. antonio.rico@udlap.mx

 REFERENCES

- Burrows, J. (2007). All the Way Through: Testing for Authorship in Different Frequency Strata. *Literary and Linguistic Computing*, 22(1), 27-47.
- Campbell, J. P., Reynolds, D. A., & Dunn, R. B. (2003). Fusing high-and low-level features for speaker recognition. In *Eighth European Conference on Speech Communication and Technology*.
- Campbell, J. P., Shen, W., Campbell, W. M., Schwartz, R., Bonastre, J., & Matrouf, D. (2009). Forensic Speaker Recognition: A need for caution. *Signal Processing Magazine*, 26(2), 95-103.
- Chaski, C. E. (2005). Who's At The Keyboard? Authorship Attribution in Digital Evidence Investigations. *International Journal of Digital Evidence*, 4(1), 1-13.
- Chaski, C. E. (2007). The Keyboard Dilemma and Authorship Identification. In P. Craiger & S. Shenoi (Eds.), *Advances in Digital Forensics III* (pp. 133-146). New York, NY: Springer.
- Coulthard, M., Johnson, A., & Wright, D. (2016). *An introduction to forensic linguistics: Language in evidence*. Routledge.
- Dellwo, V., Leemann, A., & Kolly, M. J. (2012). Speaker idiosyncratic rhythmic features in the speech signal. In *Thirteenth Annual Conference of the International Speech Communication Association*.
- Gonzalez-Rodriguez, J., Fierrez-Aguilar, J., & Ortega-Garcia, J. (2003). Forensic Identification Reporting Using Automatic Speaker Recognition Systems. *Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing: Vol. II*, Hong Kong, 93-96.
- Jefferson, G. (2004). Glossary of transcript symbols with an introduction. In G. H. Lerner (Ed). *Conversation Analysis: Studies from the First Generation* (pp. 13-31). Amsterdam: John Benjamins.
- Hirst, G., & Feiguina, O. (2007). Bigrams of Syntactic Labels for Authorship Discrimination of Short Texts. *Literary and Linguistic Computing*, 22(4), 405-417.
- Kajarekar, S., Ferrer, L., Venkataraman, A., Sonmez, K., Shriberg, E., Stolcke, A., & Gadde, R. R. (2003, December). Speaker recognition using prosodic and lexical features. In *2003 IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding (IEEE Cat. No. 03EX721)* (pp. 19-24). IEEE.
- Leemann, A., Kolly, M. J., & Dellwo, V. (2014). Speaker-individuality in suprasegmental temporal features: Implications for forensic voice comparison. *Forensic science international*, 238, 59-67.
- Li, Z., Zhang, W., & Liu, J. (2015). Multi-resolution time frequency feature and complementary combination for short utterance speaker recognition. *Multimedia Tools & Applications*, 74(3), 937-953.
- Loakes, D. (2004). Front vowels as speaker-specific: Some evidence from Australian English. In *Proceedings of the Australian International Conference on Speech Science* (pp. 289-294).
- Loakes, D. (2008). A forensic phonetic investigation into the speech patterns of identical and non-identical twins. *International Journal of Speech Language and the Law*, 15(1), 97-100.
- Mary, L., & Yegnanarayana, B. (2008). Extraction and representation of prosodic features for language and speaker recognition. *Speech communication*, 50(10), 782-796.
- McCallum, A., & Nigam, K. (1998, July). A comparison of event models for naive bayes text classification. In *AAAI-98 workshop on learning for text categorization*, 752(1), 41-48.
- Rico Sulayes, A. (2018). Authorship Attribution on Crime-Related Social Media: Research on the darknet in forensic linguistics. Aracne Editrice: Rome, Italy.
- Rico Sulayes, A. (2017). Reducing Vector Space Dimensionality in Automatic Classification for Authorship Attribution. *Revista de Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 38(3), 26-35.
- Rish, I. (2001, August). An empirical study of the naive Bayes classifier. In *IJCAI 2001 workshop on empirical methods in artificial intelligence*, 3(22), 41-46.
- Schultz, T. (2007). Speaker characteristics. In *Speaker classification I* (pp. 47-74). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Sangwan, P. (2017). Feature Extraction for Speaker Recognition: A Systematic Study. *Global Journal of Enterprise Information System*, 9(4), 19-26.
- Smith, H. M. J., Bird, K., Roeser, J., Robson, J., Braber, N., Wright, D. & Stacey, P. C. (2019) Voice parade procedures: optimising witness performance. *Memory*, 27.
- Solan, L. M., & Tiersma, P. M. (2005). *Speaking of Crime: The Language of Criminal Justice*. Chicago: University of Chicago.
- Spassova, M. S. (2008). Las perífrasis verbales del Español en la atribución forense de autoría. En R. Monroy, and A. Sánchez (Eds.), *25 Años de Lingüística en España: Hitos y Retos. Actas del XXVI Congreso de AESLA* (pp. 605-614). Murcia: Universidad de Murcia.
- Wiegmann, M., Stein, B. & Potthast, M. (2019a). Celebrity Profiling. *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Florence, Italy*, (pp. 2611-2618). Stroudsburg, PA: Association for Computational Linguistics.
- Wiegmann, M., Stein, B. & Potthast, M. (2019b). Overview of the Celebrity Profiling Task at PAN 2019. *Working Notes of CLEF 2019 - Conference and Labs of the Evaluation Forum, Lugano, Switzerland, CEUR-WS, 2380*, 1-19.
- YouTube. (2009). Available online: <https://www.youtube.com/>

Entorno

POLÍTICA EDITORIAL

CONSULTE LA POLÍTICA EDITORIAL EN: WWW.UDLAP.MX/ENTORNO

MISIÓN

Difundir el conocimiento, los avances científicos y tecnológicos, y la creación artística, a través de la publicación de artículos inéditos, que brinden aportaciones originales.

CONTENIDO

Multidisciplinario, integrado con artículos derivados de una investigación, innovación o creación artística, desarrollada en universidades y centros de investigación con la participación de investigadores, profesores y/o estudiantes de instituciones mexicanas o extranjeras. Que difundan aportaciones o innovaciones científicas y tecnológicas originales, obras de creación artística o cultural. La orientación de los textos será de difusión del conocimiento y la creación artística.

Para los efectos de esta política editorial, se distingue la difusión como la publicación de contenidos originales que están dirigidos a lectores con formación profesional.

COBERTURA TEMÁTICA

Interdisciplinaria, en cualquiera de los campos del conocimiento, la innovación o la creación artística que se cultivan en la Universidad de las Américas Puebla.

TIPO DE CONTRIBUCIONES

· Artículo científico

Documento científico que trata y difunde los resultados de una investigación o innovación exitosa, cuyas contribuciones aportan e incrementan el conocimiento actual. La orientación de los textos será de difusión del conocimiento y éstos se someterán a revisión de pares.

· Artículo de creación

Documento que trata y difunde los resultados de una obra de creación artística o cultural. Será sometido a revisión de pares.

· Artículo de estado del arte

Documento que analiza a profundidad y difunde el conocimiento, en el estado del arte, de un problema, campo de investigación o área artística o literaria, de relevancia e interés general. Será sometido a revisión de pares.

PROCESO DE ARBITRAJE

Las propuestas de contribuciones a la revista serán analizadas, revisadas y dictaminadas por el Editor en Jefe, con el visto bueno del Presidente del Consejo Editorial, quienes se apoyarán en los editores asociados y en dictámenes elaborados por árbitros designados para cada artículo.

El proceso de selección de artículos a publicar se realiza mediante un sistema de arbitraje «doble ciego», en el cual los árbitros desconocen el nombre de los autores de los artículos, y estos últimos desconocen el nombre de los árbitros. El proceso de arbitraje se rige por los criterios de veracidad, calidad ética y científica y no discriminación. La participación de los miembros del Consejo Editorial, del Comité Editorial y de los árbitros, se considera una contribución profesional, que se realiza de manera honorífica. El proceso de arbitraje de los artículos se puede consultar en <https://entorno.udlap.mx>

Todos los artículos se someterán a proceso de revisión por pares. Se publicarán trabajos de investigación, análisis e innovación científica, social, humanística o artística de especialistas y académicos mexicanos o de cualquier otra nacionalidad. Se podrán incluir coautores de diversas instituciones. Se aceptarán trabajos en español o inglés, y en todos los artículos se incluirá un resumen y palabras clave en español y en inglés.

AUTORES

Los autores, por el simple hecho de someter su artículo para posible publicación en *Entorno UDLAP*, se comprometen a cumplir con el Código de Ética de la revista, disponible en el sitio web <https://entorno.udlap.mx>

La responsabilidad del contenido de los artículos corresponde exclusivamente a los autores.

La propuesta de un trabajo compromete a su autor a no someterlo simultáneamente a la consideración de otras publicaciones.

Los autores, cuyos artículos hayan sido aceptados, estarán de acuerdo en que éstos sean publicados en versión impresa y digital por la Universidad de las Américas Puebla, y que ésta puede hacer uso de sus contenidos con propósitos de difusión y promoción de la revista. Asimismo, aceptan que los artículos se publicarán bajo licencia de acceso abierto (Open Access) tipo «BY-NC-SA» Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

Los artículos se someterán a revisión de estilo y diseño gráfico, por lo que los autores estarán atentos para resolver las dudas y propuestas que presenten los editores y la coordinación editorial. Cada autor aprobará las pruebas de imprenta de sus textos, como paso previo a su publicación.

· Recepción de trabajos

La recepción de artículos está abierta permanentemente, y una vez concluido el proceso de revisión por pares, se informará a los autores del resultado.

En caso de que éste sea aprobatorio, los editores procurarán publicar el artículo en el número más cercano posible de la revista.

Los artículos propuestos deberán enviarse siguiendo la Guía de Autores, que se puede consultar en el sitio web de la revista <https://entorno.udlap.mx>. Los interesados en publicar sus artículos deberán enviar el documento al editor en jefe de *Entorno UDLAP*, al correo electrónico: revista.entornoudlap@udlap.mx

Todos los artículos propuestos deberán enviarse acompañados de una carta de presentación y originalidad, firmada por el autor de correspondencia, con el formato que se incluye en el portal de la revista en <http://www.udlap.mx/entorno/>

En el caso de textos con más de un autor, se indicará el nombre del «autor de correspondencia» que actuará en representación de todos los autores, y será quien mantenga la comunicación con el cuerpo editorial de la revista y coordinará el proceso de revisión con sus coautores y, en caso de ser aceptado para publicación, recabará la aprobación de la impresión por parte de todos los autores.

A juicio del consejo editorial, se analizará la pertinencia de proponer números especiales de la revista, cuyos contenidos obedecerán a temas específicos seleccionados. En este caso también los artículos se someterán al proceso de revisión por pares.

PROCESO DE REVISIÓN

1. El autor, o autor de correspondencia, enviará el manuscrito del artículo propuesto al Editor en Jefe quien revisará el cumplimiento general de los criterios de la política editorial para someter un manuscrito a revisión, así como la carta de presentación y originalidad del texto. En caso de no cumplir los criterios editoriales, el editor en jefe lo informará a los autores para que, si así lo consideran conveniente, lo revisen y envíen de nuevo a proceso de revisión. En caso de cumplirse los criterios editoriales, el editor en jefe abrirá un expediente para el artículo y, con el apoyo del editor asociado del área de conocimiento correspondiente, designará dos árbitros de entre los miembros del comité editorial o invitará a otros profesores, investigadores o profesionales destacados a realizar el proceso de arbitraje. Los árbitros seleccionados podrán ser de la UDLAP o externos.

2. El artículo se enviará a los árbitros y se les fijará un plazo de una semana para declinar la invitación y de tres semanas para elaborar su dictamen. En caso de declinación, el editor en jefe, junto con el editor asociado, designará a otro árbitro.

3. El dictamen de los árbitros podrá emitirse en cualquiera de los siguientes sentidos:

- Acceptado
- Acceptado con cambios menores
- Acceptado sujeto a cambios mayores
- Rechazado

En todos los casos, el dictamen deberá ser argumentado adecuadamente. Por «acceptado sujeto a cambios mayores», se entiende que el manuscrito sólo será publicado si los autores cumplen con los cambios propuestos por los árbitros y será sujeto a una nueva revisión de parte del editor y/o los árbitros. Por «acceptado con cambios menores» se entiende que el manuscrito ha sido aceptado y se publicará tan pronto el autor o autores cumplan con los cambios solicitados, lo cual será revisado por el editor. El dictamen será inapelable.

4. Una vez completado el ciclo de revisión y aprobado el texto, el editor en jefe enviará el manuscrito al Coordinador Editorial.

5. El coordinador editorial, con el apoyo del editor gráfico y del personal a su cargo, elaborarán el diseño editorial para la impresión final y lo enviarán al editor en jefe, presidente del consejo y al secretario ejecutivo para su revisión y aprobación. En caso necesario, se solicitará una nueva versión con correcciones a los autores. En esta etapa puede realizarse una revisión de estilo, que también será aprobada por los autores.

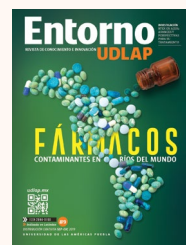
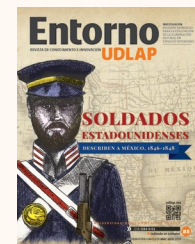
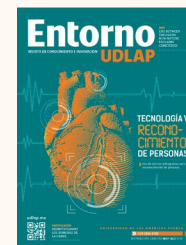
6. Una vez concluido el diseño editorial, el editor en jefe enviará a los autores la versión para impresión. Éstos, en su caso, harán las correcciones necesarias y firmarán una carta de autorización de la publicación.

PERIODICIDAD

Edición cuatrimestral. La revista se editará en papel y en formato electrónico.

ACCESO ABIERTO

La revista en formato electrónico tendrá acceso abierto en los sitios de internet de la UDLAP.





EXCELENCIA
ACADÉMICA
ACREDITADA

NUESTRAS LICENCIATURAS*

ESCUELA DE ARTES Y HUMANIDADES

- Animación Digital
- Arquitectura
- Arquitectura de Interiores
- Artes Plásticas
- Danza
- Diseño de Información Visual
- Historia del Arte y Curaduría
- Idiomas
- Literatura
- Música
- Teatro

ESCUELA DE CIENCIAS SOCIALES

- Antropología
- Ciencia Política
- Comunicación y Producción de Medios
- Comunicación y Relaciones Públicas
- Derecho
- Pedagogía
- Psicología Clínica
- Psicología Organizacional
- Relaciones Internacionales
- Relaciones Multiculturales

ESCUELA DE CIENCIAS

- Actuaría
- Biología
- Bioquímica Clínica
- Ciencia de Datos **NUEVA**
- Ciencias de la Nutrición
- Cirujano Dentista
- Enfermería
- Física
- Médico Cirujano
- Nanotecnología e Ingeniería Molecular
- Químico Farmacéutico Biólogo

ESCUELA DE INGENIERÍA

- Ingeniería Ambiental
- Ingeniería Biomédica
- Ingeniería Civil
- Ingeniería en Energía
- Ingeniería en Industrias Alimentarias
- Ingeniería en Logística y Cadena de Suministros
- Ingeniería en Robótica y Telecomunicaciones
- Ingeniería en Sistemas Computacionales
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Mecatrónica
- Ingeniería Química

ESCUELA DE NEGOCIOS Y ECONOMÍA

- Administración de Empresas
- Administración de Hoteles y Restaurantes
- Administración de Negocios Internacionales
- Artes Culinarias
- Banca e Inversiones
- Economía
- Estrategias Financieras y Contaduría Pública
- Mercadotecnia

*Todas nuestras licenciaturas cuentan con el Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios RVOE, puede consultarse en www.udlap.mx



Ex hacienda Santa Catarina Mártir • C.P. 72810
San Andrés Cholula, Puebla, México
☎ 222 229 21 12 ☎ (+52) 222 577 38 29
informes.nuevoingreso@udlap.mx

www.udlap.mx

UDLAP®



UDLAP Consultores

Experiencia en **soluciones con valor**

**CONSULTORÍA · EDUCACIÓN CONTINUA
SOLUCIONES EMPRESARIALES Y GUBERNAMENTALES
LABORATORIOS DE CALIDAD**

Con más de 25 años de experiencia, hemos desarrollado un modelo educativo que conjunta lo mejor de la academia de la Universidad de las Américas Puebla con la experiencia práctica de profesionales de diferentes giros y organizaciones, lo que nos ha permitido generar soluciones educativas únicas y garantizadas para mejorar las habilidades, funcionamiento y profesionalización de nuestros clientes.

**¡PARA ALCANZAR TUS METAS
SIGUE PREPARÁNDOTE!**

CONSULTORÍA

Con nuestros servicios de consultoría, ayudamos a nuestros clientes con asesoría especializada, metodologías de trabajo y herramientas con el objetivo de generar soluciones específicas, prácticas y efectivas a la medida de sus necesidades.

EDUCACIÓN CONTINUA

Programas que contribuyen en la formación, actualización y capacitación de nuestros clientes. Nos encontramos en una búsqueda constante para ofrecer temas de vanguardia que mejoren la competitividad de las empresas y fomenten el desarrollo integral de los participantes. Nuestros profesores cuentan con amplia experiencia profesional y académica.

SOLUCIONES EMPRESARIALES

Diseñamos programas especiales para incrementar la eficiencia y competitividad de las empresas, lo que nos permite desarrollar habilidades y conocimientos aplicables de manera inmediata en temas de actualidad e innovación, por lo que el contenido, duración, lugar y forma de impartición se definen siempre en función de estas necesidades.

SOLUCIONES GUBERNAMENTALES

Contamos con programas enfocados hacia el mejoramiento de la administración pública en los ámbitos municipal, estatal y federal, teniendo como objetivos incrementar la calidad de los servicios de estos sectores y mejorar las capacidades y habilidades de los servidores públicos.




LABORATORIOS DE CALIDAD

Realizamos análisis de muestras, productos, pruebas y estudios de control de calidad, por medio de tecnología de vanguardia, en los distintos laboratorios de la UDLAP.

UDLAP CONSULTORES

Edificio HU · Oficina 316

☎ 222 229 30 77 / 222 229 20 00 ext. 5009 · @ udlap.consultores@udlap.mx

🌐 <https://consultores.udlap.mx> ·  /udlapconsultores ·  @UDLAPconsult ·  UDLAPConsultores

UDLAP®

UDLAP®



DOCTORADOS DE ALTA INVESTIGACIÓN

Doctorado directo* en:

- Biomedicina Molecular** - RVOE SEP-SES/21/119/01/1640/2016
- Ciencia de Alimentos** - RVOE SEP-SES/21/119/04/1172/2014
- Ciencias del Agua** - RVOE SEP-SES/21/119/04/1171/2014
- Sistemas Inteligentes** - RVOE SEP-SES/21/119/04/1173/2014

*Puede iniciarse después de la licenciatura

** Pertenece al Programa Nacional de Posgrados de Calidad de CONACYT

Doctorado tradicional* en:

- Creación y Teorías de la Cultura** - RVOE SEP-SES/21/119/04/1641/2016

*Puede iniciarse después de la maestría

** Pertenecen al Programa Nacional de Posgrados de Calidad de CONACYT

Los alumnos aceptados cuentan con beca del 100% de colegiatura y con una manutención mensual por toda la duración del programa

Informes:

Dirección de Investigación y Posgrado

informes.doctorados@udlap.mx • Tel.: 222 229 27 25

www.udlap.mx