



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA  
LICENCIATURA EN CIENCIA FORENSE**

**ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS EN  
EL CAMPO DE LA ACÚSTICA FORENSE DESDE  
LOS ESTÁNDARES DE CIENTIFICIDAD.**

Facultad de Medicina



**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE:  
LICENCIADO EN CIENCIA FORENSE**

**P R E S E N T A :**

**ALEJANDRA ZARAHÍ CELEDÓN CALIXTO**



**CIENCIA  
FORENSE**  
U N A M

**DIRECTOR DE TESIS:  
DOCTORA FERNANDA LÓPEZ ESCOBEDO**

**MÉXICO, 2023**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este trabajo, calificada como la parte más sencilla de cualquier carrera, ha demostrado ser una de las etapas más difíciles de mi vida. Ante el mundo, es visto como un requerimiento académico que ha sido realizado en múltiples ocasiones por jóvenes graduados, deseosos de obtener un valioso papel que podría ser el camino a una vida mejor, a cumplir una meta o simplemente a nada.

Ha sido un duro proceso psicológico en el que he sentido el deseo de rendirme bajo la enorme desesperanza ante el futuro, la carga de cumplir expectativas ajenas, el impulso de gritar “ya no puedo más” e, incluso, cuestionarme sobre si mi existencia tiene alguna razón, sentido o utilidad dentro de esta sociedad, mucho más, proviniendo de una carrera cuya aplicación no es comprendida en su totalidad dentro de campo profesional, aún.

Es así que, además de agradecer a quienes me apoyaron en la construcción de lo que hoy está escrito, también debo agradecer a cada una de las personas que me brindó su apoyo, me sostuvo en mis momentos de debilidad e hizo el enorme esfuerzo por intentar mantenerme en calma durante mis crisis.

Primeramente, agradezco a mis padres por su apoyo incondicional durante toda mi vida, por no dejarme sola sin importar las circunstancias o mi edad y estar conmigo en todo momento, incluyendo esta etapa que ha sido tan difícil de concretar. A pesar de ser cada uno un soporte diferente, siempre estuvieron a mi lado.

Agradezco a mi hermano José Alberto que me brindó apoyo y ánimo durante este camino, así como ayuda en la revisión y redacción en algunos capítulos.

Agradezco a la Lic. Rosa Isaura Espinosa Carcaño (Q.E.P.D) por permitirme conocer el mundo laboral de primera mano, por convertirse en mi ejemplo a seguir, por hacerme ver que soy capaz, fuerte, valiosa, y, especialmente, por no rendirse a pesar de mis errores, por creer en mí hasta el último de sus días y ayudarme a iniciar la transición más importante de mi vida, hasta ahora.

Agradezco a mis amigas Guadalupe, Melina y Vanesa por estar a mi lado sin importar el día o la hora en que las necesitara, por su paciencia, su ánimo y apoyo incondicional de manera física o virtual; así mismo, agradezco a mi amiga María quien, a pesar de no conocernos en persona, siempre ha creído en mí y me ha dado fuerza para no rendirme.

Finalmente, agradezco al Programa de apoyo a los proyectos de investigación e innovación tecnológica PAPIIT-IN300720 y PAPIIT-IA400122 por el apoyo brindado, y a la Doctora Fernanda López Escobedo por su apoyo y paciencia para concluir este trabajo

## Índice

Introducción .....	1
Planteamiento Del Problema.....	2
Objetivos .....	3
Justificación .....	4
Capítulo 1. Ciencia .....	4
1.1 Las Divisiones De La Ciencia: Fáctica Y Formal .....	6
1.2 Pseudociencia .....	14
1.3 Falsacionismo .....	16
Capítulo 2. La Prueba Científica En El Sistema Penal Acusatorio.....	18
2.1 Prueba .....	21
2.2 Prueba Pericial.....	23
2.3 Prueba Científica .....	24
Capítulo 3. La Ciencia En El Derecho .....	26
3.1 Estándar Frye.....	27
3.1.1 Historia Del Caso .....	28
3.1.2 Lineamientos Del Estándar .....	30
3.1.3 Críticas Al Estándar .....	32
3.2 Estándar Daubert .....	32
3.2.1 Historia Del Caso .....	33
3.2.2 Lineamientos Del Estándar .....	35
3.2.3 Críticas Al Estándar .....	36
3.2.4 La Trilogía Daubert .....	36
3.3 Reglas Federales De La Evidencia .....	39
3.3.1 Artículo VII.....	40
3.3.2 Regla 702: Testimonio Por Testigo Experto .....	43
3.4 Estándar Mexicano .....	44
3.5 Criterios De Los Estándares .....	46
Capítulo 4. Acústica Forense En Comparación De Voz .....	47
4.1 Acústica.....	47
4.2 Acústica Forense .....	48
4.3 Fonética .....	50
4.4 Métodos Para La Comparación Forense De Voz .....	51

4.4.1 Voiceprint.....	51
4.4.2 Fonético-Auditivo.....	56
4.4.3 Acústico-Fonético.....	58
4.4.4 Análisis Automático .....	60
Capítulo 5. Análisis De Los Métodos Para La Comparación Forense De Voz Dentro De Los Estándares De Cientificidad .....	63
5.1 Estándar Frye.....	64
5.2 Estándar Daubert .....	65
5.3 Regla 702: Testimonio Por Testigo Experto .....	69
5.4 Estándar Mexicano .....	72
5.5 Resultados .....	75
Conclusiones .....	77
Referencias.....	79

## Introducción

La falibilidad es una de las principales características de la ciencia fáctica, así lo describe Mario Bunge en su libro *La ciencia: Su método y su filosofía* (1959).

Las nociones acerca de nuestro medio, natural o social, o acerca del yo, no son finales: están todas en movimiento, todas son falibles. Siempre es concebible que pueda surgir una nueva situación (nuevas informaciones o nuevos trabajos teóricos) en que nuestras ideas, por firmemente establecidas que parezcan, resulten inadecuadas en algún sentido. (Bunge, 1959:15)

En el sistema penal acusatorio actual, la interacción entre ciencia y derecho ha tomado gran valor e importancia en la búsqueda de obtener resultados óptimos para el proceso desarrollado en cada carpeta de investigación. Idealmente, el derecho dirige y procura un proceso justo, legal y transparente donde no exista ventaja ni cabida a venganza por propia mano. Por otro lado, la ciencia tiene como objetivo esclarecer los hechos a través de pruebas fundamentadas, válidas y confiables. Es aquí donde surge el primer problema, pues para poder evaluar que esto se cumple en el desahogo de una prueba se requiere conocer las diferentes áreas forenses y, además, los diferentes métodos que existen en cada área para abordar un problema forense. Dado que esto es un requerimiento casi imposible para el juzgador, se han propuesto estándares de científicidad:

En la jurisprudencia norteamericana pueden encontrarse ciertos criterios destinados a determinar la científicidad de las pruebas. Estos criterios son conocidos como estándares de científicidad y presentan un claro carácter heterogéneo, pues integra múltiples elementos pertenecientes a distintas nociones de ciencia. (Alcoceba, 2018:215)

Estos estándares enlistan los requerimientos mínimos necesarios para la admisión de cualquier peritaje que asegure la confiabilidad y validez de la metodología empleada, así como de sus resultados y conclusiones; es decir, que la información obtenida en efecto sea aproximada a los hechos del caso. Dentro de los estándares más reconocidos se encuentran: El estándar Frye, *The Federal Rules of Evidence* y el estándar Daubert, establecidos en Estados Unidos.

La presente tesis busca indagar en los criterios que han propuesto los diferentes estándares de científicidad y analizarlos desde un área forense en particular: la acústica forense. La primer tarea consistirá en elaborar un listado de criterios propuestos por diferentes estándares de científicidad. Posteriormente se analizará si los métodos que se han utilizado para la comparación forense de una muestra de voz cumplen con todos, algunos o ningún criterio propuesto por dichos estándares. Los métodos que se analizarán serán: **método auditivo, voiceprint, acústico-fonético y automático.**

Las preguntas de investigación serán: ¿Los estándares de científicidad son suficientes para resolver la brecha entre la ciencia y el derecho?, ¿Consiguen diferenciar a la ciencia de la pseudociencia?, ¿Un juez es la figura indicada para evaluar la científicidad de la prueba con base en los estándares?, ¿Qué dificultades existen en la aplicación de los estándares de científicidad?, con base en lo anterior, ¿Los métodos evaluados cumplen con los estándares de científicidad?

## **Planteamiento Del Problema**

García (2016) explica que en el año 2008 el sistema penal mexicano sufrió un cambio drástico al abandonar el sistema inquisitivo por el acusatorio con el fin de obtener justicia bajo la presunción de inocencia como rector principal.

En este sistema, los peritajes son desahogados de manera oral en una audiencia; sin embargo, dicha exposición puede resultar confusa debido a cuestiones como el lenguaje técnico-científico, interpretaciones incorrectas de resultados, desconocimiento de los alcances y limitaciones del área pericial, así como las características, procedimiento y margen de error de la metodología empleada en la pericial.

A partir de esta problemática ha nacido el estándar de cientificidad, el cual es una lista de requerimientos básicos cuya finalidad es fungir como apoyo para identificar cuáles son las características básicas de un peritaje confiable, válido y útil que apoye al proceso brindando una aproximación a los hechos en cada caso. No obstante, los propios estándares muestran deficiencias que pueden entorpecer el proceso. Mientras que unos son demasiado estrictos otros son incluso ambiguos:

Los estándares de cientificidad definidos en Daubert pueden también ser compartidos o ser entendidos como muy restrictivos o muy genéricos: pero queda presente el problema constituido por la necesidad de que los jueces verifiquen con el máximo cuidado la calidad de la ciencia que adoptan (Taruffo, 2005:1291).

Resulta necesario analizar los estándares de cientificidad existentes, sus características y los requerimientos propuestos por cada uno para comprender tanto las ventajas como desventajas de su uso.

## **Objetivos**

El objetivo de esta tesis consiste en documentar y analizar los estándares de cientificidad desde el área de la acústica forense. Para ello se deberán cumplir los siguientes objetivos particulares:

- Enlistar los criterios propuestos en diferentes estándares de cientificidad
- Determinar los métodos más comúnmente utilizados en el área de comparación forense de voz
- Analizar cada método a partir de los diferentes criterios propuestos por los estándares de cientificidad
- Determinar qué criterios cumple cada uno de los métodos analizados en comparación forense de voz

- Documentar las ventajas y desventajas del uso de estos estándares como instrumentos de apoyo para evaluar el desahogo de una prueba en comparación forense de voz.

## **Justificación**

El análisis de los criterios propuestos por los diferentes estándares de científicidad a partir de los métodos comúnmente utilizados en acústica forense permitirá evidenciar las ventajas y desventajas del uso de estos estándares como instrumentos de apoyo para evaluar el desahogo de una prueba en comparación forense de voz.

## **Capítulo 1. Ciencia**

Durante años, la ciencia ha coadyuvado junto al derecho dentro de investigaciones judiciales bajo el objetivo de obtener resultados cercanos a la verdad. Esta relación ha culminado en brindar al Órgano Jurisdiccional una mayor cantidad de elementos sobre los cuales, dicho Órgano, sea capaz de dictar sentencia. Sin embargo, la dificultad para establecer la diferencia entre la ciencia y la pseudociencia, dentro del derecho, ha resultado en una incesante búsqueda para delimitar la admisibilidad de pruebas científicas en el proceso penal, reduciendo así el sesgo de información causado por periciales no reguladas bajo el campo científico.

El primer problema recae en definir y delimitar lo que es la ciencia y la pseudociencia, esto será el inicio para establecer la diferencia entre ambas áreas de acuerdo con lo estudiado por diversos autores. La ciencia es popularmente definida como:

La rama del saber humano que está constituida por conocimientos racionales, sistemáticos y fiables sobre los fenómenos que ocurren en la naturaleza. Dichos conocimientos son obtenidos y sistematizados a través de la observación y la experimentación bajo técnicas y métodos formulados dentro de una rama determinada. (Diccionario Oxford, s.f., definición 1).

Esta definición podría considerarse como suficiente para explicar de forma superficial lo que es la ciencia, sin embargo, para los estudiosos de este campo, ya sean científicos o filósofos, construir una definición única es limitante y deja fuera lo que hay detrás de la elaboración del conocimiento científico.

Olivé (2000/2004:2) señala que para construir una definición adecuada debe ser analizado “cómo se hace la ciencia, qué es lo que produce, y cómo es posible que se haga lo que se hace y se produzca lo que se produce”. Su enfoque no es dirigido únicamente al resultado de la investigación, sino que analiza otros factores, como son: el problema; el objetivo de la investigación y; la selección, ejecución, validez y confiabilidad de la metodología empleada.

La finalidad de la ciencia en general es el progreso de la sociedad, lo cual consigue al comprender e interferir en el mundo de manera favorable para la humanidad. La ciencia sistematiza y transmite sus conocimientos en teorías y leyes. Si surge nuevo conocimiento, este es evaluado y de ser aceptado es utilizado para actualizar o descartar leyes o teorías previamente establecidas.

Dada la importancia de sus aportes, la ciencia es estricta respecto a la admisión de nuevo conocimiento, ya que, si una investigación parte de una teoría o ley que no se encuentra estrechamente relacionada con la realidad, las investigaciones posteriores tendrán una alta probabilidad de generar estancamiento o retrasos en el área.

Según Abd-El-Khalick (2012) y Acevedo (2017:1) una teoría científica se encuentra conformada por un conjunto de datos y observaciones provenientes de distintas áreas que han sido estudiadas de manera exhaustiva a lo largo del tiempo. Son sistemas explicativos que se encuentran firmemente establecidos y justificados, por tanto, no pueden ser probadas directamente, sino que sus componentes son modificados con el tiempo y con relación a los avances científicos.

Por otra parte, Acevedo (2017) explica que una ley científica es una manera compacta de describir de manera superficial un fenómeno, es decir, que no intenta explicar la relación entre las variables. Así mismo, indica que una ley es distinta a una teoría y, a diferencia de lo que suele creerse, no existe una relación jerárquica entre ellas. Sobre esto, McComas

(2004) menciona que “las leyes científicas describen fenómenos naturales, mientras que las teorías científicas los explican. Con otras palabras, las leyes son generalizaciones o patrones en la naturaleza, mientras que las teorías son explicaciones de por qué las leyes funcionan así”.

Con base en lo anterior, es notable la complejidad que refiere a tratar de establecer una definición única para la ciencia. No obstante, un aspecto importante a destacar es que la ciencia busca el progreso de la humanidad, mientras que la pseudociencia busca que información sin fundamento sea aceptada dentro de la sociedad, como será explicado más adelante. Para continuar, serán definidas las dos divisiones principales de la ciencia, sus criterios y, a cuál de estas pertenece la acústica forense.

### **1.1 Las Divisiones De La Ciencia: Fáctica Y Formal**

La ciencia se encuentra dividida en 2 grandes clasificaciones que, de acuerdo con Cegarra (2012:3) se distinguen por su metodología y objeto de estudio. La primera es conocida como ciencias formales y la segunda como ciencias fácticas.

Las ciencias formales, según Bunge (1959:6) no estudian hechos sino ideas: analizan entidades abstractas y simbólicas que están relacionadas entre sí (como variables lógicas y conceptos). Por otra parte, Cegarra (2012:3) señala que, “son racionales, sistemáticas y verificables, pero no nos dan información sobre la realidad”.

Dentro de esta categoría se encuentran todas las áreas derivadas de la lógica y la matemática, por ejemplo, la geometría, la aritmética y la estadística. Utiliza el método lógico deductivo, el cual consiste en aplicar principios generales previamente descubiertos a casos particulares, por lo que los requerimientos para demostrar sus resultados son distintos a lo popularmente conocido. Sobre esto, Bunge (1959:8) dice que:

Cuando se demuestra un teorema lógico o matemático no se recurre a la experiencia: el conjunto de postulados, definiciones, reglas de formación de las expresiones dotadas de significado, y reglas de inferencia deductiva [...] es necesaria y suficiente para ese propósito”.

Así mismo, Cegarra (2012:4) explica, “La demostración de los teoremas no es sino una deducción, o sea, es una operación meramente teórica”. Dado que las ciencias formales estudian ideas y no hechos, su progreso no depende de analizar el constante cambio de la realidad y, por tanto, según Bunge (1959:9) es la única categoría de la ciencia que puede acercarse a la perfección a través de demostrar sus ideas.

Las ciencias formales fueron las primeras en existir y la base para el desarrollo de las ciencias fácticas. Sin embargo, Paiget, (como se citó en Cárdenas, 2009:43) afirma que la relación actual entre ambas clasificaciones de ciencia no es lineal, sino cíclica, es decir que intercambian conocimientos e información contribuyendo al progreso en ambos campos del conocimiento.

Por otra parte, existen las ciencias fácticas cuyo objetivo, según Mesía (2012:124) consiste en elaborar teorías con la capacidad de realizar predicciones a través de la probabilidad, es así que cada hipótesis o teoría no es una verdad definitiva, sino que es la mayor aproximación posible a la verdad con relación a los recursos disponibles hasta ese momento. Su objeto de estudio son los hechos existentes en el mundo y no las ideas concebidas por el hombre.

Las ciencias fácticas emplean el método científico cuyo objetivo recae en reducir el grado de subjetividad dentro de la investigación, sin embargo, de acuerdo con Ramírez (2010:28) existen diferentes propuestas sobre este: La primera, indica que existe un solo método científico; la segunda, que existen varios métodos científicos y; la tercera, que cada área científica posee su propio esquema metodológico básico. De acuerdo con el autor, esta es la postura que ha tomado mayor fuerza en los últimos años.

Los métodos, de acuerdo con Jonker y Pennink (2010:33), “indicate specific steps (or actions, phases, step-wise approaches, etc.) that should be taken in a certain – eventually stringent – order” [indican pasos específicos (o acciones, fases, enfoques graduales, etc.) que deben tomarse en un cierto orden, eventualmente estricto], es decir, que los métodos son el camino para conseguir un objetivo.

Las características principales del método científico son la falsabilidad y la reproducibilidad: la primera se refiere a que el conocimiento obtenido puede ser reevaluado y la segunda a que puede ser repetido en otro momento por un investigador distinto bajo las mismas condiciones y obtener el mismo resultado. De acuerdo con Ander-Egg (como se citó en Ramírez, 2010: 31) es fáctico, objetivo, autocorrectivo, trasciende los hechos, emplea la verificación científica y realiza formulaciones de tipo general.

Se encuentra conformado de múltiples etapas de las que comúnmente son enunciadas la observación, investigación, formulación de hipótesis, experimentación, análisis de resultados y conclusiones; sin embargo, Ramírez (2010:30) y Ruíz (1999:153) indican que durante el diseño de la investigación estas son desglosadas de la siguiente forma:

- 1) La primera etapa consiste en establecer de manera clara, objetiva y directa el planteamiento del problema, el cual es el inicio o base de la investigación. Es estructurado y orientado hacia hechos y delimitado en contexto del tiempo y espacio en que se desarrolla, de este modo la probabilidad de desviar o modificar la línea de investigación será mínima.
- 2) La justificación del problema de investigación consiste en explicar de manera argumentativa la razón, importancia y beneficios por los que resulta necesario realizar el estudio o investigación.
- 3) Los objetivos establecen la dirección en que se dirigirá la investigación y permiten estructurar el diseño de esta de acuerdo con sus alcances y limitaciones. Deben ser claros, objetivos y congruentes con las fases previamente establecidas para evitar cualquier tipo de confusión o desvío, siendo divididos en un general y, de ser necesario, uno o más particulares.
- 4) La estructuración del esquema de investigación es el plan de trabajo que se elabora después de que el proyecto ha sido aceptado. Se divide en capítulos y subcapítulos que permiten el desarrollo ordenado de la investigación evitando cualquier tipo de confusión, a pesar de esto el orden no es fijo, sino que puede ser modificado dependiendo de la información y datos obtenidos.

- 5) El marco teórico es el conjunto de principios, teorías, leyes, investigaciones, estudios y descubrimientos recopilados en el estado del arte que son relevantes en el área y dan sustento a la investigación. Su función es delimitar y sugerir guías que servirán como base para la elaboración de la hipótesis.
- 6) La hipótesis es una suposición con la que se intenta explicar, con base en criterios científicos, la relación entre dos o más hechos o variables de manera objetiva.
- 7) Una vez que los antecedentes teóricos han sido establecidos es diseñada la metodología que será empleada para cumplir el objetivo del proyecto de acuerdo con el tema de investigación. Los pasos que la conforman deben ser enunciados de manera clara y su estructuración requiere que el investigador se encuentre capacitado dentro del área. Los principales métodos utilizados de manera general en la ciencia son (Baena, 2017:41):
  - Deductivo: Obtiene conclusiones lógicas a partir de premisas generales previamente establecidas, lo que puede entenderse de manera simple como ir de lo general a lo particular.
  - Inductivo: Al contrario del método anterior, este obtiene conclusiones a partir de premisas, hechos u observaciones específicas, es decir, que va de lo particular a lo general.
  - Análisis: Separa al todo en diversos elementos
  - Síntesis: Por el contrario, inicia con elementos y los integra en un sistema o conjunto.
  - Comparativo: Examina las similitudes y diferencias entre las variables. Dicho método es utilizado dentro de la comparación forense de voz en acústica forense, área que será utilizada en el presente trabajo.
  - Histórico: Es empleada con el fin de estudiar, analizar y finalmente explicar de manera objetiva hechos ocurridos en el pasado.

- Descriptivo: A través de la observación sistemática consigue describir el estado de una serie de variables que componen a un hecho o fenómeno. Este método puede iniciar investigaciones complejas sobre el tema estudiado.
  - Explicativo: Implica análisis, síntesis e interpretación por parte del investigador debido a que es utilizado para determinar las causas u orígenes de un fenómeno, así como por qué sucede y bajo qué condiciones.
  - Experimental: En este método el investigador desempeña un papel activo durante la ejecución, manipula las condiciones del medio, así como las variables independientes. Su objetivo es obtener datos sobre un fenómeno del que no existe información previamente documentada y compararlos con el conocimiento preexistente en el área de estudio.
- 8) El diseño del cronograma es fundamental para mantener el orden de la investigación. Señala las etapas que seguirá el proyecto y el tiempo aproximado que será destinado para cada una.
  - 9) La penúltima etapa consiste en observar y registrar de manera sistemática los datos que fueron obtenidos durante la investigación con el fin de verificar la hipótesis planteada.
  - 10) En la última etapa se establecen las conclusiones. Estas son obtenidas al interpretar los datos con relación a la literatura existente en el campo. Es aquí donde la hipótesis es confirmada o rechazada de manera firme y razonable.
  - 11) Los anexos o gráficos son el contenido extra presentado al final de la investigación con el objetivo de ampliar o ilustrar la información.
  - 12) El glosario de términos es un compendio donde se explican los conceptos necesarios para el entendimiento del proyecto.
  - 13) En la bibliografía son mencionadas las fuentes documentales que el investigador utilizó durante su investigación.

Según Bunge (1959:11-23), el conocimiento obtenido por las ciencias fácticas se encuentra compuesto por un total de 15 características que fueron establecidas en su libro “La ciencia: Su método y su filosofía”:

- 1) Es fáctico: como su nombre lo indica, el conocimiento obtenido por esta área se encuentra basado en datos empíricos sin realizar interpretaciones por su valor subjetivo. La información obtenida a través de la investigación será incorporada en leyes o teorías como actualización o innovación, sin embargo, debe ser considerado que existe un grado de error ligado a la propia intervención humana en el objeto de estudio. Dicho grado de error es justificado con base en la suposición de que la realidad podría seguir existiendo sin necesidad de que el hombre pruebe su existencia. Debido a lo anterior es que resulta importante la elección y ejecución de la metodología con el fin de obtener resultados cercanos a los hechos acontecidos en el medio.
- 2) Trasciende los hechos: descarta, estudia, renueva y explica constantemente cada hecho de acuerdo con los avances científicos. Los hechos en que son basadas las nuevas suposiciones no pueden ser aislados, sino que deben repetirse en varias ocasiones e incluso ser reproducidos bajo control humano, es de este modo que un científico no puede basar nuevos datos en su experiencia personal o en aquellos considerados como mágicos, sino en un estudio respaldado por diversos colegas en la misma área y comparado con teorías previamente aceptadas.
- 3) Es analítico: no aborda un problema en su totalidad, sino que lo fragmenta en elementos o componentes específicos que posteriormente, cuando hayan sido estudiados de forma individual, serán analizados en conjunto para establecer su interdependencia y progresivamente utilizados para responder el problema inicial en su totalidad.
- 4) Es especializado: la especialización de la ciencia ha permitido estudiar a profundidad diversos problemas que comparten características en común. Esto en razón de que, como se ha mencionado antes, para que un hecho o dato nuevo sea aceptado dentro de la comunidad científica debe ser comparado con lo previamente establecido, lo

cual resulta ser sencillo cuando el científico se encuentra capacitado en una sola rama del conocimiento, sin embargo, aunque dicha separación entre áreas es útil no debe ser inflexible para causar el aislamiento de las mismas, sino que necesita promover el intercambio de nuevos descubrimientos, teorías, leyes y hechos entre ellas.

- 5) Es claro y preciso: la ciencia se encuentra estrechamente relacionada al progreso de la sociedad, es por esto que los investigadores procuran que las definiciones que la componen sean claras y precisas con el fin de disminuir la probabilidad de errores o vaguedades. Para esto el investigador debe comprender el problema; entender que un concepto aparentemente sencillo puede tornarse complicado al ser introducido e interpretado dentro de un área específica; que las definiciones deben ser razonables, convenientes y con relación al contexto estudiado; que derivado de lo anterior puede darse la creación de lenguajes artificiales compuestos por símbolos simples y con un significado determinado; y que los hechos, datos y fenómenos deben ser registrados de manera sistemática, cuantitativa y cualitativa para su posterior análisis.
- 6) Es comunicable: bajo la premisa de “si el conocimiento no se transmite muere” la ciencia cumple con la característica de ser comunicable, por tanto, evita la ejecución de investigaciones secretas por representar un retraso o estancamiento para el progreso científico y social durante largos lapsos de tiempo.
- 7) Es verificable: la ciencia es verificable dado que el método científico requiere que las suposiciones científicas sean comprobadas bajo examinación empírica antes de ser aceptadas como leyes. La examinación empírica no es sinónimo de experimentación, sin embargo, implica la elección adecuada del método que será utilizado para realizar el análisis con el fin de obtener resultados objetivos.
- 8) Es metódico: la investigación científica es metódica debido a que no es realizada de manera improvisada, sino que sigue un procedimiento previamente establecido que se basa en conocimientos vigentes y técnicas en constante actualización que han demostrado ser eficaces en el pasado. La ciencia tiene la libertad de modificar sus procedimientos cuando existan condiciones y sea posible o necesario, incluso es

capaz de emplear el azar como un paso dentro de la investigación sin afectar negativamente a la metodología.

- 9) Es sistemático: el orden es fundamental en cualquier investigación, es por esto que la ciencia es sistemática, permite fragmentar el problema, analizar sus partes, construir una estructura lógica más compleja y responder el problema inicial. De esta forma es posible innovar el conocimiento científico sustituyendo parcial o totalmente hipótesis y teorías previas cuando son encontrados nuevos descubrimientos.
- 10) Es general: para la ciencia los conocimientos aislados son inútiles. Su objetivo es buscar y relacionar hechos o fenómenos de manera lógica para conformar una teoría general sobre un área específica de estudio. Las experiencias individuales no son consideradas como conocimiento, sino que, para su admisión, es necesaria la repetición del fenómeno en varias ocasiones bajo distintas variables.
- 11) Es legal: la ciencia busca integrar en leyes generales los conocimientos que ha obtenido a través de sus investigaciones para contribuir al avance científico y social.
- 12) Es explicativo: uno de sus objetivos principales es explicar por qué los fenómenos o hechos suceden de la manera en que suceden y no de otra forma, de manera que la información obtenida pueda ser utilizada en favor al progreso científico y por consiguiente de la humanidad.
- 13) Es predictivo: la ciencia busca predecir hechos con base en leyes previamente establecidas, es decir, que para que suceda algún evento primero es necesario que existan ciertas condiciones. Dicha regla funciona cuando se trabaja con sistemas cerrados donde las condiciones del medio son casi o totalmente estáticas, sin embargo, en sistemas abiertos donde las condiciones del medio son variables es menos probable conseguir una predicción acertada. Lo anterior no es la única razón por la que una predicción puede fallar, al estar basada en leyes, teorías, hechos empíricos y sufrir de constantes actualizaciones, el conocimiento en que se basan las predicciones puede estar incompleto debido a los alcances científicos disponibles hasta ese momento y la inexactitud que algunas leyes podrían contener.

14) Es abierto: la ciencia es falible y capaz de progresar. Dado que toda noción científica se encuentra bajo constantes cambios debido al progreso de la propia naturaleza y sociedad, no existe una ley que no pueda ser refutada de manera parcial o total, lo cual permite a la ciencia continuar cumpliendo sus objetivos sin estancarse en resultados incorrectos o incompletos.

15) Es útil: la razón por la que la sociedad ha decidido apoyar a la investigación científica es porque a través de los años ésta ha demostrado ser útil al proporcionar conocimientos aplicables que han ayudado al progreso humano a través de la objetividad que caracteriza al campo científico.

La acústica forense se encuentra dentro del área de las ciencias fácticas, esto debido a que estudia los hechos y no se encuentra enfocada en estudiar ideas abstractas. Así mismo, las características previamente establecidas para describir a las ciencias fácticas son comprendidas dentro del campo de la acústica forense.

## **1.2 Pseudociencia**

La palabra pseudociencia ha sido utilizada para referirse al conocimiento que pretende ser reconocido como científico, pero fue obtenido a través de métodos dudosos cuyos fundamentos no son suficientemente sólidos y no sigue las leyes descritas hasta ese momento, por tanto, no puede ser considerado como confiable y tiene como consecuencia el estancamiento o retroceso en el progreso de la sociedad.

Durante años se ha buscado establecer un criterio de demarcación con el que sea posible diferenciar la ciencia de la pseudociencia, sin embargo, llegar a un consenso sobre la limitación entre ambas áreas no ha sido una labor sencilla. Un ejemplo de esto es presentado a continuación:

En 1981 en Estados Unidos, la legislatura del estado de Arkansas aprobó una ley mediante la cual se autorizaba impartir en las escuelas la teoría de la evolución y la teoría del creacionismo por igual a sus estudiantes. Esto causó problemas dentro de la comunidad científica al considerar que el creacionismo no debía ser impartido en las escuelas por violar la ley de educación laica. El caso llegó al juez federal William Overton, quien dirigió el

proceso para determinar si el creacionismo podía ser considerado como ciencia. En 1982 fue expedida la sentencia en que se calificó a dicha ley como inconstitucional con base en el carácter no científico del creacionismo.

A pesar de que no hubo apelación, existieron diversas críticas en contra de la sentencia, especialmente por parte del filósofo Larry Laudan. Su crítica no fue contra la inconstitucionalidad de la ley, sino contra los criterios que utilizó el juez para llegar a la sentencia, los cuales son citados por Olivé (2000/2004:48) y se enlistan a continuación:

- 1) La ciencia es guiada por leyes naturales;
- 2) Es explicativa por referencia a las leyes naturales;
- 3) Es contrastable con el mundo empírico;
- 4) Sus conclusiones son tentativas, es decir, no necesariamente constituye la última palabra (es falible);
- 5) Es falsable.

Para Laudan el problema recae en la intención de crear un criterio de demarcación constituido por condiciones inmutables que sean aplicables para cualquier conocimiento de manera estricta, siendo esto imposible de lograr ya que la ciencia, la sociedad y la tecnología se encuentran en constante progreso y cambio.

Fasce (2018: 34, 42, 57) Considera que realizar un *cluster* no es suficiente para lograr la diferenciación entre la ciencia y la pseudociencia. Agrupar las características compartidas por las áreas reconocidas actualmente como científicas presentaría un problema de complejidad debido a multicriterios y los diferentes métodos utilizados en cada área, concluyendo así en *items* contradictorios o redundantes. Por otra parte, este autor (2018:52) señala que algunos autores son flexibles respecto al cumplimiento de criterios mientras que otros presentan una postura estricta.

Dentro del campo científico existen una serie de sistemas a través de los cuales las hipótesis y datos son aceptados como conocimiento científico en su respectivo ámbito. Olivé (2000/2004:56) menciona que estos sistemas son conocidos como “tradiciones” por parte de los filósofos y están basados en los logros históricos o piedras angulares de sus propias disciplinas. Las tradiciones son modificadas con respecto al tiempo y avances científicos, por tanto, no son inmutables, sino que son actualizadas con relación a los nuevos descubrimientos en el campo científico.

Su función principal es establecer estándares o directrices para el tratamiento de los problemas a estudiar y, aunque no son una frontera entre la ciencia y la pseudociencia, intentan filtrar el conocimiento admitido dentro del campo científico, (Olivé, 2000/2004:57):

- 1) Las tradiciones establecen qué tipos de problemas son considerados legítimos, pero no sólo a nivel de comprensión del concepto, sino que evalúa al objeto de estudio, y los medios y técnicas que son adecuadas para tratar con él;
- 2) Los conceptos que serán utilizados como base para entender el problema deben estar basados en los llamados logros históricos o piedras angulares del área;
- 3) Establecen estándares sobre las técnicas, métodos y fines de la investigación.

Cada área científica tiene sus propias tradiciones que han sido generadas y modificadas en distintos momentos de acuerdo con la historia en sus propias investigaciones, es por esto que no pueden establecerse criterios inmutables sobre lo que se considera ciencia y pseudociencia que sean iguales para todas las materias. Lo que se puede concluir es que la ciencia es la única que cuenta con tradiciones, si el área de estudio no tiene tradiciones no sería ciencia.

### **1.3 Falsacionismo**

El falsacionismo, fundado por Karl Popper y explicado por Tovar (2019) sostiene que para que una hipótesis pueda ser considerada teoría o ley dentro del campo científico primero debe ser sometida a una contrastación empírica donde se busca falsar la hipótesis, lo que en términos comunes puede entenderse como buscar la excepción a la regla. Si esto se consigue la hipótesis queda como “falsada”, de lo contrario es categorizado como “no refutado”. Esto

se debe a que el falsacionismo considera que el conocimiento ha sido aprobado por la única razón de que hasta el momento no existen recursos suficientes para ser falsada.

Olivé (2000/2004:53) indica que su origen fue la necesidad de establecer una diferencia o límite razonable entre la ciencia y la pseudociencia, por tanto, fue considerado como parte fundamental del criterio de demarcación, sin embargo, existen diversas críticas sobre su eficacia para cumplir este propósito señalando que al establecer que todo conocimiento científico debe ser falsable deja la puerta abierta para algunas áreas de la pseudociencia.

Para que la hipótesis pueda ser evaluada adecuadamente, Tovar (2019) menciona que necesitan ser cumplidos los siguientes requerimientos: la teoría o ley debe contener conclusiones lógicas, una estructura general fundamentada en conocimiento previo, ser comparada con otras teorías o leyes y señalar en su estructura tanto los experimentos como las condiciones bajo las que puede ser contrastada con la realidad.

Finalmente, el falsacionismo no busca generar nuevo conocimiento, sino depurar a la ciencia al eliminar los errores encontrados en leyes y teorías con base en el fundamento de que la realidad se encuentra en constante cambio.

En conclusión, establecer un criterio de demarcación que delimite a la ciencia es un tema complejo para filósofos y científicos expertos en el área. Este problema es acrecentado cuando se pretende que el juez de control, quien no se encuentra obligado a poseer conocimiento especializado en ciencia, es designado como la figura encargada para la admisión de pruebas científicas dentro del proceso. Dicho cargo puede provocar que el juez recaiga en la figura del científico amateur o en la sobrevaloración de la prueba, finalizando en consecuencias al dictar sentencia.

## **Capítulo 2. La Prueba Científica En El Sistema Penal Acusatorio**

El sistema procesal, según explica Ponce (2019:21-23) ha evolucionado a lo largo de la historia iniciando con el sistema procesal acusatorio, caracterizado por sus principios de publicidad, contradicción, inmediación, continuidad y concentración. Es reconocido como el primer sistema procesal con registros que datan del antiguo Egipto, la Grecia democrática, los tiempos prehispánicos de América y la Roma republicana. Los registros encontrados de esta última contienen descripciones sobre la ejecución del proceso, el cual comprendía el desahogo de manera oral y pública ante el pueblo asistido por un grupo de ancianos reconocidos como expertos.

Por el contrario, el sistema procesal inquisitorial solamente es público durante la ejecución de la pena por lo que no considera a la transparencia como principio fundamental, es escrito, prolongado y no existe una audiencia de debate. Dentro de este sistema el acusado es considerado como culpable desde el inicio del proceso hasta que demuestre su inocencia.

El tercer sistema y de creación más reciente respecto a los previamente mencionados es el sistema mixto, el cual en un inicio tomó elementos de los dos anteriores inclinándose hacia el sistema acusatorio, pero conservando la parte escrita y el resguardo de información característicos del sistema inquisitivo, sin embargo, con el paso del tiempo fue orientado hacia el sistema inquisitivo adoptando más similitudes entre ellos.

El principio de publicidad era imposible de cumplir dada la dificultad de conocer el proceso sin ser parte procesal, podía ser prolongado eliminando la concentración y continuidad. El juez no participaba directamente, sino que lo hacían sus auxiliares impidiendo el principio de inmediación; y finalmente, no era necesaria la presencia de la defensa durante la recabación de pruebas por lo que el principio de contradicción tampoco existía.

El 18 de junio de 2008 el artículo 20 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1917) fue reformado en su primer párrafo señalando que el proceso penal será acusatorio y oral. Así mismo, estableció que será regido por los principios de publicidad, contradicción, concentración, continuidad e inmediación, dichos principios son explicados en el Código Nacional de Procedimientos Penales (2014):

- 1) Artículo 5, principio de publicidad: Las audiencias serán públicas (a excepción de lo señalado por el mismo código) para el público general y los medios de comunicación, estos últimos deberán asistir bajo las condiciones que determine el Órgano jurisdiccional.

En el artículo 64 son establecidas las excepciones al principio de publicidad:

- Si existe probabilidad de que la integridad de alguna de las partes o de las personas citadas a participar en la audiencia sea afectada,
- Si la seguridad pública o nacional pueden ser afectadas,
- Si peligran un secreto oficial, particular, comercial o industrial, cuya revelación indebida sea punible,
- Si el Órgano jurisdiccional lo estima conveniente;
- Si es afectado el Interés Superior del Niño y de la Niña en términos de lo establecido por los Tratados y las leyes en la materia,
- Cualquier otra que será fundada y motivada en audiencia.

- 2) Artículo 6, principio de contradicción: se basa en la igualdad entre las partes. Ambas podrán conocer, controvertir y confrontar los medios de prueba, además de oponerse a las peticiones y alegatos de la otra parte. Esto garantiza que todas las partes tengan control y conocimiento de los medios de prueba.

- 3) Artículo 7, principio de continuidad: las audiencias se llevarán a cabo de forma continua, sucesiva y secuencial. El proceso penal se encuentra dividido en etapas por lo que es necesario concluir la anterior para comenzar la siguiente. Una vez que ha sido superada la etapa, esta no puede ser reabierta.

- 4) Artículo 8, principio de concentración: las audiencias deben ser desarrolladas en el mismo día o en los días consecutivos hasta su conclusión, de este modo el Juez conserva en la memoria la información desahogada durante la audiencia y es capaz

de dictar sentencia. Así mismo, el proceso no es dilatado o extendido más allá del tiempo meramente necesario.

- 5) Artículo 9, principio de inmediación: el Juez y las partes que deban intervenir deberán estar presentes en todas las audiencias que sean efectuadas durante el proceso. De esta forma el Juez es capaz de realizar una efectiva valoración de la prueba y permite a las partes desarrollar el ejercicio de contradicción. En ningún caso el Juez podrá delegar a otra persona sus funciones, siendo éstas la admisión, desahogo y valoración de las pruebas, ni la emisión y explicación de la sentencia.

Además de estos principios, el Código Nacional de Procedimiento Penales comprende cinco más, los cuales son:

- 1) Artículo 10, principio de igualdad ante la ley: todas las personas que intervengan en el proceso tendrán las mismas oportunidades para sostener la acusación o la defensa. En ningún momento podrán ser discriminadas, ni sus derechos podrán ser anulados a causa de cualquier aspecto que atente contra su dignidad humana.
- 2) Artículo 11, principio de igualdad entre las partes: todas las partes tendrán las mismas oportunidades de actuar dentro del proceso sin que una tenga una posición superior sobre otra.
- 3) Artículo 12, principio de juicio previo y debido proceso: una persona puede ser condenada o sometida a una medida de seguridad únicamente después de haber sido juzgada ante un Órgano jurisdiccional mediante un proceso imparcial, con apego a los derechos humanos y que haya seguido las leyes previamente establecidas.
- 4) Artículo 13, principio de presunción de inocencia: el imputado será tratado como inocente a lo largo de las etapas del proceso hasta que sea sentenciado por el Órgano jurisdiccional correspondiente.
- 5) Artículo 14, principio de prohibición de doble enjuiciamiento: una vez que el proceso de una persona haya concluido, esta no podrá ser juzgada nuevamente por los mismos hechos.

La aplicación de este sistema no tiene como objetivo establecer un castigo, sino solucionar los conflictos de manera eficiente. Protege los derechos de las personas implicadas, parte de una acusación en que la parte acusadora debe fundamentar y demostrar sus razones para señalar al imputado y se concede a este último el poder de defenderse apropiadamente.

## **2.1 Prueba**

La palabra prueba, de acuerdo con Taruffo (López, 2022: 49) puede ser entendida bajo dos enfoques: el primero, como experimento y el segundo, como demostración de un hecho cuyo objetivo es argumentar la verdad o falsedad de una postura. Si este concepto es encaminado hacia el ámbito del derecho penal, la definición se vuelve más específica: el abogado y profesor uruguayo, Eduardo Juan Couture (1958:217) señala que “la palabra prueba tomada en un sentido procesal, es un medio de verificación de las proposiciones que los litigantes formulan en el juicio”; por otra parte, la Real Academia Española define a la prueba como una “justificación de la verdad de los hechos controvertidos en un juicio, hecha por los medios que autoriza y reconoce por eficaces la ley” (s.f., definición 12) y, finalmente, para Gascón (2015:4) es “una actividad racional tendente a reconstruir los hechos efectivamente acaecidos, pero al mismo tiempo como fuente de un conocimiento probable”.

En el caso de México, para que una prueba pueda ser admitida es necesario que la investigación de donde fue obtenida haya sido encaminada respetando los lineamientos establecidos dentro del Código Nacional de Procedimientos Penales, entre los cuales se encuentra principalmente el respeto a los derechos humanos.

Este mismo código no utiliza el término único de “prueba” dentro del proceso, sino que su uso depende de la etapa procesal en que se encuentre, siendo estos: dato de prueba, medio de prueba y finalmente prueba. Cada uno es definido a continuación con base en las descripciones realizadas por el Código Nacional de Procedimientos Penales (2014, artículo 261) y Nahuatt (2014:165):

El dato de prueba se refiere al contenido de un medio de convicción que se considera idóneo para demostrar de forma razonable la existencia de un hecho delictivo y la probable participación de los imputados en él pero que aún no ha sido desahogado ante el Órgano

jurisdiccional.

El medio o elemento de prueba es la información que ha sido admitida por el Juez para ser posteriormente desahogada en audiencia de acuerdo con las formalidades procedimentales. Este término es comúnmente confundido con fuente de prueba, sin embargo, son conceptos distintos. La fuente de prueba es entendida como el lugar, objeto o persona de donde se obtuvo la información; es decir, un testigo es una fuente de prueba, su testimonio es un dato de prueba y de ser admitido en el proceso se convierte en medio de prueba.

La prueba es la información que ha sido desahogada en una audiencia bajo los principios de contradicción e inmediación con el fin de convencer al juez sobre la existencia o inexistencia de los hechos aun cuando pueda o no coincidir con la realidad.

Estos términos son utilizados por el sistema procesal como un filtro con el que únicamente debería ser admitida la información que resulte ser útil y confiable para tomar una decisión en la siguiente etapa; sobre esto, Alsina (1958:227) dice que:

El conocimiento del juez no se forma, por lo regular, a través de un solo medio de prueba, sino que es la consecuencia de una elaboración mental de reconstrucción mediante la confrontación de los distintos elementos de juicio que las partes le suministran.

Dentro de las pruebas utilizadas por las partes son incluidas las llamadas pruebas científicas, las cuales también deben superar los filtros antes mencionados para llegar a ser desahogadas en juicio, sin embargo, si no existe una definición limitante sobre lo que es la ciencia dentro del derecho ¿cómo podría realizarse la admisión de estas pruebas?

## 2.2 Prueba Pericial

La prueba pericial, de acuerdo con Vázquez (2015:37) es “una forma de traer información experta al proceso mediante un tercero ajeno a la causa”, dicha información es especializada en el área requerida, pudiendo ser científica, artística, técnica o práctica. Su objetivo es interpretar datos de forma objetiva e imparcial que sirva como apoyo a la hipótesis de las partes. Flores (como se citó en Martonelli, 2017:130) establece que “lo que distingue a la pericial del resto de los medios de prueba es que la pericial intenta lograr la convicción del tribunal respecto de hechos técnicamente complejos, o sobre aspectos especializados de hechos determinados”, por “hechos técnicamente complejos” deben ser entendida la información que requiere la interpretación de un experto en la materia para ser utilizada dentro del proceso.

El peritaje expedido por el perito debe ser imparcial y objetivo, por tanto, este no debe ser testigo directo o indirecto de los hechos del caso en el que se ha solicitado su intervención, sus prejuicios o ideas personales no deben interferir con su opinión y no debe tener interés personal en el proceso. Dicho interés puede ser comprendido bajo los siguientes supuestos: que tenga algún tipo de relación (amistad, parentesco, enemistad) con las partes; o le haya sido prometido un pago extraordinario por el resultado del dictamen (Martonelli, 2017:133).

Según lo establece el Código Nacional de Procedimientos Penales (2014) en su artículo 369, el perito debe poseer un título oficial que lo certifique en la materia requerida si la pericial se encuentra reglamentada, en caso contrario dicha certificación no es requerida. Sin embargo, preferentemente el perito debe pertenecer a un gremio o agrupación relativa a la actividad.

El dictamen pericial debe contener el estudio solicitado con el planteamiento del problema, junto con los rubros correspondientes a: el destinatario, nombre y especialidad del perito, la metodología empleada, las condiciones de la persona, indicio o muestra, los resultados, y su conclusión con sus respectivos fundamentos. Sin embargo, ningún dictamen es decisivo por sí mismo durante la audiencia.

## 2.3 Prueba Científica

El progreso tecnológico, el cambio social y el avance dentro de las ciencias forenses han obligado al sistema penal actual a realizar diversas modificaciones en su estructura. Entre ellas se encuentra la necesidad de contar con medios que permitan obtener información confiable sobre un hecho, los implicados y cualquier otro dato que precise el juzgador para emitir una sentencia justificada con base a la valoración racional y lógica.

La prueba científica exige al perito experiencia y formación particular en el área de la ciencia que sea necesaria. Sobre esto, Midón (2007, como se citó en Gozáni, 2015:2) define a la prueba científica como:

Elementos de convicción que son el resultado de avances tecnológicos y de los más recientes desarrollos en el campo experimental, que se caracterizan por una metodología regida por principios propios y de estricto rigor científico, cuyos resultados otorgan una certeza mayor que el común de las evidencias.

Por esta razón, la prueba científica ha sido cada vez más utilizada dentro de las investigaciones penales convirtiéndose en la fuente principal de información para los Órganos jurisdiccionales. Sin embargo, desde una perspectiva opuesta, ha tenido como consecuencia la sobrevaloración de la prueba que, en palabras de Gascón (2010:84) ha creado un sistema donde la prueba es fundada con base en la autoridad de los expertos, acrecentando la creencia sobre la infalibilidad de la prueba y su utilidad para identificar plenamente un individuo u objeto a partir de vestigios.

Dentro del ámbito judicial, Vázquez (2014:66) indica que la ciencia debe ir acompañada de un control que permita el uso de información que sea relevante y fiable, sin embargo, la “fiabilidad” puede ser entendida como sinónimo de “credibilidad” la cual, de acuerdo con la autora, es “una cuestión eminentemente motivacional y no cognitiva” que recae en la confianza concedida por el juez hacia el perito. La fiabilidad real de estas pruebas depende en gran medida de su aplicación, grado de subjetividad, calidad de la muestra, control de variables y diversos factores.

De acuerdo con Taruffo (Citado en Gozaíni 2015:5):

El *proprium* de la prueba científica puede encontrarse en el hecho de que ésta implica el empleo de conceptos, informaciones, experimentos y criterios que exceden el ámbito de la cultura media, así como el particular nivel de validez y fiabilidad que habitualmente se le atribuyen a las nociones confirmadas científicamente.

Sobre lo anterior, de acuerdo con Prieto y Delgado (2010: 67,70):

- La exactitud o validez mide la capacidad de un sistema para estimar las propiedades requeridas.
- La precisión o fiabilidad mide la capacidad del sistema para obtener el mismo resultado bajo las mismas variantes en cada repetición. Esto se traduce en una baja probabilidad de falsos positivos y falsos negativos.

Por otra parte, Vázquez (2014:66) menciona que la relevancia consiste en que un hecho es relevante para otro si el primero es la causa o efecto del segundo, o cuando el primero hace más probable o improbable la existencia del segundo de forma demostrable.

La prueba científica representa una problemática para el proceso penal dado que ningún órgano jurisdiccional está en condiciones de conocer los parámetros de validez y fiabilidad en cada prueba presentada. Además, que ningún juez puede ir más allá de los límites enmarcados por el derecho, un obstáculo que se ubica en el hecho de que hasta ahora no existe una definición legal adecuada (son fragmentarias) o regulación concreta (son orientados mayormente hacia la metodología para recolección y traslado de muestras, es decir, su calidad) para definir qué es considerado ciencia dentro del área penal. Es así que no hay límites adecuados para establecer y juzgar cuáles prácticas son consideradas como ciencia y cuáles no lo son.

Con el fin de resolver dicha problemática fueron creados los estándares de científicidad. Los más famosos fueron estructurados a razón de los casos que el sistema estadounidense no fue capaz de resolver utilizando las leyes previamente establecidas y que, según lo indica Alcoceba (2018:229), en este país fue la primera vez que se intentó dar significado “al

concepto jurídico de ciencia aplicable en el marco del proceso judicial y la actividad probatoria”.

En conclusión, la prueba científica, como su nombre lo indica, es requerida durante el análisis meramente científico de indicios, mientras que la prueba pericial abarca áreas de ciencia, arte, técnicas u oficios. Es así, que una prueba científica es una prueba pericial, pero una prueba pericial no siempre es una prueba científica.

### **Capítulo 3. La Ciencia En El Derecho**

Actualmente no existe una definición o regulación concreta en el área del derecho con respecto a las limitaciones de lo que debe ser considerado como ciencia dentro de la rama penal. Ambas (ciencia y derecho) tienen el objetivo común de servir como apoyo y fundamento al juez para llegar a la sentencia, sin embargo, son distintas entre ellas, lo cual para Taruffo (como se citó en Gozaíni, 2015:3) representa el inicio del problema para definir a la ciencia dentro del derecho:

La ciencia está orientada al descubrimiento, la confirmación o la falsificación de enunciados o leyes generales que se refieren a clases o categorías de distintos eventos.

Al contrario, el proceso se halla limitado a enunciados relativos y a circunstancias de hecho, seleccionadas y determinadas por criterios jurídicos, es decir, referidos a normas aplicables al caso concreto, de modo que el proceso –a diferencia de las ciencias de la naturaleza- se presenta con carácter ideográfico.

Así mismo, Taruffo (parafraseado en Gozaíni, 2015:2) expone una segunda problemática: las ciencias a las que se refiere como “ciencias duras” no son un problema para el juzgador dado que el uso de números para presentar sus resultados genera mayor confianza; por el contrario, las ciencias que denomina como “ciencias humanas” contienen resultados basados en la interpretación del examinador y en consecuencia representan dificultad para ser presentadas ante el Órgano Jurisdiccional.

El exceso de confianza en las ciencias duras resulta perjudicial al no suponer la necesidad de establecer un control sobre las pruebas que provienen de ellas. Ningún área científica se encuentra exenta de presentar un margen de error aunado a distintos factores y, por tanto, cabe la probabilidad de que sus conclusiones sean incorrectas. Para determinar el grado de confianza de una pericial no es relevante la materia sobre la que versa, todas las pruebas deben ser evaluadas bajo los criterios de su propia área. Sobre esto, el PCAST (2016:1) señaló la necesidad de que exista claridad sobre los estándares científicos para la validez y fiabilidad de los métodos forenses, así como la necesidad de evaluar métodos forenses específicos para determinar si se ha establecido científicamente que son válidos y confiables.

Definir a la ciencia dentro del derecho no es una tarea fácil, es necesario entender qué es la ciencia, qué comprende, cómo es que interviene en el proceso, de qué manera ayuda al juzgador, qué debe incluir para ser útil y todas las variables necesarias para establecer (cercanamente) lo que debería ser admitido como prueba científica. Dentro del proceso, el Comité de Identificación de las Necesidades de la Comunidad de Ciencias Forenses, Consejo Nacional de Investigación (2009:107-108), concluyó que mucha de la evidencia es introducida en juicios penales sin validación científica significativa, determinación de tasas de error, o pruebas de confiabilidad para explicar los límites de la disciplina.

La jurisprudencia norteamericana ha sido una de las que ha conseguido establecer un vínculo entre la ciencia y el derecho con la creación de los estándares de científicidad, los cuales han intentado establecer requerimientos sobre la calidad científica de las pruebas presentadas utilizando como base los criterios que resultaron ser pertinentes dependiendo de las deficiencias del caso por el que fueron originalmente elaborados y al que trataron de dar solución. Encontrándose entre los más populares al estándar Frye y Daubert en conjunto con las Reglas Federales de la Evidencia.

### **3.1 Estándar Frye**

El estándar Frye, conocido comúnmente como “estándar de aceptación general”, fue un estándar de científicidad establecido en 1923 a partir del caso “Frye vs United States” y dominó las cortes en Estados Unidos hasta el caso Daubert vs. Merrell Pharmaceuticals, Inc. Su propósito fue delimitar a las pruebas científicas a través de un único criterio. Lo que, de

acuerdo con Cain et al. (2020) tuvo como consecuencia que métodos como el voiceprint, el cual, según Hollien (2002:71), poseía una metodología misteriosa, fueran admitidos en algunas cortes y utilizadas como parte del fundamento para dictar sentencia.

### ***3.1.1 Historia Del Caso***

En 1920, James Alphonzo Frye fue condenado por homicidio en segundo grado contra el Doctor R. W. Brown, médico y presidente de la aseguradora National Benefit Life Insurance Company. Cornell Law School (s.f.) define al asesinato en segundo grado como el acto que termina con la muerte de la víctima sin que esta sea planeada o premeditada, es resultado de un impulso o provocada por la intención de causar un daño físico grave sin tener la muerte como objetivo.

Los hechos que fueron materia del caso sucedieron el sábado durante la noche. El testimonio indicó que el Dr. Brown recibió 4 llamadas a lo largo del día y que durante la noche el Dr. Jackson, quien estaba alojado temporalmente en su hogar, permitió el acceso a un hombre a la casa, al cual describió como un joven de 24 o 25 años, piel morena clara, con un peso alrededor de 61 Kg y vestido con un traje marrón oscuro. El Dr. Brown y el desconocido mantuvieron una conversación hasta que, según el testimonio del Dr. Jackson, escuchó cuatro disparos. Posteriormente fue encontrado un revólver calibre .45 cerca del cadáver y huellas dactilares sobre los ladrillos.

Meses antes, el Dr. Brown había recibido una carta con amenazas donde le fue exigido que dejara dinero dentro de Union Station. El Dr. Brown había llamado a la policía y un detective fue asignado para dejar el dinero en la ubicación referida, sin embargo, nadie asistió a recogerlo.

Para el periodo en que fue abierto el caso, James Alphonzo Frye había sido acusado de robo en dos ocasiones: La primera por falsificar el nombre de un soldado en un cheque de compensación del gobierno y la segunda por robar un reloj y un anillo a un vendedor de Indianápolis.

Los indicios encontrados llevaron a interrogar a Frye sobre el asesinato del Dr. Brown. Este confesó haber disparado al médico debido a un desacuerdo por el costo de una receta, el

precio eran dos dólares, pero Frye sólo tenía uno, así que ofreció su pistola como pago, sin embargo, el médico no aceptó e inició una pelea física con Frye, fue entonces cuando disparó.

Existen contradicciones dentro de los testimonios que cuestionan la veracidad de la historia, incluso el propio Frye afirmó haber mentido en su primera confesión alegando su inocencia. Se presume que el Detective *Sgt. Jones* acordó retirar los cargos de los robos si Frye tomaba la responsabilidad por el homicidio. La familia del Dr. Brown había ofrecido una recompensa de \$1000 dólares a quien encontrara al asesino, así que el detective cobraría la recompensa para repartirla entre ambos y con base en una coartada, Frye saldría inocente en el caso del homicidio, no obstante, la conspiración entre ambos nunca fue comprobada.

La prueba más destacada en este caso y detonante para estructurar el estándar Frye fue el polígrafo. Su funcionamiento consiste en medir la presión sistólica asignando un valor cuantitativo a la presión que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias cuando el corazón late. Está fundamentada bajo la siguiente base teórica explicada en Weiss (2014): la presión sistólica es influenciada por el cambio de emociones del testigo. Según los estudios científicos de ese entonces el enojo, el miedo y el dolor provocan un aumento de presión que, legalmente y de acuerdo a la época, era entendido como culpabilidad y falsedad. La verdad es espontánea y sin esfuerzo, mientras que la mentira requiere elaboración. En ambos casos los valores de presión aumentan, sin embargo, el primero provoca un aumento más bajo que el segundo, además que, durante la mentira dicho aumento es constante a lo largo de la evaluación, mientras que cuando se dice la verdad el registro de presión sistólica comienza siendo alto y con el transcurso de la prueba disminuye gradualmente.

El Dr. William Moulton Marston, psicólogo e inventor del llamado “detector de mentiras”, accedió a realizar la prueba de forma gratuita con el objetivo de librar al acusado de la pena de muerte. El resultado obtenido confirmó que la historia sobre la inocencia de Frye era verdadera, sin embargo, este resultado no provocó que fuera exonerado debido a que:

- la prueba fue realizada antes del juicio dentro de la prisión, no fue repetida en audiencia y el experto no tuvo oportunidad de testificar durante la misma debido a que el Juez negó la solicitud de la defensa para repetir la prueba alegando que era demasiado tarde;

- para ese momento el polígrafo aún no contaba con validación científica, es decir, se encontraba bajo experimentación;
- el Dr. John Larson, pionero en poligrafía, escribió al Dr. Marston describiendo los valores atípicos en la base de datos empleada e informó sobre los casos en que el polígrafo no detectó cambios en la presión sistólica a pesar de que se sabía que el paciente mentía.

Todo lo anterior fue suficiente para desacreditar la única prueba que Frye y la defensa tenían a su favor.

El invento del Dr. Marston no consiguió demostrar la inocencia de Frye, pero fue suficiente para modificar el delito por el que era perseguido. Inicialmente había sido procesado bajo el cargo de homicidio en primer grado, que es definido por Cornell Law School (s.f.) como un acto completamente premeditado y planeado con la intención de matar; la duda sobre la veracidad de la declaración de inocencia fue suficiente para que el jurado cambiara el tipo penal a homicidio en segundo grado.

Frye fue declarado culpable y condenado a cadena perpetua, aunque después de 18 años en prisión, en 1939, consiguió la libertad condicional. Durante ese tiempo continuó alegando su inocencia.

### ***3.1.2 Lineamientos Del Estándar***

En 1923 los abogados de Frye entregaron una apelación a la Suprema Corte donde alegaron sobre la validez de la prueba de polígrafo que había sido utilizada en el caso Frye. Su apelación se elaboró basada en lo siguiente:

La regla indica que las opiniones de peritos o testigos expertos son admisibles como prueba en aquellos casos en que la materia de la investigación sea tal que es improbable que las personas sin experiencia en el área demuestren ser capaces de formarse un juicio correcto a causa de que el objeto de la investigación se encuentra dentro de una ciencia, arte u oficio que requiera un hábito, experiencia o estudio previo para adquirir el conocimiento necesario. Cuando la pregunta involucrada no se encuentra dentro del rango de la experiencia o

conocimiento común, sino que requiere experiencia o conocimientos especiales, las opiniones de testigos expertos en esa ciencia, arte u oficio en particular al que se refiere la pregunta son admisibles como prueba (Traducido de Frye v. United States, No. 3968, D.C. Cir. 1923).

Lo anterior señala que una prueba pericial es necesaria y útil cuando existe la posibilidad de que una persona no familiarizada y sin experiencia en el campo de estudio no pueda entender la relación de esta con el hecho.

El Tribunal respondió de la siguiente manera a lo anteriormente descrito:

El momento justo en que un principio o descubrimiento científico cruza la línea entre la etapa experimental y demostrable es difícil de definir. En algún lugar de esta zona de penumbra la fuerza probatoria del principio debe ser reconocida, y aunque los tribunales recorrerán un largo camino para admitir el testimonio pericial deducido de un principio o descubrimiento científico bien reconocido, la prueba a partir de la cual se hace la deducción debe estar suficientemente establecida para haber ganado aceptación general en el campo particular al que pertenece (Traducido de Frye v. United States, No. 3968, D.C. Cir. 1923).

A partir de esta respuesta se determinó que la prueba del polígrafo utilizada se encontraba en la línea de incógnita, aún no contaba con estudios psicológicos ni fisiológicos para ser utilizado como prueba ante en juicio, no era aceptada por la comunidad científica y, por tanto, no fue aceptada dentro del proceso.

La regla fue citada en numerosos casos donde la prueba utilizada continuaba en fase de experimentación. Con todo lo anterior, fue establecido lo que hoy se conoce como estándar Frye o estándar de aceptación general, el cual establece un único requerimiento que la prueba científica es aceptada exclusivamente en caso de que el método o técnica empleada tenga aceptación general por parte de la comunidad científica.

### ***3.1.3 Críticas Al Estándar***

Los expertos indican que evaluar pruebas bajo el estándar Frye trae consigo estrechas limitaciones:

- Cappellino (2021) señala que la admisibilidad no depende de la calidad de la prueba en sí misma, sino que recae en el reconocimiento otorgado por la comunidad científica del área estudiada y la experiencia del perito.
- Dado su único requerimiento sólo deberían ser evaluados los nuevos conocimientos científicos, ya que si la prueba fue aceptada previamente en una audiencia no debería ser evaluada en casos posteriores a menos que la comunidad científica concuerde en que la técnica ha sido superada.
- La calidad de la prueba no depende de la aceptación científica, sino de la ejecución particular del perito.
- Alcoceba (2018: 230) explica que no permite la admisión de pruebas que no han sido aceptadas por la comunidad científica debido a su novedad, pero no a su falta de fiabilidad y validez.

### **3.2 Estándar Daubert**

En 1993 la corte de California brindó al mundo uno de los estándares de científicidad más famosos a la fecha como consecuencia del caso Daubert vs. Merrell Pharmaceuticals, Inc. De acuerdo con López (2022:57), fue “establecido por las cortes estadounidenses como criterio para decidir sobre la admisibilidad de pruebas científicas”. Su importancia en esta tesis radica en el impacto que tuvo con relación al estándar Frye que permitió la admisión del voiceprint años atrás.

### ***3.2.1 Historia Del Caso***

En 1989 los padres de los menores Jason Daubert y Eric Schuller, presentaron una demanda en contra de la farmacéutica Merrell Dow en la cual se decía que el fármaco Bendectin, producido y comercializado por la farmacéutica, había sido el responsable de las malformaciones de nacimiento en sus hijos (reducción de miembros).

El fármaco es actualmente conocido como Diclegis, y es indicado contra las náuseas a mujeres gestantes que no son capaces de soportar o controlar por otros medios las molestias del embarazo.

Los demandantes presentaron estudios hechos por ocho expertos para confirmar el efecto del medicamento sobre sus hijos, entre los cuales se encontraban estudios *in vivo* en que el fármaco causó malformaciones en animales dentro del útero; estudios *in vitro* utilizando células en laboratorio; un análisis comparativo sobre la estructura química del Bendectin con sustancias confirmadas como causantes de malformaciones; y finalmente, un reanálisis, catalogado como “meta-análisis”, no publicado de estadísticas humanas sobre los efectos del Bendectin en la población, este último fue elaborado y presentado por la médica Shanna Swan.

En contraparte, la farmacéutica presentó el testimonio experto del médico y epidemiólogo Steven H. Lamm, quien informó sobre la nula relación del Bendectin en malformaciones basado en su revisión de 30 estudios publicados en revistas especializadas donde fueron involucrados 130,000 pacientes.

Bajo el estándar Frye, el cual dominaba las cortes en esa época, el estudio estadístico presentado por la médica Shanna Swan no tenía validez, si bien, había tomado datos estadísticos de estudios publicados anteriormente, el suyo fue elaborado con el fin de ser presentado ante un tribunal, no ante una autoridad de su mismo campo, por tanto, no contaba con la aceptación científica general y no fue aceptado como prueba. Bajo este argumento se concluyó que la parte demandante no presentó evidencia para demostrar la relación entre el fármaco y las malformaciones.

En 1991 los padres de Jason Daubert y Eric Schuller apelaron al caso ante el Tribunal de Apelaciones del Noveno Circuito en San Francisco, California, alegando que el Tribunal de Distrito había utilizado el estándar equivocado para la admisión de pruebas. El argumento se basó en que debieron seguirse los lineamientos de las Reglas Federales de la Evidencia establecidas por el Congreso de los Estados Unidos en el estatuto de 1975 en vez del estándar Frye establecido en 1923. Sin embargo, algunos eruditos en Derecho argumentaron que estas reglas permitían la admisión de pseudociencia en la corte dado que (en ese momento) no era necesario que la evidencia estuviera basada en altos estándares. La apelación no modificó la decisión tomada y el fallo fue reafirmado.

En 1993 los padres de ambos menores apelaron el caso ante la Corte Suprema de los Estados Unidos en Washington D.C. Para este punto la discusión principal estaba orientada hacia qué estándar debía ser aplicado en los tribunales para guiar la admisibilidad científica de la prueba, la relación del fármaco con las malformaciones de nacimiento había pasado a segundo plano. Fue en esta apelación en que se resolvieron los siguientes puntos:

1. Se detallaron los antecedentes del caso y se determinó el uso de las Reglas Federales de la Evidencia (FRE) sobre el estándar Frye al haberlo superado, especialmente la aplicación de la Regla 702;
2. El juez, independientemente del estándar utilizado, debe valorar la fiabilidad y relevancia de la prueba presentada, así como de la metodología empleada sin confiar exclusivamente en las conclusiones. Además, fueron establecidos los criterios que terminarían por conformar al estándar Daubert;
3. En este punto fue discutida la valoración científica de la prueba. La opinión mayoritaria dividió los argumentos en dos partes:
  - La primera posición afirmó que abandonar el estándar de aceptación general (Frye) daría paso a presentar “mala ciencia” en los juicios, sin embargo, el tribunal lo desestimó debido a que el sistema judicial no tiene la capacidad para distinguir buena o mala ciencia;

- La segunda posición versó en que el papel de los jueces para determinar la admisibilidad de la prueba podría entorpecer la búsqueda de hechos. Esto concluyó en que, aunque esta situación ocasionalmente puede evitar que ciencia válida llegue al juicio, permite la resolución de disputas legales a pesar de que esta decisión deba ser tomada rápidamente.
4. Fue anulada la decisión en la apelación de 1991 y devolvió el caso al Noveno Circuito para reconsideración.

Finalmente, en 1995 el caso fue desistido por falta de pruebas.

### ***3.2.2 Lineamientos Del Estándar***

Antes de 1993, el estándar Frye fue dominante en las cortes estadounidenses hasta que el caso Daubert volvió evidentes sus deficiencias. A pesar del uso y popularidad del estándar Daubert, este no capacita al juez para otorgar el carácter científico a la prueba presentada, su función es señalar los atributos generales que debe tener la prueba científica. Sobre esto, Cossío (citado en Carina, 2016:90) explica que el verdadero propósito del estándar Daubert es que “constituye un antecedente que destaca la importancia de la metodología que se utiliza por los científicos para llegar a conclusiones aceptables”.

El estándar Daubert se encuentra compuesto por 4 principios, los cuales son presentados a continuación:

- 1) Si la técnica o teoría del perito puede ser probada y evaluada de manera empírica;
- 2) Si la técnica o teoría ha sido sujeta a revisión por pares y publicada, (si ha sido sujeta a control);
- 3) Si es posible conocer el margen de error de la técnica;
- 4) Si la técnica o teoría ha sido aceptada por la comunidad científica (o perteneciente al área del conocimiento en cuestión; de acuerdo con la trilogía Daubert, este requerimiento no es exclusivo de la comunidad científica).

### ***3.2.3 Críticas Al Estándar***

Este sistema de evaluación ha sido utilizado como base para tomar decisiones en diversos casos penales, sin embargo, tal como menciona Gómez (2016:91) contiene varias deficiencias dentro del campo práctico. Permite un alto nivel de subjetividad en la admisión de pruebas debido a que no todos los jueces poseen la misma capacitación para comprender temas complejos de orden científico o técnico, por lo que no son capaces de realizar la misma apreciación, aunque se trate de la misma prueba. Además, según este mismo autor (2016:91) “el hecho de que existan muchas publicaciones sobre un determinado tema científico no es suficiente para otorgar valor pleno a una teoría científica”.

A diferencia de Frye, Daubert obliga a los jueces a verificar los métodos utilizados por el perito. Esto otorga una gran responsabilidad al juzgador en un conocimiento fuera de su área de capacitación, lo que podría llevar a algunos a convertirse en “científicos amateurs” y utilizar el estándar no como una guía, sino como una lista de requerimientos obligatorios que resultan en un alto nivel de exigencia.

Los críticos más duros han señalado que concede a los jueces la oportunidad de tomar una decisión no basada en una normativa, sino en el criterio individual derivado de la interpretación particular de los criterios del estándar.

Lo anterior no quiere decir que el estándar deba ser ignorado o abandonado, por el contrario, se debe seguir estudiando y modificando de modo que se adapte al sistema penal y permita un mejor filtro de pruebas.

### ***3.2.4 La Trilogía Daubert***

Desde su establecimiento en 1993, el estándar Daubert ha sido modificado con el objetivo de adaptarse a las necesidades del sistema legal que lo utiliza. Los cambios más significativos sucedieron dentro de lo que es conocido como la trilogía Daubert, la cual comprende las sentencias de los casos: *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals Inc.*, *Joiner v. General electric* y *Kumho Tire Co., Ltd. Contra Carmichael*.

El caso *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals Inc.* concluyó en 1993 con los hechos descritos anteriormente, y a partir de la sentencia obtenida fueron estructurados los cuatro requerimientos que conforman el estándar.

El segundo caso de la trilogía concluyó en 1997 bajo lo que se conoce como *Joiner v. General electric*.

En 1973 Joiner comenzó a trabajar como electricista para el departamento de luz y agua de la ciudad. Su trabajo consistía en reparar los transformadores, probar su funcionamiento y sustituir el refrigerante, por lo que en varias ocasiones sumergió sus manos y brazos dentro de la sustancia llegando a salpicar su rostro, ojos y boca mientras realizaba el drenado.

En 1983, después de una investigación, se descubrió que el refrigerante contenido en al menos uno de cada cinco transformadores de la ciudad contenía bifenilos policlorados, furanos y dioxinas, los cuales son conocidos por ser promotores de cáncer. En 1991 Joiner fue diagnosticado con cáncer de pulmón y, sabiendo sobre la contaminación en el refrigerante, presentó una demanda ante la corte estatal de Georgia contra la compañía que se dedicaba a su fabricación: *General electric*.

La teoría del caso se basó en que, debido a sus ocho años como fumador y sus antecedentes familiares relacionados con el cáncer de pulmón, Joiner presentaba una probable predisposición a padecer la misma enfermedad, sin embargo, la exposición con el refrigerante “aceleró” el desarrollo de ésta.

Por otra parte, el alegato de la defensa fue dirigido hacia dos posturas, las cuales corresponden a lo siguiente; en primer lugar, indico que no existía evidencia científica que demostrara que los bifenilos policlorados, furanos y dioxinas promovieron el desarrollo temprano de la enfermedad; y en segundo, agregó que tampoco había evidencia suficiente para demostrar que Joiner estuvo expuesto a una concentración significativa de bifenilos policlorados, furanos y dioxinas.

Los expertos presentados por Joiner testificaron que los bifenilos policlorados son suficientes por sí mismos para desarrollar cáncer, a partir de esto, que haya sido expuesto también a furanos y dioxinas, en su opinión experta, volvió al refrigerante la probable causa del cáncer.

A pesar de lo anterior, el tribunal determinó que el testimonio de los expertos era inadmisibile con base en que fue considerado como una estimación subjetiva sin fundamento científico suficiente. En la apelación, Joiner buscó que el testimonio de sus expertos fuera admitido.

En este caso fue alegado el abuso de discreción por parte de la Corte de Distrito en primera instancia, sin embargo, después de que la Suprema Corte analizara la sentencia utilizando el recién establecido estándar Daubert y las Reglas Federales de la Evidencia, determinó que la decisión de la Corte de Distrito donde se excluía el testimonio experto fue acertada y que, por tanto, no existió un abuso de discreción.

Así mismo, la Suprema Corte señaló que el estándar Daubert establecido en 1993 no abordó el estándar de revisión de apelaciones para decisiones probatorias (Grudzinskas y Appelbaum, 1998).

La sentencia y análisis del caso habilitó a la segunda instancia para valorar la científicidad de la prueba con base en los criterios del estándar Daubert, además de “evaluar si la admisión de la prueba científica ha sido suficientemente fundamentada y dicha fundamentación es acorde con la razonabilidad, la lógica y las particularidades que el caso concreto presenta” (Alcoceba, 2018:233); con el objetivo de evitar el abuso de discreción del juez en primera instancia.

El tercer caso fue conocido como Kumho Tire Co., Ltd. Contra Carmichael, que concluyó en 1999. Los hechos versaron en lo siguiente; mientras Patrick Carmichael conducía un vehículo, el neumático trasero explotó sin razón aparente causando la muerte de un pasajero y lesiones a otros dos. Carmichael demandó a la empresa Kumho Tire bajo la acusación de que el neumático presentaba defectos de fabricación.

Lo anterior fue sostenido por un único peritaje realizado por Dennis Carlson Jr. quien confirmó el defecto de fabricación como conclusión de su dictamen, sin embargo, dado que el análisis fue basado solamente en una inspección visual y táctil la prueba fue excluida a petición de Kumho Tire.

La Corte de Apelaciones consideró que el dictamen presentado no constaba como una prueba científica y que, por tanto, no podría ser revalorado utilizando el estándar Daubert. Por el

contrario, la Suprema Corte determinó que, aunque el dictamen no versaba sobre conocimiento del área científica, sí lo hacía sobre el área técnica y por tanto podía ser susceptible a evaluación bajo el estándar.

La sentencia, según explica Alcoceba (2018:233) “sirvió al Tribunal para establecer la necesidad de que toda pericia, independientemente de la calidad científica del método en que se basa, sea sometida a examen según los criterios Daubert, siempre y cuando estos resulten aplicables en función de la lógica y el sentido común”.

Es así como las sentencias de los casos Daubert-General Electric-Kumho fueron causantes de las modificaciones realizadas al actual estándar con respecto a sus criterios, alcances y área de aplicabilidad.

### **3.3 Reglas Federales De La Evidencia**

La iniciativa de las Reglas Federales de la Evidencia, según lo descrito en esta misma, tuvo como objetivo establecer un único código donde fueran recolectadas las doctrinas probatorias que existían hasta ese momento en la jurisprudencia norteamericana. Fueron aceptadas por la Suprema Corte el 20 de noviembre de 1972, transmitidas al Congreso el 5 de febrero de 1973, promulgadas con modificaciones el 2 de enero de 1975 y finalmente entraron en vigor de manera oficial el 1 de julio del mismo año para los procedimientos civiles y penales. La fuerza y efecto de las reglas se encuentra sujeta a lo expresamente aprobado por el Congreso.

Su objetivo se encuentra en la regla 102 que versa en lo siguiente: estas reglas deben interpretarse de manera que administren todos los procedimientos de manera justa, eliminen gastos y demoras injustificables y promuevan el desarrollo de la ley probatoria, con el fin de determinar la verdad y asegurar una determinación justa. Por tanto, no es un estándar de científicidad, de acuerdo con Villavicencio et al. (2021: 219) Estas reglas sirven como guía, pero no abordan el control de calidad de las pruebas. Sin embargo, ha desempeñado un papel importante durante la creación de los estándares previamente mencionados y, actualmente, como será visto más adelante, continúa siendo utilizado en conjunto con Frye y Daubert por las cortes norteamericanas.

Desde su creación, las Reglas han sido modificadas en diversas ocasiones, mayormente con cambios de índole estético referentes al formato de presentación, corrección de palabras ambiguas o redundantes y simplificación de definiciones y terminología, procurando no modificar las reglas de manera sustantiva.

El Código se encuentra dividido en 11 artículos que son enlistados a continuación:

Artículo I. Disposiciones generales

Artículo II. Notificación Judicial

Artículo III. Presunciones en casos civiles

Artículo IV. Relevancia y sus límites

Artículo V. Privilegios

Artículo VI. Testigos

Artículo VII. Opiniones y testimonios periciales

Artículo VIII. Rumor

Artículo IX. Autenticación e identificación

Artículo X. Contenido de escritos, grabaciones y fotografías

Artículo XI. Reglas diversas.

Para los fines de la presente tesis, interesa el artículo VII que comprende a la opinión y testimonio experto, especialmente en la regla 702.

### ***3.3.1 Artículo VII***

Dentro del artículo VII han sido establecidas regulaciones sobre el testimonio experto o pericial. Se encuentra compuesto por seis artículos, los cuales son traducidos a continuación, (Federal Rules of Evidence, 1975):

### Regla 701. Opinión por testigos no expertos

Si un testigo no se encuentra testificando como experto, el testimonio será en forma de opinión limitada a una de las siguientes:

- (a) Que se encuentra basado racionalmente en la percepción del testigo;
- (b) Que es útil para comprender claramente el testimonio del testigo o determinar un hecho en cuestión; y
- (c) Que no está basado en conocimientos científicos, técnicos u otros conocimientos especializados dentro del alcance de la Regla 702.

### Regla 702. Testimonio por testigos expertos

Un testigo quien es calificado como experto por su conocimiento, habilidad, experiencia, capacitación o educación puede testificar en forma de opinión o de otro modo si:

- (a) Los conocimientos científicos, técnicos u otros especializados del experto ayudarán al examinador de hechos a comprender la evidencia o determinar un hecho en cuestión;
- (b) el testimonio se basa en hechos o datos suficientes;
- (c) el testimonio es producto de principios y métodos fiables; y
- (d) el perito ha aplicado de manera confiable los principios y métodos a los hechos del caso.

### Regla 703. Bases del testimonio de un experto

Un perito puede basar una opinión en hechos o datos en el caso de que haya sido informado sobre ellos o los haya observado personalmente. Si los expertos en el campo particular se basan razonablemente en ese tipo de hechos o datos para formarse una opinión sobre el tema, no es necesario que sean admisibles para que la opinión sea admitida. Pero si los hechos o datos son inadmisibles de otra manera, el proponente de la opinión puede revelarlos al jurado

solo si su valor probatorio para ayudar al jurado a evaluar la opinión supera sustancialmente su efecto perjudicial.

#### Regla 704. Opinión sobre una cuestión fundamental

(a) EN GENERAL, NO AUTOMÁTICAMENTE OBJETABLE. Una opinión no es objetable solo porque abarca una cuestión fundamental (*ultimate issue*).

(b) EXCEPCIÓN. En un caso penal, un perito no debe emitir una opinión sobre si el imputado tenía o no un estado mental o condición que constituye un elemento del delito imputado o de una defensa. Esos asuntos son solo para el examinador de hechos.

#### Regla 705. Revelación de los hechos o datos bajo la opinión del experto

A menos que la corte ordene lo contrario, un experto puede emitir una opinión —y dar las razones de esta— sin primero testificar sobre los hechos o datos subyacentes. Pero se le puede solicitar al experto que revele esos hechos o datos en el contrainterrogatorio.

#### Regla 706. Peritos designados por el tribunal

(a) PROCESO DE NOMBRAMIENTO. Por iniciativa de una de las partes o por su propia cuenta, el tribunal puede ordenar a las partes que demuestren la causa por la que no se deben nombrar testigos expertos y puede pedir a las partes que presenten nominaciones. El tribunal podrá nombrar a cualquier perito que acuerden las partes y cualquiera de su propia elección. Pero el tribunal solo puede nombrar a alguien que consienta actuar.

(b) EL PAPEL DEL EXPERTO. El tribunal debe informar al perito acerca de sus deberes. El tribunal puede hacerlo por escrito y presentar una copia al secretario o puede hacerlo verbalmente en una conferencia en la que las partes tengan la oportunidad de participar. El experto:

- (1) debe informar a las partes de cualquier hallazgo que haga el experto;
- (2) puede ser depuesto por cualquier parte;

(3) puede ser llamado a testificar por el tribunal o por cualquiera de las partes; y

(4) puede ser sometido a examinación cruzada por cualquier parte, incluida la parte que llamó al perito.

(c) COMPENSACIÓN. El perito tiene derecho a una compensación razonable, según lo establezca el tribunal. La compensación se paga de la siguiente manera:

(1) en un caso penal o en un caso civil que implique una compensación justa en virtud de la Quinta Enmienda, de los fondos proporcionados por la ley; y

(2) en cualquier otro caso civil, por las partes en la proporción y en el momento que el tribunal indique, y luego la compensación se carga como los demás costos.

(d) DIVULGAR EL NOMBRAMIENTO AL JURADO. El tribunal puede autorizar la divulgación al jurado de que el tribunal designó al experto.

(e) ELECCIÓN DE SUS PROPIOS EXPERTOS POR LAS PARTES. Esta regla no limita a una de las partes a llamar a sus propios expertos.

### ***3.3.2 Regla 702: Testimonio Por Testigo Experto***

Originalmente, la regla fue establecida de la siguiente manera: If scientific, technical, or other specialized knowledge will assist the trier of fact to understand the evidence or to determine a fact in issue, a witness qualified as an expert by knowledge, skill, experience, training, or education, may testify thereto in the form of an opinion or otherwise. [Si el conocimiento científico, técnico u otro especializado ayudará al juzgador de hechos a comprender la evidencia o determinar un hecho en cuestión, un testigo calificado como experto por conocimiento, habilidad, experiencia, capacitación o educación, podrá dar fe de ello en forma de opinión o de otra manera] (Traducido de PCAST, 2016: 41). De acuerdo con Cappellino (2021), el uso de la regla 702 se encuentra orientado a la admisibilidad de la prueba, ya que la valoración corresponde al jurado.

El establecimiento del estándar Daubert en 1993 y el impacto de las sentencias comprendidas en la trilogía Daubert dentro del área penal en Estados Unidos, tuvo como consecuencia que

en el año 2000 la regla 702 fuera modificada con el objetivo de incluir nuevos criterios para la admisibilidad de pruebas emitidas por un testigo experto.

Dentro de la actual regla 702 resaltan tres aspectos importantes:

- a) No se encuentra enfocado exclusivamente en pruebas científicas, sino que comprende también al conocimiento técnico y cualquier otro que sea especializado.
- b) Sus criterios son dirigidos hacia el testigo experto y su testimonio. Sobre esto Aguirrezabal (2012) menciona que “la Corte Suprema de los Estados Unidos estableció ciertos criterios que sirvieran de filtro al momento de seleccionar la prueba científica, tales como la inclusión de metodología, calificaciones e imparcialidad como criterios para cualificar a un testigo como perito”.
- c) No incluye a la condición de aceptación general (estándar Frye) como criterio.

La regla 702 sirvió como apoyo durante la discusión de las sentencias que conformaron el estándar Daubert. La regla fue modificada con base en dichas sentencias y, según Cappellino (2021), actualmente sigue siendo consultada en cada estado de Estados Unidos en conjunto con Daubert, Frye o Daubert modificado (la trilogía Daubert).

### **3.4 Estándar Mexicano**

Dada la influencia e impacto que tuvieron los estándares de científicidad dentro del sistema penal norteamericano, algunos países han consultado sus criterios para estructurar sus propias regulaciones.

En el caso de México, de acuerdo con Villavicencio et al. (2021: 220), no han sido realizados estudios donde sean examinadas resoluciones de admisibilidad, especialmente sobre la prueba científica, sin embargo, señala que la Suprema Corte estableció ciertos parámetros con relación a esto.

García Z. (2016), explica que el estándar Daubert fue retomado por la Suprema Corte de Justicia bajo la tesis aislada del 1 de marzo de 2007 con el cual “se estableció un criterio mexicano aplicable tanto para la admisión como para la valoración de la prueba”:

- [...] para que un órgano jurisdiccional pueda apoyarse válidamente en una opinión de algún experto en una rama de la ciencia, es necesario que esa opinión tenga las siguientes características: a) Que la evidencia científica sea relevante para el caso concreto en estudio, es decir, que a través de la misma pueda efectivamente conocerse la verdad de los hechos sujetos a prueba, y b) que la evidencia científica sea fidedigna, esto es, que se haya arribado a ella a través del método científico, para lo cual se requiere, generalmente, que la teoría o técnica científica de que se trate haya sido sujeta a pruebas empíricas, o sea, que la misma haya sido sujeta a pruebas de refutabilidad; haya sido sujeta a la opinión, revisión y aceptación de la comunidad científica; se conozca su margen de error potencial, y existan estándares que controlen su aplicación. Si la prueba científica cumple con estas características, el juzgador puede válidamente tomarla en cuenta al momento de dictar su resolución. (Tesis [A.]: 1a. CLXXXVII/2006, *Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta*, novena época, tomo XXV, marzo de 2007, Pág. 258)

En el Código Nacional de Procedimientos Penales (2014) no existe explícitamente una referencia a los estándares de científicidad de la prueba; su enfoque en los artículos 359 y 265 son dirigidos hacia la valoración de la prueba en sentido general por parte del juez, sin embargo, estos no son materia de la tesis.

### 3.5 Criterios De Los Estándares

Para concluir este capítulo, a continuación, se presenta una tabla que resume los criterios que se han discutido y los estándares que los incluyen.

Criterios	Estándares				
	Frye	Daubert	Trilogía Daubert	Federal Rules of Evidence	Tesis [A.]: 1a. CLXXXV II/2006
La técnica o teoría ha sido aceptada por la comunidad científica.	X	X	X		X
La técnica o teoría científica puede y ha sido sometida a pruebas empíricas y de refutabilidad.		X	X		X
La técnica o teoría ha sido sujeta a revisión por pares y publicada.		X	X		X
Se incluye el margen de error conocido o posible de la técnica.		X	X		X
La técnica o teoría ha sido aceptada por la comunidad perteneciente al área del conocimiento en cuestión.			X		
Los conocimientos científicos, técnicos u otros especializados del experto ayudan al examinador de hechos a comprender la evidencia o determinar un hecho en cuestión.				X	
El testimonio se basa en hechos o datos suficientes.				X	
El testimonio es producto de principios y métodos fiables.				X	
El perito ha aplicado de manera confiable los principios y métodos a los hechos del caso.				X	

La evidencia científica es relevante para el caso concreto.	X
Existen estándares que controlan la aplicación de la teoría o técnica científica.	X

**Tabla 1.**

*Criterios comprendidos por cada estándar.<sup>1</sup>*

En esta tabla, se observa con claridad que la Tesis aislada de la Suprema Corte de Justicia retoma criterios comprendidos en el estándar Daubert y el estándar Frye. Así mismo, es observado que los criterios dentro de las Reglas Federales de la Evidencia no son aplicables de manera general, sino que se encuentran orientados a evaluar casos en particular, a excepción del tercer criterio, debido a que este puede ser analizado desde la fiabilidad propia de cada técnica suponiendo que los peritos han realizado la metodología adecuada.

A continuación, serán explicados los métodos utilizados dentro del área de comparación forense de voz. Posteriormente, estos serán analizados con base en los criterios recopilados a lo largo del presente capítulo y, por último, será concluido si los criterios son suficientes para evaluar una prueba científica de calidad dentro de la comparación forense de voz.

## **Capítulo 4. Acústica Forense En Comparación De Voz**

### **4.1 Acústica**

La acústica es una rama de la física que, en un sentido general, “estudia la producción, transmisión, almacenamiento, percepción y reproducción del sonido” (Martín, 2014:1). El sonido es definido como la variación de la presión en un medio elástico producido por ondas sonoras. Dentro de sus características físicas, el sonido comprende al tono, duración, intensidad y timbre; y en las ondas sonoras a la longitud, amplitud, periodo y frecuencia.

Además de estudiar las características del sonido, se han encontrado aplicaciones para las ondas sonoras en beneficio de la sociedad: los infrasonidos, que presentan un rango inferior

---

<sup>1</sup> La marca “X” señala el criterio que pertenece a cada estándar.

a 20 Hz, son utilizados mayormente por sus efectos biológicos sobre el cuerpo, mientras que los ultrasonidos, que mantienen un rango superior a 20 kHz, son empleados en el campo de la medicina para tratamientos o detección de anomalías. El rango entre 20 Hz y 20kHz corresponde al espectro audible, es decir, la frecuencia que el ser humano es capaz de percibir, sin embargo, el oído presenta una mayor sensibilidad en el rango entre uno y cinco Khz (Martín, 2014:2).

## **4.2 Acústica Forense**

Dentro de la acústica existe un campo especial enfocado al área forense, este se ocupa de analizar y evaluar audios en formato digital o análogo relacionados a una investigación oficial (no necesariamente penal), con el objetivo de presentar los resultados bajo la premisa de que cada voz es única.

De manera general, Maher (2015:23) menciona que los peritos en acústica son mayormente consultados en tres índoles: Autenticidad, ajuste de audio e interpretación. El Instituto Jalisciense de Ciencias Forenses (s.f.) y la Comisaría general de policía científica de España (s.f.) indican que la mayor parte de los dictámenes versan en las siguientes peticiones:

- Comparación e identificación controlada de locutores: consiste en realizar un análisis al confrontar un audio dubitado contra un audio indubitado bajo el objetivo de estimar la probabilidad de que se trate del mismo locutor en ambos;
- Comparación e identificación de una voz latente: cuando sólo existe un audio dubitado es aplicado un algoritmo con el que se realiza una búsqueda dentro de una base de datos para encontrar coincidencias;
- Identificación de contenidos: tratamiento y análisis de grabaciones de voz utilizando filtros y limpieza de audio para encontrar frases y palabras clave;
- Estudios sobre manipulación de audios y autenticidad;
- Establecimiento de características propias del hablante, como pueden ser su área geográfica, rasgos de identidad, patologías relacionadas al habla, etc;

- Ruedas de reconocimiento de voz: de acuerdo con Salmón (2019: 13, 17) esta técnica es utilizada con el objetivo de que el propio testigo o víctima identifique la voz dubitada escuchando varias muestras de voz, de las cuales entre cinco y ocho son distractoras. Para conseguir un mayor grado de imparcialidad todas las voces deben ser similares entre ellas (rango de edad, nivel socioeconómico, nivel educativo, región, etc). Su ejecución depende completamente de la memoria y capacidad auditiva del testigo;
- Estudio de registros no vocales: de acuerdo con Yarmey (2004:268, 270) los registros no vocales consisten en los sonidos comunes que son diferentes a los sonidos verbales (que no son fonemas), es decir, risas, suspiros, gruñidos, tos, carraspeo, chasquidos con la lengua o quejidos (entre los más comunes). En esta técnica influye la familiaridad de oyente con los sonidos, si no son familiares existe una mayor probabilidad de una identificación incorrecta e incluso que los registros no vocálicos sean confundidos con voces familiares;
- Análisis de disparos;
- Entre otros.

Para efectos de la presente tesis, el enfoque será realizado únicamente al área de comparación e identificación de locutores.

Morrison (2014) señala que dentro del área de comparación de voz no existe el audio perfecto, por tanto, es necesario que el audio indubitado emule condiciones similares a las del audio dubitado, siendo estas: la duración de la grabación, el estilo de habla y condiciones de grabación (ruido de fondo, reverberación, transmisión de la señal de voz a través de un sistema de comunicación y compresión similar). Así mismo, indica que idealmente deben ser evaluados los siguientes aspectos:

1. Calidad de voz, características de fonación, tensión muscular general y características del tracto vocal.
2. Entonación.

3. Tono y variación en frecuencia fundamental.
4. Articulación.
5. Ritmo al hablar.
6. Patrones del habla.
7. Características consonánticas
8. Características vocales
9. Uso de patrones de marcadores del discurso, elecciones léxicas, variantes morfológicas y sintácticas, comportamiento pragmático, por ejemplo, los hábitos de al contestar llamadas telefónicas y comportamiento multilingüe.
10. Si existe impedimento del habla, patología de la voz y del lenguaje.
11. Rasgos no lingüísticos característicos del hablante: patrones de respiración audible, carraspeo, chasquido de la lengua y fenómenos de vacilación.

De acuerdo con el Instituto Jalisciense de Ciencias Forenses (s.f.), en México, este tipo de estudios son solicitados mayormente en casos relacionados a la extorsión o el secuestro, debido a que es altamente probable que exista un audio captado por vía telefónica o por cualquier medio de grabación en persona.

### **4.3 Fonética**

La fonética, de acuerdo con Bigot (2010) es una rama de la lingüística que estudia a la articulación, producción y percepción de los sonidos del habla, los cuales son representados a través de símbolos encontrados en los alfabetos fonéticos, caracterizados principalmente por su modo y punto de articulación. Así mismo, estudia las características del discurso, como son las pausas, dificultad de pronunciación, trastornos del lenguaje, jerga, entre otros.

La diferencia entre la acústica y la fonética radica en que la acústica estudia al sonido en general desde sus propiedades físicas, mientras que la fonética estudia exclusivamente los sonidos provenientes del habla.

#### **4.4 Métodos Para La Comparación Forense De Voz**

Los métodos para la comparación forense de voz son nombrados de esta forma debido a que, como se mencionó en el capítulo 1, los métodos son entendidos como el camino para llegar a un objetivo, es decir, como una serie de pasos que guía una investigación sin profundizar en instrucciones específicas.

Por otra parte, Jonker y Pennink (2010:34) señalan que las técnicas son instrumentos o herramientas utilizadas bajo instrucciones concretas para conseguir un objetivo inmediato. Por tanto, los métodos presentados son clasificados de esta forma debido a que no siguen instrucciones detalladas, sino que establecen pasos específicos y generales que dirigen el procedimiento, pero no describen a profundidad cómo debe ser realizada cada acción.

Un ejemplo de una técnica utilizada en la comparación forense de voz es la entrevista realizada, por ejemplo, al procesado. Dicha entrevista es ejecutada bajo instrucciones concretas y condiciones específicas para obtener un resultado inmediato: el audio indubitado que será utilizado posteriormente.

A continuación, son presentados 4 métodos para la comparación forense de voz.

##### ***4.4.1 Voiceprint***

El método *voiceprint* consiste, de manera general, en combinar la interpretación auditiva del audio con la interpretación visual de su espectrograma o “huella de voz”, con el objetivo de realizar el análisis, confronta e identificación de voces bajo la premisa de que cada voz es diferente y que, por tanto, cada individuo dejará una “huella” particular e irreplicable.

Fue conocida por su impacto en investigaciones bajo el marco judicial alrededor de la época de 1950 debido a su presunto nivel de precisión de casi 99% en identificación de voz. Sin embargo, perdió su credibilidad pocos años después a manos de investigadores expertos en

el área del análisis de voz quienes demostraron sus deficiencias al ser empleada bajo condiciones no “perfectas”.

El término “*voiceprint*” fue utilizado por primera vez en 1944 como una metáfora a las huellas digitales (*fingerprint*) por los investigadores de Bell Telephone Laboratories, Grey y Kopp, para referirse a los recién desarrollados espectrogramas. Eriksson (2005:2) menciona que el motivo original de la investigación fue el estudio fonético del lenguaje durante la segunda guerra mundial en Estados Unidos, y que pudieron ser implicados presuntos propósitos bélicos.

Cuando la guerra terminó, Bell Telephone Laboratories anunció los beneficios que traería el espectrograma para la comunidad sorda, a los estudiantes de lenguas extranjeras y al área de fonética, pero nunca fue contemplado para usos forenses.

De acuerdo con Eriksson (2005:5), Lawrence Kersta, ingeniero de Bell Telephone Laboratories, y posterior fundador de la compañía Voiceprint Laboratories Corporation, afirmó en diversas conferencias que el método poseía una precisión de entre 97% y 99%, lo que terminó por introducir al *voiceprint* en las investigaciones de índole forense oficialmente en 1960, cuando fue aceptado dentro del departamento de policía del estado de Michigan en Estados Unidos. Sin embargo, en este tiempo era utilizado exclusivamente el espectrograma; fue hasta la década de los setenta que se incorporó el análisis auditivo, el cual consistió en que el perito debía escuchar primero la voz del audio dubitado y posteriormente realizar una comparación con el audio indubitado, lo que dependía completamente de su memoria y capacidad auditiva.

Cain et al. (2020) indican que desde entonces el *voiceprint* ha sido utilizado en procesos relacionados a homicidio, violación, extorsión, tráfico de drogas, investigaciones de apuestas y juegos de azar, corrupción política, lavado de dinero, evasión de impuestos, robo, amenazas de bomba, actividades terroristas y actividades del crimen organizado.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, la ciencia no es estática y un nuevo conocimiento necesita ser evaluado por la comunidad científica de su área antes de ser aceptado por completo. Eriksson (2005:5), menciona tres estudios importantes, el primero en

1967, donde Young y Campbell realizaron pruebas sobre la precisión del método utilizando audios grabados en condiciones estrictamente similares y audios cuyas condiciones o contextos eran distintos, obteniendo los siguientes resultados:

- 78.4% de precisión al comparar dos palabras aisladas;
- 38.3% de precisión al comparar las mismas dos palabras en diferentes contextos.

Estas pruebas hicieron notorio que cuando existen condiciones diferentes dentro de los audios (algo común en investigaciones forenses) la precisión del método es considerablemente baja, lo que demuestra que el *voiceprint* necesita que sus muestras sean “perfectas” para obtener resultados de al menos 78.4%, exactamente lo que Morrison considera imposible de conseguir dentro de investigaciones forenses reales.

El segundo sucedió en 1968 por Stevens, donde dividió sus resultados de acuerdo con la combinación del análisis e interpretación realizado con audio y espectrograma:

- Al realizar la comparación auditiva (con auriculares) la tasa de error fue de 6%
- Al realizar la comparación visual (espectrograma) la tasa de error fue de 21%

Dos resultados que dependen completamente de la capacidad de memoria auditiva e interpretación personal del perito, y que, por tanto, pueden variar dependiendo de quién realice la prueba.

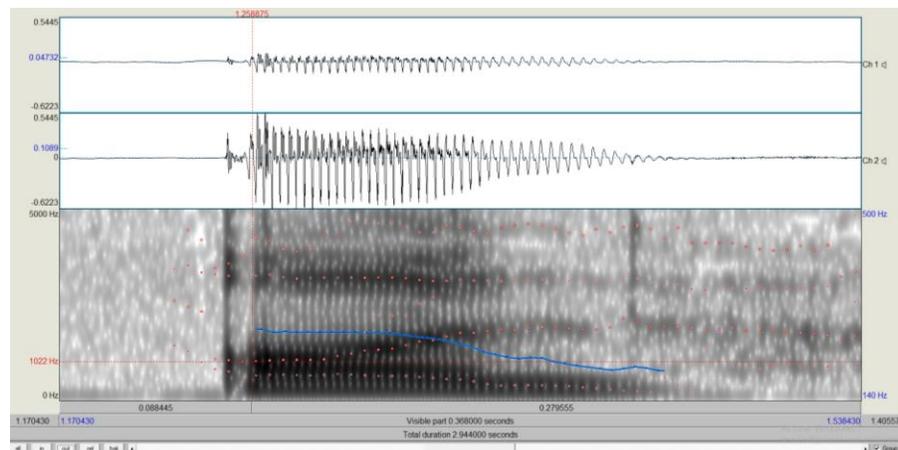
Por otra parte, el tercero sucedió en 1972; Tosi, un profesor de la Universidad Estatal de Michigan, realizó pruebas sobre la precisión del *voiceprint* durante dos años dentro de un laboratorio que él mismo montó y donde utilizó muestras de laboratorio, es decir, que al menos los audios comparados entre sí en cada prueba poseían condiciones similares entre ellos. Su estudio concluyó con una precisión de entre 86% y 96%. Si bien, su intención era defender el método, la calidad de sus muestras reafirmó que solamente es útil bajo condiciones casi perfectas.

Como fue mencionado anteriormente, el *voiceprint* encuentra fundamento en la casi nula probabilidad de que dos voces sean exactamente iguales, debido a las especificidades de ésta

que dependen de las características anatómicas del aparato fonador del hablante, las cuales son:

- Tamaño y distribución de las cavidades nasal, bucal, faringe y laringe.
- Forma, tamaño, longitud y tensión de las cuerdas vocales.
- Articulación del habla generada por la posición y características particulares de la lengua, dientes, labios, paladar suave y músculos de la mandíbula.

En este método, la voz es representada en un espectrograma (imagen 1)



**Imagen 1.** *Espectrograma de la palabra “hola” de una mujer de 24 años.<sup>2</sup>*

Las formantes son definidas por Ajili (2017: 86) como el resultado de la resonancia producida por el aparato fonador, las cuales, de acuerdo con Estellés (2007:6) son múltiplos del tono fundamental, el cual, como su nombre indica, es la frecuencia base del sonido.

Las formantes más comunes a encontrar son la formante uno, dos, tres, y cuatro; la formante uno se obtiene en la apertura mandibular, la formante dos a partir de la posición de la lengua,

---

<sup>2</sup> Sobre el eje X se encuentra ubicada la medición del tiempo en segundos, sobre el eje Y se encuentra la frecuencia expresada en Hz, las líneas punteadas representan a la primera, segunda, tercera y cuarta formante (en orden ascendente), la línea azul es el tono fundamental y, finalmente, la amplitud de la onda sonora es representada por la intensidad de la sombra o huella del espectrograma, el sombreado tenue representa amplitud baja, el sombreado oscuro representa amplitud alta.

las formantes tres y cuatro dependen del movimiento de la laringe y la faringe, la formante cinco no siempre se encuentra presente debido a que únicamente aparece a partir de los 5 kHz y depende de la contracción de la nasofaringe o epifaringe, (Canal Fonadvisory, 2020, 6m42s). El rango de frecuencia conversacional de la voz humana se encuentra comúnmente entre los 250 Hz y 3 kHz. (Rodríguez, 2015:11).

Hollien (2002:71) señala que es difícil explicar cuál es la metodología empleada para realizar el análisis por medio del voiceprint debido a que no hay una sola manera de hacerlo, el método cambia con el tiempo y depende de la persona que lo aplique.

El proceso de obtención del audio indubitado consiste en solicitar al imputado la muestra de voz bajo las especificaciones del perito, las cuales consisten principalmente en realizar los actos que sean necesarios para emular las condiciones del audio dubitado: utilizar un celular, teléfono o grabadora similar, repetir ciertas frases o palabras clave en al menos tres ocasiones con voz natural y con diferentes “estados de ánimo” (entonaciones), entre otras que resulten pertinentes.

La muestra debe estar en óptimas condiciones, es decir, que no sea inteligible o demasiado distinta al audio dubitado. El dispositivo que contenga la muestra de audio debe ser protegido y mantenerse lejos de un posible contacto con campos magnéticos que puedan alterar o dañar su contenido. Por último, son extraídos los fragmentos útiles para el análisis, las cuales deben contener exactamente las mismas palabras del audio dubitado.

A pesar de la calidad subjetiva que fue mencionada, Hollien (2002:70), señala otro tipo de problemas aunados al método, “problems such as changes in calibration, variation in gain (at any stage within the process), filtering of any type, noise, internal distortion and/or any background signal can alter or bias these patterns” [Problemas como cambios en la calibración, variación en la ganancia (en cualquier etapa del proceso), filtrado de cualquier tipo, ruido, distorsión interna y / o cualquier señal de fondo pueden alterar o sesgar estos patrones]. Cabe destacar que este tipo de análisis es predominantemente visual.

Otro problema es mencionado por Cain et al. (2020) y Hollien (2002:71) el cual consiste en que oficialmente no existe una cantidad mínima de coincidencias requeridas para confirmar

la identificación, sin embargo, el promedio se mantiene entre 10 y 20 dependiendo del tribunal.

Sobre el uso de este método, a inicios del siglo XXI Eriksson (2005:5) concluye que “Voiceprinting is still done by private detectives and other non-academic “experts” but nobody in the speech science community believes in its usefulness for forensic purposes any more” [el voiceprint todavía es realizado por detectives privados y otros “expertos” no académicos, pero nadie en la comunidad de la ciencia del habla cree actualmente en su utilidad para fines forenses]. Por el contrario, Sepúlveda (2019:185) indica que el *voiceprint* continuaba siendo utilizado en países como Perú y Colombia.

Aunque actualmente este método ya no es utilizado dentro de investigaciones forenses, sus resultados y conclusiones durante varios años fueron causantes directa o indirectamente de diversas sentencias que pudieron estar equivocadas, trayendo consigo absoluciones o condenas sin un sustento suficiente.

#### **4.4.2 Fonético-Auditivo**

El análisis fonético-auditivo consiste en, como su nombre lo indica, analizar los elementos auditivos característicos de uno o más audios con el objetivo de establecer las similitudes y diferencias entre los audios estudiados, basándose especialmente en características inusuales o notables.

Su fundamento reside en los conocimientos pertenecientes a dos ramas de la lingüística: la sociolingüística y la dialectología. La sociolingüística, de acuerdo con Blanco (2005:11), estudia el lenguaje dentro del contexto social observando las variaciones influidas por los factores sociales. Según el Centro virtual Cervantes (2015), dentro del campo de la sociolingüística existen 3 enfoques distintos: el variacionismo que se encuentra orientado a “la variación lingüística asociada a factores sociales que se da en un hablante o en una comunidad de hablantes”; la sociología del lenguaje que estudia el contexto social y su influencia en el uso de la lengua; y la etnografía de la comunicación, que es una combinación de las dos anteriores y es definida como el estudio del uso del lenguaje de acuerdo a las reglas culturales de un grupo, “las situaciones en que se produce ese uso, las estructuras de diverso

orden que lo sostienen, las funciones a que sirve y reglas que siguen los interlocutores, así como las diferencias y variaciones que se observan entre diversos grupos”.

La dialectología, de acuerdo con Chamoreau (2005:61), “muestra la existencia de variaciones interdialectales y trata de organizarlas en función de su distribución espacial”, como ejemplo de esto es resaltado el uso del español en México, Argentina, España, etc. De acuerdo con Rosa (2012:5), se encuentra compuesta por 4 tipos de variaciones: La diatópica o variación geográfica, la cual se refiere a “los usos lingüísticos propios de un determinado territorio”; la diastrática o variación social, que estudia “las diferentes formas que adopta el habla en función del nivel de instrucción del hablante, su clase social, profesión, edad y origen étnico”; la diafásica o variación situacional o contextual, esta se refiere a “las modalidades de habla seleccionadas voluntariamente por el hablante en función del contexto o la situación de comunicación” y la diacrónica o variación histórica, donde es estudiado el uso de la lengua en distintos momentos históricos.

El análisis fonético-auditivo busca las variantes, similitudes y diferencias en el discurso del hablante con el objetivo de identificar el grado de similitud (fonético-auditivo) entre las grabaciones, características del propio hablante y de responder a la pregunta ¿El audio dubitado e indubitado tienen el mismo origen?, es por esto que ambas ramas de la lingüística fundamentan la aplicación dentro del campo forense de este método comparativo.

Morrison (2009:302) explica que para ejecutar este tipo de análisis es necesario que el perito:

- Sea un fonetista entrenado específicamente en el método,
- Sea capaz de utilizar símbolos fonéticos y diacríticos (alfabeto fonético) para transcribir los elementos distintivos,
- Escuche el o los audios varias veces.

Para realizar la transcripción del audio se utiliza el alfabeto fonético internacional (AFI, o IPA por sus siglas en inglés<sup>3</sup>), el cual abarca desde aspectos tradicionales como el modo de articulación, acentuación de palabras y sílabas, hasta particularidades que no modifican directamente el significado del habla, como el sigmatismo, el cual se refiere, de manera

---

<sup>3</sup> [https://www.internationalphoneticassociation.org/IPAcharts/IPA\\_chart\\_orig/pdfs/IPA\\_Kiel\\_2020\\_full.pdf](https://www.internationalphoneticassociation.org/IPAcharts/IPA_chart_orig/pdfs/IPA_Kiel_2020_full.pdf)

general, a una dislalia o trastorno de articulación caracterizado por la pronunciación inadecuada del sonido “s” que puede derivar en un silbido o ceceo.

Mehdi (2017:1191) señala que entre los componentes de la voz que son estudiados se encuentran: el estilo del habla, los errores o dificultades al hablar o pronunciar, velocidad del habla y longitud de la pronunciación de las letras o silabas, ritmo de la respiración, intensidad del habla, estado emocional, jerga social o profesional, timbre, irregularidades como tartamudeo, entre otros; así mismo, el autor (2017:1191) indica que este método posee una tasa de éxito entre 85% y 99%.

Sobre la fiabilidad de este método, Marthur et al (2013:3) indica lo siguiente, “However, with any human decision process, it is generally believed that the auditory analysis by a listener leads to a subjective decisión”, [Sin embargo, con cualquier proceso que implique decisión humana, generalmente se cree que el análisis auditivo de un oyente conduce a una decisión subjetiva]. Por otra parte, Morrison (2009:302) opina que, “in general the auditory approach is experience-based” [en general, el enfoque auditivo se basa en la experiencia]; y Sepúlveda (2019:185) señala que “se requiere que sea cuidadosamente aplicado bajo condiciones específicas y controladas, y que los resultados sean cuidadosamente interpretados”.

El análisis fonético-auditivo es un método que, aunque utiliza un sistema de transcripción regulado, requiere de un nivel de estudios específico y capacitación para ser ejecutado, presenta un nivel de fiabilidad que depende por completo de la experiencia del perito, su capacidad auditiva y su memoria; por lo que, por sí misma, no resultaría un sustento suficiente durante un juicio; es así que requiere de otra prueba de apoyo para respaldar sus conclusiones.

#### **4.4.3 Acústico-Fonético**

Anteriormente fue descrito el análisis fonético-auditivo y el análisis por espectrograma (*voiceprint*). El acústico-fonético, como su nombre lo indica, combina el análisis cuantitativo del espectrograma a través de un *software*, con la segmentación de audio basada en las características fonéticas del habla.

El fundamento principal para este tipo de análisis se encuentra basado en lo siguiente: “... postulates that there exist finite, distinctive phonetic units in spoken language and that the phonetics units are broadly characterized by a set of properties that are manifest in the speech signal, or its spectrum over time.” [postula que existen unidades fonéticas distintivas y finitas en el lenguaje hablado, y que las unidades fonéticas son ampliamente caracterizadas por un conjunto de propiedades que se manifiestan en la señal del habla, o en su espectro con relación al tiempo.] (Shinde y Pawar, 2012:1); evidentemente, este fundamento es similar al utilizado en voiceprint, dado que comparten en común el uso del espectrograma, sin embargo, el análisis acústico-fonético no presenta el mismo nivel de dependencia a la intervención humana.

En contraparte, Künzel y Gonzalez (2003:1619) enfatizan que las características y rasgos del habla no son inalterables, y que el fundamento de exclusividad puede ser modificado por las condiciones más comunes, como son muestras de mala calidad o el uso de teléfonos y celulares, además recalca que la presencia de un experto humano agrega subjetividad al resultado.

De acuerdo con Gold (2011:4) el experto tiene un papel activo durante el análisis acústico-fonético, debe supervisar la correcta ejecución de este método, la selección de un *software* óptimo, y la precisión y la aplicación adecuada de algoritmos por parte de este. Además, necesita contar con entrenamiento y experiencia suficiente dentro del área. Por otra parte, Morrison (2009:302) señala que el gasto de recursos y el tiempo necesario para realizar el análisis acústico-fonético es una de las mayores restricciones para su uso y aplicación.

Respecto a su ejecución, Shinde y Pawar (2012:40) señalan tres pasos de manera general, después de la obtención del audio:

- Inicia con el procesamiento del audio, donde la señal sonora es procesada para mostrar la representación visual de la misma en un espectrograma.
- Posteriormente, un *software* detecta las propiedades acústicas del audio, como son, por ejemplo, las formantes y la frecuencia fundamental.

- Finalmente, la señal es segmentada y etiquetada con base a unidades fonéticas que son de calidad suficiente para realizar la comparación entre el audio dubitado e indubitado.

Respecto a su margen de error, Parabattina y Das (2016:1) mencionan que en 1975 el instituto de investigación de Stanford desarrolló un sistema de comprensión del habla con datos fonéticos acústicos básicos. Fue utilizada una señal sin procesar junto con los primeros cinco formantes. Como resultado se obtuvo un 80% de precisión con un conjunto cerrado de altavoces; sin embargo, ambos autores indican que aún existe la necesidad de realizar estudios acústico-fonéticos para lograr un mejor rendimiento en los sistemas de reconocimiento del habla.

En el año 2007, Cicres realizó un estudio de identificación utilizando las pausas llenas con un análisis exclusivamente acústico-fonético, como resultado obtuvo una tasa de éxito de 86.3% sobre un corpus piloto de ocho hablantes.

El análisis acústico-fonético es uno de los métodos más populares entre expertos en la comparación forense de voz (Gold y French, 2011) debido a que es capaz de compensar las deficiencias del área acústica con las características fonéticas del hablante, por lo tanto, podría ser considerado como el mejor entre los descritos en este capítulo. Sin embargo, dado que su ejecución sigue dependiendo en cierto grado de la experiencia y habilidad humana cae en la apreciación subjetiva y, por tanto, requiere ser respaldado por un dictamen y/o testimonio relacionado.

#### ***4.4.4 Análisis Automático***

El análisis automático, a diferencia de los mencionados, es caracterizado por prácticamente no requerir de la intervención humana para obtener un resultado; esto es apoyado por Gold y French (2011:4), quienes señalan que el *software* extrae de manera automática las características de las muestras y utiliza modelos estadísticos para calcular el grado de similitud entre los audios, es decir, requiere la mínima intervención por parte del perito. Así mismo, Eriksson (2012:46) menciona que “strictly speaking the word ‘automatic’ as in ‘Automatic Speaker Recognition’ (ASR) only means that we leave the task to be carried out

to a computer (or some other type of machine) rather than do it manually” [estrictamente hablando, la palabra “automático” en “Reconocimiento automático del hablante” (ASR) solo significa que dejamos que la tarea sea llevada a cabo por una computadora (o algún otro tipo de máquina) en lugar de hacerlo manualmente].

De acuerdo con Künzel y González (2003:1), este sistema podría ser considerado como un análisis superior al fonético-acústico debido a que su procedimiento es más objetivo, ha conseguido solucionar los problemas relacionados a las características de los canales de transmisión, e introdujo el principio Bayesiano para la interpretación de resultados. Sin embargo, a pesar de sus beneficios, el análisis automático tiene varias limitantes: el sistema presenta un alto grado de sensibilidad a la duración del audio; y durante la audiencia resulta sumamente complejo explicar los parámetros utilizados para el análisis, ya que estos son difíciles de comprender en tan solo breves minutos sin tener el conocimiento previo necesario.

De acuerdo con Eriksson (2012:46), la mayoría de los sistemas automáticos no comparan el discurso, sino las voces en sí mismas, es decir, que únicamente utilizan parámetros acústicos ignorando las características fonéticas del hablante. Los parámetros utilizados por los sistemas automáticos se encuentran adaptados para describir el timbre, por tanto, son útiles solo en este sentido, y es por esto que el sistema automático no es totalmente capaz de brindar una identificación certera del hablante, ya que para esto es necesario verificar también las características fonéticas particulares del individuo.

Sobre el procedimiento a seguir dentro de este sistema, Ajili (2017:78-95), señala tres componentes básicos, los cuales son:

- Extracción y preprocesamiento de características: durante esta etapa son extraídas las características más relevantes de la grabación que sirvan para la identificación del hablante, en dicha extracción la señal es transformada en vectores que puedan ser procesados por el *software*.
- Modelado del hablante: con base en los parámetros previamente extraídos, es construido y entrenado un modelo que logra procesar los parámetros obtenidos. Debe cumplir con dos características básicas: que sea suficientemente general para

describir las características del hablante, y suficientemente discriminativo para diferenciar estas características del resto de los hablantes. El Gaussian Mixture Model (GMM) ha sido el modelo predominante dentro de este análisis, sin embargo, actualmente son utilizadas, según Morrison et al. (2020), las redes neurales artificiales, que es un modelo de aprendizaje de máquina proveniente de la neuro informática. Su funcionamiento se encuentra inspirado en el cerebro humano y su aplicación principal es el reconocimiento de patrones a partir de clasificar los datos en categorías: consta de nodos organizados en capas con interconexión entre cada nodo, lo que podría entenderse como neuronas y sinapsis. La cantidad de capas del modelo dependerá de la complejidad del estudio.

- Evaluación: al realizar la comparación con un audio de origen dubitado son extraídas las características más similares a las extraídas del audio indubitado y posteriormente son comparadas. Es obtenido un *score* o puntuación que indica de manera binomial si los audios comparten el mismo origen o no.

Finalmente, la evaluación de la fiabilidad de la prueba es determinada al realizar pruebas de comparación utilizando audios indubitados del mismo o diferente hablante. De este modo, al conocer previamente el resultado, es posible conocer los falsos negativos, los falsos positivos y determinar la tasa de error. De acuerdo con Ramos (2007, citado en Ajili, 2017:95), este análisis cuenta con una metodología claramente establecida, tasas de error bajas (dentro de las características que puede medir) y aceptación por parte de la comunidad científica.

Es así que el análisis automático por sí mismo brinda confianza al juez, debido al uso de números (como fue mencionado en el capítulo 3), sin embargo, como fue estudiado por Gold y French (2011:4), este método no es utilizado de manera aislada por los expertos en comparación forense de voz, sino que es combinado con el análisis fonético-auditivo para compensar las deficiencias derivadas del uso exclusivo de parámetros acústicos, como son, por ejemplo, los cambios en la voz a causa de enfermedades o envejecimiento, o la alteración de las mediciones debido a cuestiones técnicas de la grabación.

## **Capítulo 5. Análisis De Los Métodos Para La Comparación Forense De Voz Dentro De Los Estándares De Cientificidad**

En el capítulo 1 fue mencionada la inexistencia de una definición que sea capaz de describir todo lo que implica el concepto de “ciencia”. La razón de esto es que la ciencia no comprende únicamente al conocimiento, sino al proceso entero con el cual es garantizada la calidad de sus resultados. Dicho proceso parte de la investigación que dio origen a la teoría, ley, hipótesis, método o técnica, hasta la evaluación de la capacidad de cada una para realizar descripciones, explicaciones, comparaciones y análisis. Con base en esto es considerado que, para conocer la fiabilidad y validez de un método, es necesario evaluar todo lo anteriormente mencionado. Así mismo, tampoco ha sido establecido un enlace que consiga relacionar de manera satisfactoria a la ciencia con el derecho, el mayor acercamiento que ha existido entre ambas áreas son los estándares de científicidad cuyo objetivo recae en servir como un filtro para disminuir la admisión de pseudociencia al proceso.

En el capítulo 1 fueron mencionadas también las 15 características que, según Bunge (1959) son imprescindibles para describir a las ciencias fácticas. Algunas de estas son retomadas por los estándares dentro de sus criterios debido a que la mayoría de las pruebas presentadas en audiencia pertenecen al área de ciencias fácticas (incluyendo a la comparación forense de voz), por ejemplo: el estándar Daubert, la regla 702 y la Tesis [A.]: 1ª. CLXXXVII/2006 de la Suprema Corte de Justicia establecen como requisito que la técnica utilizada sea metódica y sistemática, de manera que pueda ser repetida por otros expertos y, por consiguiente, sea verificable (característica número siete en el listado de Bunge).

Para realizar el análisis de los métodos dentro de los estándares de científicidad, primero fueron analizados los criterios establecidos por estos estándares, las reglas federales de la evidencia y la tesis mexicana. Posteriormente, fueron retomados datos provenientes de bases de datos de universidades (tesis defendidas), revistas científicas y congresos, ambos a nivel internacional, sobre los 4 métodos mencionados en la presente tesis y, por último, se realizó una confronta teórica entre los datos obtenidos ignorando las condiciones de subjetividad ligadas a la intervención humana, es decir, se consideró que en todo caso, el perito poseía la capacitación y habilidad suficiente para reducir el grado de subjetividad del método.

## 5.1 Estándar Frye

El estándar Frye es conocido también bajo el nombre de su único criterio de evaluación: el estándar de aceptación general. Fue uno de los primeros intentos dentro del derecho por separar a la ciencia de la pseudociencia. Sin embargo, a causa de ser compuesto por un único criterio, los expertos en el área jurídica y científica consideran que, actualmente, es insuficiente para verificar el sustento científico de una prueba, sin embargo, según Cappellino (2021) aún es utilizado por algunas de las cortes norteamericanas.

En el año 2011, Gold y French analizaron a nivel internacional las prácticas dentro del campo de la comparación forense de voz. En el estudio participaron 13 expertos provenientes de diferentes países: Australia, Austria, Brasil, China, Alemania, Italia, Países Bajos, Sur Corea, España, Suecia, Turquía, Reino Unido y Estados Unidos. El análisis más popular entre los expertos fue el acústico-fonético, 10 participantes afirmaron utilizarlo de manera habitual; el segundo fue el análisis automático combinado con el análisis fonético-auditivo, siendo utilizado por cinco países; el tercero fue el análisis fonético-auditivo utilizado por dos países y finalmente el análisis acústico utilizado sólo por Italia.

Con base en el estudio, el análisis fonético-auditivo, acústico-fonético y automático son aceptados por la comunidad científica puesto que aún son empleados dentro del campo forense y su utilidad no ha sido desacreditada de manera tajante como sucedió con el análisis por *voiceprint*, el cual, como es evidente, no cumple con el único requerimiento del estándar Frye debido a su falta de sustento científico y regulación. De ser utilizados los criterios de las ciencias fácticas (descritos en el capítulo 1), el análisis por *voiceprint* no podría ser considerado como ciencia, aunque sí como un antecedente histórico.

## 5.2 Estándar Daubert

El estándar Daubert se encuentra compuesto por 4 criterios básicos:

- Si la técnica o teoría del perito puede ser probada y evaluada de manera empírica;
- Si la técnica o teoría ha sido sujeta a revisión por pares y publicada;
- El margen de error conocido o posible de la técnica;
- Si la técnica o teoría ha sido aceptada por la comunidad científica.

Los métodos de comparación forense de voz no serán analizados con base en los criterios derivados de las sentencias contenidas en los casos *Joiner v. General electric* y *Kumho Tire Co., Ltd. Contra Carmichael*, que componen la Trilogía Daubert. Esto debido a que la sentencia del primero concluyó en incluir un criterio que habilita al juez de segunda instancia a valorar la científicidad de la prueba con base en los criterios del estándar Daubert, mientras que la segunda sentencia amplió el rango de aplicación del estándar Daubert hacia cualquier tipo de prueba pericial que no sea necesariamente científica.

Antes de realizar el análisis correspondiente, resulta necesario explicar cada uno de los criterios que componen a este estándar.

El primer criterio “Si la técnica o teoría del perito puede ser probada y evaluada de manera empírica”, se encuentra orientado a priorizar la transparencia de la prueba. Su función es garantizar que toda prueba haya sido obtenida de manera metódica y sistemática de acuerdo con lo establecido por la comunidad científica, es así que los resultados obtenidos no dependerán únicamente de la experiencia y valoración del perito, sino de la propia técnica en conjunto con sus fundamentos científicos, por lo que otro experto en el área será capaz de repetir el análisis pericial e, idealmente, obtener el mismo resultado.

El segundo criterio “Si la técnica o teoría ha sido sujeta a revisión por pares y publicada” tiene 2 objetivos: el primero es reducir el exceso de confianza acreditado a la ciencia a causa de la popular creencia que la califica como infalible; y el segundo es disminuir la admisión de pruebas que fueron resultado de prácticas dentro de la pseudociencia.

Anteriormente fue mencionado que la comparación forense de voz se encuentra dentro de las ciencias fácticas y que, por tanto, analiza los hechos presentes en el mundo; en el capítulo 1 fue establecido que el ambiente no es estático, sino que es modificado con el paso del tiempo, por tanto, la ciencia fáctica también debe ser dinámica, lo que implica la renovación y actualización de sus teorías, leyes, análisis, métodos y técnicas. Sin embargo, antes de que dichas modificaciones puedan ser utilizadas en el campo práctico, necesitan ser evaluadas por expertos especializados en el área, con el objetivo de verificar que estas continúen siendo apegadas a la realidad y no se desvíen por el camino de la pseudociencia.

El tercer criterio “El margen de error conocido o posible de la técnica”, se encuentra enfocado en un factor muy importante de las ciencias fácticas: el grado de subjetividad y de error provocado por la participación humana o por los propios cambios que suceden en el ambiente a través del tiempo. Tal como fue mencionado en el capítulo 1, sólo las ciencias formales son capaces de acercarse a un estado de perfección, mientras que las ciencias fácticas no pueden hacerlo; por tanto, no debe ser ignorado el hecho de que dentro de esta área siempre habrá un margen de error, el cual será mayor o menor dependiendo de las variables que se encuentren bajo control, la experiencia y capacitación del perito, los estudios de actualización realizados, la ejecución de la técnica, etc. Ninguna prueba en ciencia fáctica es capaz de tener un margen de error nulo.

El cuarto criterio “Si la técnica o teoría ha sido aceptada por la comunidad científica”, es retomado del estándar Frye. Al igual que el segundo criterio, su importancia reside en tratar de diferenciar a la ciencia de la pseudociencia debido a que aún no se ha conseguido establecer un criterio de demarcación (explicado en el capítulo 1) que satisfaga las exigencias del área. La aceptación de una técnica o teoría por parte de la comunidad científica es entendida como sinónimo de confiabilidad, esto significa que contiene suficientes fundamentos para ser integrada al campo de investigación. Sin embargo, la resistencia que puede presentar el campo científico para aceptar hipótesis nuevas podría generar nuevos errores y retrasos en diversas áreas.

Con respecto a los tipos de análisis: Como fue descrito en el capítulo 4, originalmente, el *voiceprint* fue desarrollado con fines bélicos, por tanto, no fue revisado por sus pares dentro del área forense hasta años después donde fueron descubiertas diversas irregularidades. La

más importante reside en que no puede ser probado y evaluado de manera empírica debido a dos problemáticas: la primera, de acuerdo con Hollien (2002:71), es que no posee una metodología oficial; y la segunda, mencionada por Cain et al. (2020) y Hollien (2002:71) es la falta de regularización sobre el número de coincidencias mínimas necesarias para establecer el resultado y conclusión de la confronta. Lo anterior tiene como consecuencia que el *voiceprint* no sea aceptado por la comunidad científica y que no es capaz de cumplir con los criterios establecidos por el estándar Daubert, ya que, al no poseer una regulación científica, no es posible obtener una tasa de error estimada. Esto fue reflejado en los estudios realizados por Young y Campbell, quienes en 1967 calificaron el método como útil solamente bajo condiciones ideales, con una precisión estimada de 78.4% en condiciones ideales y 38.3% en condiciones no ideales. Tosi, un académico a favor de la prueba, realizó nuevos estudios en 1972, donde obtuvo una precisión entre 86% y 96% bajo condiciones ideales. Es así que el *voiceprint* no cumple con el estándar Daubert.

El análisis fonético-auditivo se encuentra basado en las técnicas establecidas dentro de la sociolingüística y dialectología, ramas de la lingüística que han sido estudiadas desde el siglo pasado y que, actualmente, continúan bajo investigación. Así mismo, el método requiere de un perfil profesional específico para ser ejecutado, por tanto, a pesar de su carácter subjetivo (debido al grado de intervención humana), puede ser repetido por expertos que posean la formación necesaria (explicada en el capítulo 4). Actualmente, aún es utilizado en publicaciones científicas, por ejemplo, Mehdi (2017:1191), en su análisis sobre los métodos visuales y auditivos utilizados para el reconocimiento de voz, determinó que la tasa de éxito de este método es superior al 85% bajo circunstancias ideales y no ideales. Finalmente, aunque no es utilizado de manera exclusiva, sino que necesita de un segundo método de comparación de voz para confirmar sus resultados, aún es empleado y únicamente recibe críticas sobre su grado de subjetividad sin llegar a ser desacreditado.

Citando los resultados del estudio realizado por Gold y French (2011), el análisis acústico-fonético es uno de los preferidos dentro de la comparación forense de voz debido a que puede ser dividido en una parte objetiva y una subjetiva: la parte objetiva se refiere al *software* utilizado para calcular los parámetros acústicos; mientras que la parte subjetiva comprende el análisis fonético realizado por el experto. Al igual que el análisis fonético-auditivo, este

método se encuentra fundamentado en la sociolingüística y la dialectología, combinando ambas con cálculos matemáticos referentes a los parámetros acústicos, por consiguiente, para su ejecución requiere de un experto formado en ambas ramas de la lingüística y capacitado en el propio método.

En el capítulo 4, fue mencionada de manera general la metodología que debe ser seguida en este tipo de análisis, lo que demuestra que puede ser y ha sido repetido por expertos capacitados, por ejemplo: en el análisis de Cicres (2007:1) sobre las pausas llenas, este método obtuvo una tasa de éxito de 86.3% al ser aplicado únicamente a pausas llenas bajo condiciones ideales; por otra parte Parabattina y Das (2016:1), mencionan que obtuvo una precisión superior al 80% durante un estudio realizado en 1975 utilizando cinco formantes en condiciones ideales, aunque, Künzel y Gonzalez (2003:1619) señalan que esta tasa puede ser modificada por la calidad de la muestra, el uso de teléfonos, la experiencia del perito y los cambios en los rasgos y características del habla.

El análisis automático es considerado como un método completamente objetivo debido a que durante la práctica el experto sólo debe supervisar el correcto funcionamiento del *software* con respecto a la petición que fue realizada. Este método cumple con el estándar Daubert al utilizar una metodología regulada (mencionada en el capítulo 4), lo que permite que sea repetido y probado de manera empírica por expertos en el área. De acuerdo con Ramos (2007, citado en Ajili, 2017:95), este análisis cuenta con una metodología, tasas de error bajas (dependientes al modelo utilizado y limitados al análisis acústico de voz) y aceptación por parte de la comunidad científica. Sin embargo, Eriksson (2012:46), resalta que la mayoría de los sistemas automáticos no comparan el discurso, sino las voces en sí mismas, es decir, que únicamente compara los elementos acústicos ignorando las características distintivas en el discurso, lo que representa un grave problema dentro del método. Es por esto que, en el estudio realizado por Gold y French (2011), se determinó que ningún experto utiliza el análisis automático de manera aislada, sino que es combinado con el análisis fonético-auditivo para compensar sus deficiencias. A pesar de esto, el método no ha sido desechado por la comunidad científica y continua en uso bajo las condiciones previamente mencionadas.

En conclusión, el análisis por voiceprint no cumple con los criterios establecidos en el estándar Daubert. Los análisis fonético-auditivo, acústico-fonético y automático se

encuentran dentro del estándar, sin embargo, como fue mencionado, el análisis automático, a pesar de superar los criterios, no es considerado por sí solo como una prueba con suficiente sustento en audiencia para demostrar una confronta positiva o negativa en su área; mientras que la interferencia humana del análisis fonético-acústico lo vuelve un método completamente subjetivo, y, por tanto, fácil de ser debatido.

### **5.3 Regla 702: Testimonio Por Testigo Experto**

La regla 702 no es un estándar de cientificidad, sino que forma parte del código conocido como Las Reglas Federales de la Evidencia, cuyo objetivo recae en la correcta administración del proceso. A pesar de esto, ha sido consultada en varias ocasiones respecto a la regulación en la admisión de pruebas dentro del proceso penal, tal como sucedió en el caso Daubert durante la apelación de 1993; sentencia que modificó los criterios de esta misma regla. Actualmente, de acuerdo con Cappellino (2021) continúa siendo utilizada en el mismo sentido con el apoyo del estándar Frye, Daubert o Daubert modificado (la trilogía Daubert), según sea requerido por el Órgano Jurisdiccional.

La regla 702 se encuentra conformada por 4 criterios, los cuales son:

- Los conocimientos científicos, técnicos u otros especializados del experto ayudarán al examinador de hechos a comprender la evidencia o determinar un hecho en cuestión;
- El testimonio se basa en hechos o datos suficientes;
- El testimonio es producto de principios y métodos fiables;
- El perito ha aplicado de manera confiable los principios y métodos a los hechos del caso.

Como se mencionó en el capítulo 1, las pruebas científicas deben contar con un control de calidad basado en la relevancia, fiabilidad y validez. La relevancia depende del caso en particular, mientras que la fiabilidad y validez son independientes del hecho. Dentro de la Regla 702, por ser de carácter administrativo, hay criterios que se refieren a la fiabilidad y criterios que se refieren a la relevancia, estos últimos no podrán ser evaluados en el presente

trabajo ya que dependen de la utilidad e importancia del peritaje dentro de cada caso particular.

El tercer criterio, único que será evaluado, señala que “el testimonio es producto de principios y métodos fiables”, de acuerdo con el PCAST (2016:4) está orientado hacia la validez fundacional, lo cual se refiere a que el fundamento de la técnica debe estar basado en antecedentes científicos y estudios empíricos.

El análisis por voiceprint encuentra su fundamento en las diferencias anatómicas del aparato fonador en cada individuo, centrándose especialmente en el efecto que producen las cámaras de resonancia sobre el sonido (explicadas en el capítulo 4). Esto puede ser resumido en que cada persona posee una voz irrepetible debido a las características únicas de su aparato fonador, por esta razón, durante varios años fue equiparado a la identificación por ADN o huellas dactilares. Sin embargo, estos no son equivalentes debido a que, las huellas dactilares y el ADN no presentan cambios durante la vida del individuo, por el contrario, la voz sufre modificaciones a causa de diversos factores, entre los cuales se encuentra el envejecimiento y las enfermedades. Si las muestras de voz bajo estudio son de la misma temporalidad en condiciones ideales, este fundamento es coherente; por el contrario, si las grabaciones presentan problemas o son atemporales, el fundamento ya no es suficiente. En el capítulo 1 fue mencionado que la fiabilidad y la validez son entendidas como la precisión y exactitud respectivamente; las cuales no son constantes en este método. Debido a lo anterior el fundamento no es funcional bajo circunstancias comunes y, por consiguiente, no puede ser considerado como fiable.

El análisis fonético-auditivo utiliza exclusivamente las características discursivas del hablante para establecer el grado de similitud y diferencia entre las grabaciones. Algunas de las características estudiadas son: la lengua, la variación fonética, el estilo del habla, velocidad, ritmo de la respiración, intensidad del habla, estado emocional, jerga social o profesional, irregularidades como tartamudeo, pausas, etc. Tal como fue mencionado en el capítulo 4, se encuentra fundamentada en la sociolingüística y la dialectología, ramas de la lingüística que han sido ampliamente estudiadas en su campo. Por esta razón, a pesar de su grado de subjetividad, no necesita condiciones ideales para que su fundamento sea útil y, por consiguiente, fiable.

El análisis acústico-fonético, de acuerdo con Shinde y Pawar (2012:1), se encuentra fundamentado en la existencia de unidades fonéticas distintivas y finitas dentro del lenguaje hablado, las cuales son caracterizadas por un conjunto de propiedades que se manifiestan en la señal del habla y en el discurso. Por lo anterior, este método tiene como fundamento a la sociolingüística, la dialectología y las características anatómicas del aparato fonador. La combinación de los parámetros acústicos con las diferencias fonéticas del hablante vuelve a este método uno de los más utilizadas dentro de la comparación forense de voz, de acuerdo con el estudio realizado por Gold y French (2011), por lo que, debido a sus dos tipos de análisis comparativos, no requiere de condiciones ideales para su funcionamiento.

El análisis automático utiliza exclusivamente los parámetros acústicos de la voz, siendo incapaz de analizar las características discursivas del hablante. De esta manera su fundamento es similar al utilizado por el voiceprint, sin embargo, dentro de su ejecución, ha solucionado algunos de los problemas relacionados a las características de los canales de transmisión y posee un alto grado de objetividad, por tanto, su fundamento es bien ejecutado dentro del método; aunque, como ha sido previamente mencionado, este análisis no es suficiente para establecer el grado de similitud entre los audios de manera definitiva.

Como conclusión, el *voiceprint* tiene un fundamento que resulta coherente, sin embargo, debido a la mala regulación y práctica del método, este no puede ser considerado como fiable. Por el contrario, aunque el análisis automático tiene el mismo fundamento, este consigue ejecutar el método con regulación suficiente para ser considerado como fiable. Los análisis fonético-auditivo y acústico-fonético satisfacen el tercer criterio de la regla 702 con un fundamento sólido que es ejecutado y regulado de manera apropiada por los métodos, lo que las caracteriza como fiables.

## 5.4 Estándar Mexicano

El 1 de marzo de 2007, la primera sala de la Suprema Corte de Justicia publicó una tesis aislada cuyo objetivo versó en establecer criterios basados en el estándar Daubert para permitir al Órgano Jurisdiccional utilizar pruebas científicas fiables, evitando así la admisión de pseudociencia dentro de cualquier proceso.

La tesis emitida establece como requerimiento principal 2 criterios:

- Que la evidencia científica sea relevante para el caso concreto en estudio, es decir, que a través de la misma pueda efectivamente conocerse la verdad de los hechos sujetos a prueba;
- Que la evidencia científica sea fidedigna, esto es, que se haya arribado a ella a través del método científico.

El primer criterio se refiere únicamente a la relevancia, por tanto, no podrá ser evaluado en este trabajo ya que depende de los hechos bajo estudio.

Con respecto al segundo criterio, en el capítulo 1 fue mencionada la diferencia entre las ciencias fácticas y formales. Los métodos de comparación forense de voz analizados son comprendidos como ciencias fácticas, por tanto, son los únicas que atraviesan el método científico durante su desarrollo e investigación. Los pasos del método científico fueron explicados en el capítulo 1, sin embargo, la tesis emitida por la Suprema Corte de Justicia contiene sus propios criterios sobre lo que debe cumplirse para establecer que una prueba siguió el método científico. Estos requerimientos son los siguientes:

- Que la teoría o técnica científica de que se trate haya sido sujeta a pruebas empíricas y de refutabilidad;
- Que haya sido sujeta a la opinión, revisión y aceptación de la comunidad científica;
- Que se conozca su margen de error potencial;
- Que existan estándares que controlen su aplicación.

El primer criterio “que la teoría o técnica científica de que se trate haya sido sujeta a pruebas empíricas y de refutabilidad” fue previamente abordado en el estándar Daubert, donde fue

determinado que, a pesar de las deficiencias existentes en cada método, el análisis fonético-auditivo (que posee el mayor grado de subjetividad), acústico-fonético (que puede ser influenciado por la calidad de muestra y subjetividad del estudio fonético) y automático (limitado a analizar exclusivamente las características acústicas) han superado las pruebas empíricas a las que han sido sometidas. Por otra parte, el análisis por voiceprint demostró su utilidad bajo condiciones de laboratorio casi perfectas, sin embargo, las investigaciones determinaron que en condiciones reales este no es fiable, pues al comparar las mismas palabras en diferentes contextos su precisión disminuye considerablemente.

En el capítulo 1 fue abordado el falsacionismo cuyo objetivo recae en diferenciar a la ciencia de la pseudociencia a partir de un examen de contrastación empírica, con el cual se busca falsar la hipótesis que pretende ser reconocida por el campo científico. El método fonético-auditivo, acústico-fonético y automático presentan deficiencias que, de no ser controladas, podrían afectar al resultado obtenido durante el análisis; sin embargo, no han sido desacreditadas, continúan bajo estudio y, por consiguiente, tampoco han sido falsadas.

El segundo criterio “que haya sido sujeta a la opinión, revisión y aceptación de la comunidad científica” fue abordado en el estándar Frye y el estándar Daubert. Los análisis fonético-auditivo, acústico-fonético y automático actualmente son aceptados por la comunidad científica y utilizados por los expertos dentro del campo de comparación forense de voz bajo condiciones que son consideradas como óptimas, esto es, que el análisis fonético-auditivo y automático sean combinados con otros métodos de comparación (pudiendo ser entre sí) con el objetivo de sustentar el resultado obtenido. Por otra parte, el análisis por voiceprint actualmente no es aceptado por la comunidad científica, ni utilizado por expertos en el área; Eriksson (2005:5) menciona que, durante el mismo año de su estudio, este método era utilizado únicamente por detectives privados y “expertos” no académicos, mientras que Sepúlveda (2019:185) indica que continúa siendo utilizado en países como Perú y Colombia, aunque esto no ha afectado la posición de la comunidad científica sobre el método.

El tercer criterio “que se conozca su margen de error potencial” fue revisado en el estándar Daubert, donde se determinó que los análisis fonético-auditivo, acústico-fonético y automático cuentan con un valor constante en sus tasas de error y éxito debido a su regulación científica, por el contrario, el *voiceprint* no cuenta con tales regulaciones, por tanto, no puede

ser repetido bajo estudio, lo que conlleva a que no posea un valor estable sobre su tasa de error y éxito.

El cuarto criterio “que existan estándares que controlen su aplicación”, como fue mencionado anteriormente en el estándar Daubert, los análisis fonético-auditivo, acústico-fonético y automático cuentan con una metodología regulada (mencionada en el capítulo 4), fundamentos que los califican como fiables y suficiente regulación para ser repetido por otros expertos obteniendo, idealmente, los mismos resultados. Es así que, existe un control sobre su aplicación. El análisis por voiceprint no cuenta con dichas regulaciones ya que, como fue antes mencionado, no puede ser repetido por otros expertos de la misma forma ni es aceptado actualmente por la comunidad científica.

La conclusión es que los análisis fonético-auditivo, acústico-fonético y automático cumplen con los criterios establecidos por la Tesis [A.]: 1a. CLXXXVII/2006 emitida por la Suprema Corte de Justicia, mientras que el análisis por voiceprint no. Una conclusión similar a la obtenida en el estándar Daubert.

## 5.5 Resultados

Para concluir este capítulo, en la tabla 2 se muestran los criterios establecidos por cada estándar, así como los métodos en comparación forense de voz con el fin de visualizar qué criterios cumplen cada uno de los diferentes métodos.

Criterios	Métodos			
	Voiceprint	Fonético -auditivo	Acústico- fonético	Automático
La técnica o teoría ha sido aceptada por la comunidad científica.		X	X	X
La técnica o teoría científica puede y ha sido sometida a pruebas empíricas y de refutabilidad.		X	X	X
La técnica o teoría ha sido sujeta a revisión por pares y publicada.		X	X	X
Se incluye el margen de error conocido o posible de la técnica.		X	X	X
El testimonio es producto de principios y métodos fiables.		X	X	X
Que existan estándares que controlen su aplicación.		X	X	X

**Tabla 2.**

*Criterios superados por cada tipo de técnica de comparación forense de voz.*<sup>4</sup>

<sup>4</sup> La marca "X" es utilizado para señalar los criterios superados por cada método.

En esta tabla, fueron omitidos los 3 criterios de relevancia dentro de la regla 702:

- Los conocimientos científicos, técnicos u otros especializados del experto ayudarán al examinador de hechos a comprender la evidencia o determinar un hecho en cuestión;
- El testimonio se basa en hechos o datos suficientes;
- El perito ha aplicado de manera confiable los principios y métodos a los hechos del caso.

El criterio de relevancia de la Tesis [A.]: 1a. CLXXXVII/2006

- La evidencia científica es relevante para el caso concreto.

Y el criterio de aceptación de áreas no científicas de la trilogía Daubert

- La técnica o teoría ha sido aceptada por la comunidad perteneciente al área del conocimiento en cuestión.

Debido a que no es posible evaluar los métodos a partir de estos.

Los métodos fonético-auditivo, acústico-fonético y automático lograron superar los criterios establecidos por los estándares de manera general, sin embargo, como fue previamente mencionado, ninguna de éstas será útil en audiencia si no son ejecutadas de manera correcta por el perito con respecto a las condiciones del caso. Así mismo, esta evaluación fue realizada bajo dos suposiciones: que el laboratorio cuenta con los recursos suficientes para permitir su apropiada ejecución y, que las muestras de audio se encuentran en condiciones óptimas para ser analizadas.

## Conclusiones

El concepto de ciencia actualmente no posee una definición que consiga satisfacer los requerimientos que esta misma implica, es así como el derecho tampoco ha logrado establecer en su materia los criterios indispensables para la admisión de una prueba científica.

Lo anterior ha traído como consecuencia la falta de regulación científica dentro del proceso judicial a través de la historia, así como una valoración subjetiva debido a la libre interpretación de los estándares por parte de los jueces, los cuales, como fue explicado, no pueden ni se encuentran obligados a poseer un conocimiento extenso dentro de cada área científica; por tanto, los estándares son una herramienta útil cuando son aplicados como apoyo por un profesional capacitado en el área legal, científica y en los propios estándares. Es decir, una formación exclusiva en el área del derecho no es suficiente debido a la complejidad del campo científico, así como la diversidad de peritajes y pruebas científicas.

Los estándares de científicidad han demostrado ser útiles para disminuir irregularidades, a partir de la admisión de pruebas y métodos basados únicamente en fundamentos científicos. Esto se demuestra con el caso del método de voiceprint que no logró cumplir con alguno de los criterios establecidos por los diferentes estándares. Sin embargo, y, a pesar de sus avances, los estándares siguen sin ser capaces de establecer una clara diferencia entre la ciencia y la pseudociencia. Poseen deficiencias que recaen en la interpretación y complejidad de su correcta aplicación por parte del órgano jurisdiccional, así como un alto grado de subjetividad; por lo tanto, no deben ser considerados como un criterio definitivo que, por cuenta propia, excluya fielmente a las pruebas pseudocientíficas, ya que depende del conocimiento y correcta aplicación por parte del órgano jurisdiccional.

El análisis auditivo, acústico-fonético y automático son métodos actualmente aceptados en el campo de la comparación forense de voz. Esto se refleja al concretar los criterios establecidos por los estándares de científicidad. No obstante, cada método por separado no resulta suficiente para determinar la identidad del individuo debido a que, como se mencionó a lo largo de este trabajo, todos presentan deficiencias respecto a sus alcances y limitaciones. Por ejemplo, el análisis fonético-auditivo no puede responder de manera objetiva al cuestionamiento hecho durante la investigación, pues el resultado depende de la experiencia

y habilidad del perito; el análisis acústico-fonético también depende, aunque en menor grado, de la experiencia y habilidad humana y, por tanto, requiere ser respaldada por un dictamen y/o testimonio relacionado; y, finalmente, el análisis automático presenta, entre otras limitaciones, un alto grado de sensibilidad a la calidad y duración del audio y no es capaz de identificar variaciones lingüísticas. Es así que, dependiendo de las condiciones de la muestra y el hecho bajo investigación, se deberá evaluar la selección y empleo del método. Incluso, que éste haya sido combinado para una tasa de éxito mayor; un claro ejemplo de esto son los métodos fonético-auditivo y automático, los cuales actualmente son utilizados en conjunto para ofrecer una prueba más sólida ante el órgano jurisdiccional.

Los resultados de este trabajo demuestran que los estándares de científicidad son una herramienta útil para descartar métodos como el voiceprint; sin embargo, también se muestra que el cumplir con los criterios que se establecen por dichos estándares no garantiza la admisión exclusiva de pruebas de calidad. Lo anterior quedó demostrado con los métodos auditivo, acústico-fonético y automático en comparación forense de voz, los cuales, a pesar de superar teóricamente los criterios contenidos en los estándares, pueden no ser bien ejecutados en la práctica debido a las limitaciones ya mencionadas.

A lo largo de esta tesis fue recopilada información general sobre los métodos utilizados en la comparación forense de voz, esto bajo el objetivo de demostrar el grado de conocimiento teórico necesario en esta área para conseguir aplicar algunos de los criterios mencionados en el capítulo 3.

Lo anterior, evidencia el grado de dificultad que conlleva trasladar la aplicación de los criterios desde la teoría a la práctica diaria, dado que, bajo este orden de ideas, sería necesario que el juzgador tuviera conocimiento básico (al menos) sobre cada área pericial relacionada con la ciencia. Por esto, existe la necesidad de generar otro tipo de instrumentos que guíen al juzgador y que le permitan conocer los alcances y limitaciones de las diferentes ciencias forenses. Además, se justifica la necesidad de otro tipo de figuras en el contexto judicial, como la del científico forense capacitado en las diferentes ciencias forenses y con conocimiento del uso de estándares científicos y técnicos presentes en las diversas disciplinas forenses, formación que podría servir de apoyo a las y los juzgadores.

## Referencias

- Abboud, A. (29 de mayo de 2017). *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals, Inc. (1993)*. The Embryo Project Encyclopedia. Recuperado el 20 de marzo de 2021 de <https://embryo.asu.edu/pages/daubert-v-merrell-dow-pharmaceuticals-inc-1993>
- Acevedo, J. (19 de abril de 2017) *Sobre leyes y teorías científicas*. Researchgate. [https://www.researchgate.net/publication/316189462\\_Sobre\\_leyes\\_y\\_teorias\\_cientificas](https://www.researchgate.net/publication/316189462_Sobre_leyes_y_teorias_cientificas)
- Aguirrezabal, M. (2012). Algunos aspectos relevantes de la prueba pericial en el proceso civil. *Revista de derecho (Coquimbo)*, 19(1), 335-351. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-97532012000100010#n15](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-97532012000100010#n15)
- Ajili, M. (2017). *Reliability of voice comparison for forensic applications* [Tesis de doctorado, Université d'Avignon]. HAL science ouverte.
- Alcoceba, J. (2018). Los estándares de científicidad como criterio de admisibilidad de la prueba científica. *Revista Brasileira de Direito Processual Penal*, 4(1), 215-242. [https://www.researchgate.net/publication/323622720\\_Los\\_estandares\\_de\\_cientificidad\\_como\\_criterio\\_de\\_admisibilidad\\_de\\_la\\_prueba\\_cientifica/fulltext/5aa0930caca272d448b19300/Los-estandares-de-cientificidad-como-criterio-de-admisibilidad-de-la-prueba-cientifica.pdf](https://www.researchgate.net/publication/323622720_Los_estandares_de_cientificidad_como_criterio_de_admisibilidad_de_la_prueba_cientifica/fulltext/5aa0930caca272d448b19300/Los-estandares-de-cientificidad-como-criterio-de-admisibilidad-de-la-prueba-cientifica.pdf)
- Alsina, H. (1958). *Tratado teórico práctico de derecho procesal, civil y comercial*. Tomo III. Ediar Soc. Anon. Editores.
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Grupo editorial Patria. [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)

- Benfeld, J., Larroucau, J. (2018). El sistema de derecho probatorio bajo medieval de las Siete Partidas y las Federal Rules of Evidence de 1975: dos estrategias para un mismo propósito, *Revista de estudios histórico-jurídicos* (40). [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-54552018000100617&lng=es&nrm=iso#fn55](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-54552018000100617&lng=es&nrm=iso#fn55)
- Bigot, M. (2010). *Apuntes de lingüística antropológica*. <https://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/1367/5..FON%C3%89TICA%20y%20FONOLOGIA.pdf>
- Blanco, C. (2005). Sociolingüística y análisis del discurso: herramientas para la investigación en educación. *Revista de pedagogía*. 26 (76). <https://www.redalyc.org/pdf/659/65913205006.pdf>
- Bunge, M. (1959). *La ciencia, su método y su filosofía*. Siglo veinte: <http://www.posgrado.unam.mx/musica/lecturas/LecturaIntroduccionInvestigacionMusical/epistemologia/Mario-Bunge-la-Ciencia-su-Metodo-y-Filosofia.pdf>
- Cain, S., Smrkovski, L., Wilson, M. (10 de enero de 2020). *Voiceprint Identification*. Expert pages. <https://www.expertpages.com/library/voiceprint-identification>
- Calet, N., Flores, M., Jiménez, G., Defior, S. (2016). Habilidades fonológicas suprasegmentales y desarrollo lector en niños de Educación Primaria. *Anales de Psicología*, 32(1), 72-79. <https://dx.doi.org/10.6018/analesps.32.1.216221>
- Canal Fonadvisory. (21 de mayo del 2020). *¿Qué es un FORMANTE?* [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=LxwTsHJE1BM>
- Cappellino, A. (24 de julio de 2020). *Daubert vs. Frye: Navigating the Standards of Admissibility for Expert Testimony*. Expert Institute. Recuperado el 22 de marzo de 2021. <https://www.expertinstitute.com/resources/insights/daubert-vs-frye-navigating-the-standards-of-admissibility-for-expert-testimony/>

- Cappellino, A. (9 de agosto de 2021). *Amendments to Federal Rule of Evidence 702 Loom Closer*. Expert Institute. Recuperado el 31 de octubre de 2022. <https://www.expertinstitute.com/resources/insights/amendments-to-federal-rule-of-evidence-702-loom-closer/#:~:text=Per%20Rule%20702%2C%20as%20amended%20in%202000%20and,evidence%20or%20to%20determine%20a%20fact%20in%20issue%3B>
- Cappellino, A. (25 de agosto de 2021). *The Daubert Standard: A Guide To Motions, Hearings, and Rulings*. Expert Institute. Recuperado el 20 de marzo de 2021. <https://www.expertinstitute.com/resources/insights/the-daubert-standard-a-guide-to-motions-hearings-and-rulings/>
- Cárdenas, J. (2009). *Introducción al estudio del derecho*. Nostra. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/7/3260/5.pdf>
- Centro virtual Cervantes. (2015). Etnografía de la comunicación. *Diccionario de términos clave de ELE*. Recuperado el 22/01/2022, de [https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca\\_ele/diccio\\_ele/diccionario/etnografiacomunicacion.htm](https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccio_ele/diccionario/etnografiacomunicacion.htm)
- Centro virtual Cervantes. (2015). Sociolingüística. *Diccionario de términos clave de ELE*. Recuperado el 22/01/2022, de [https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca\\_ele/diccio\\_ele/diccionario/sociolinguis-tica.htm](https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccio_ele/diccionario/sociolinguis-tica.htm)
- Centro virtual Cervantes. (2015). Sociología del lenguaje. *Diccionario de términos clave de ELE*. Recuperado el 22/01/2022, de [https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca\\_ele/diccio\\_ele/diccionario/sociologiale-nguaje.htm](https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccio_ele/diccionario/sociologiale-nguaje.htm)
- Chamoreau, C. (2005). Dialectología y dinámica. Reflexiones a partir del purépecha. *TRACE*, (47), 61-81. <https://www.redalyc.org/pdf/4238/423839503006.pdf>

- Cicles, J. (2007). Análisis discriminante de un conjunto de parámetros fonéticoacústicos de las pausas llenas para identificar hablantes. *Revista Síntesis Tecnológica*, 3(2), 87-96. <http://revistas.uach.cl/pdf/sintec/v3n2/art04.pdf>
- Código Nacional de Procedimientos Penales [CNPP]. Art. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 261, 368, 369. 2021 (México).
- Comisaría general de policía cibernética. (s.f.). *Acústica forense*. <https://criminalistica.mx/descargas/documentos/pdf/acusticaforense.pdf>
- Committee on Identifying the Needs of the Forensic Sciences Community, National Research Council. (2009). *Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward*. <https://www.ojp.gov/pdffiles1/nij/grants/228091.pdf>
- Cornell law school (s.f.) *Second degree murder*. Cornell Law School. [https://www.law.cornell.edu/wex/second\\_degree\\_murder](https://www.law.cornell.edu/wex/second_degree_murder)
- Cornell law school (s.f.) *First degree murder*. Cornell Law School. [https://www.law.cornell.edu/wex/first\\_degree\\_murder](https://www.law.cornell.edu/wex/first_degree_murder)
- Court of Appeals of the District of Columbia. (3 de diciembre de 1923), *Frye V. United States*. Casetext. <https://casetext.com/case/frye-v-united-states-7>
- Couture, E. (1958). *Fundamentos del derecho procesal civil*. Roque Depalma. [https://www.academia.edu/35011551/COUTURE\\_Fundamentos\\_de\\_Derecho\\_Procesal\\_Civil](https://www.academia.edu/35011551/COUTURE_Fundamentos_de_Derecho_Procesal_Civil)
- Eriksson, A. (2005). *Tutorial on Forensic Speech Science*. [https://www.york.ac.uk/media/languageandlinguistics/documents/currentstudents/Eriksson\\_tutorial\\_paper.pdf](https://www.york.ac.uk/media/languageandlinguistics/documents/currentstudents/Eriksson_tutorial_paper.pdf)
- Eriksson, A. (2012). *Aural/Acoustic vs. Automatic Methods in Forensic Phonetic Case Work*. Reserchgate. [https://www.researchgate.net/publication/296330493\\_AuralAcoustic\\_vs\\_Automatic\\_Methods\\_in\\_Forensic\\_Phonetic\\_Case\\_Work](https://www.researchgate.net/publication/296330493_AuralAcoustic_vs_Automatic_Methods_in_Forensic_Phonetic_Case_Work)

- Estellés, R. (2007). *Acústica física (primera parte)*.  
<https://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-acustico/wp-content/blogs.dir/27/files/2012/02/01-ACUSTICA-FISICA-1.pdf>
- Eugenia, P. (2019). *Sigmatismo*. IDOCPUB.  
<https://idoc.pub/documents/sigmatismo-9n0kdj8kv24v>
- Executive Office of the President President's Council of Advisors on Science and Technology. (2016). *REPORT TO THE PRESIDENT Forensic Science in Criminal Courts: Ensuring Scientific Validity of Feature-Comparison Methods*.  
[https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/pcast\\_forensic\\_science\\_report\\_final.pdf](https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/pcast_forensic_science_report_final.pdf)
- Fasce, A. (2018). *El problema de la demarcación ciencia/pseudociencia desde una perspectiva cognitiva* [Tesis de doctorado, Universidad de Salamanca, Universidad de Santiago, Universidad de la Coruña, Universidad de la Laguna, Universidad de Valladolid, Universidad de Valencia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas].  
<https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/68342/Tesis%20%20Angelo%20Fasce%205.1.pdf?sequence=1>
- Federal Rules of Evidence [FRE]. Regla.102, 701, 702, 703, 704, 705, 706. 1 de julio de 1975 (Estados Unidos de América).
- García, Z. (2016). Los paradigmas jurídicos frente a la convergencia de otras ciencias en el quehacer judicial. *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, (145).  
<https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-comparado/article/view/4991/6342>
- Gascón, M. (2010). *Prueba científica. Mitos y paradigmas*.  
[https://www.researchgate.net/publication/287991825\\_Prueba\\_cientifica\\_Mitos\\_y\\_Paradigmas#:~:text=El%20primero%2C%20se%20denomina%20como%20control%20de%20admisibilidad,la%20fuerza%20probatoria%20de%20la%20misma%20%208Gasc%C3%B3n%2C%202010%29](https://www.researchgate.net/publication/287991825_Prueba_cientifica_Mitos_y_Paradigmas#:~:text=El%20primero%2C%20se%20denomina%20como%20control%20de%20admisibilidad,la%20fuerza%20probatoria%20de%20la%20misma%20%208Gasc%C3%B3n%2C%202010%29)

- Gascón, M. (2015). *La prueba judicial: valoración racional y motivación*. <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=bWFlc3RyaWFwcm9jZXNhbHVubHAub3JnfG1hZXN0cmllhfGd4OjNhNjI5NGUzOWVIMDUwYzI>
- Gold, E. y French, P. (2011). International Practices in Forensic Speaker Comparison. *International Journal of Speech Language and the Law*, 18(2), 1-17. [https://www.researchgate.net/publication/276222150\\_International\\_Practices\\_in\\_Forensic\\_Speaker\\_Comparison](https://www.researchgate.net/publication/276222150_International_Practices_in_Forensic_Speaker_Comparison)
- Gómez, C. (2016) La prueba pericial médica: Criterios para su emisión, admisión y valoración. *Revista CONAMED*, 21 (2), 88-98. <https://www.medigraphic.com/pdfs/conamed/con-2016/con162h.pdf>
- Gozaíni, O. (2015) *Pruebas científicas y verdad, el mito del razonamiento incuestionable*. <http://www.derecho.uba.ar/institucional/deinteres/2015-gozaini-pruebas-cientificas-y-verdad.pdf>
- Grudzinskas, A., Appelbaum, C. (1998). General Electric Co. v. Joiner: Lighting Up the Post- Daubert Landscape?. *Journal of the American Academy of Psychiatry and the Law*, 26(3), 497-503. <http://jaapl.org/content/jaapl/26/3/497.full.pdf>
- Hansen, C. (1951). Fundamentals of acoustics. *American Journal of Physics*, 19, 23 – 52. [https://www.researchgate.net/publication/228726743\\_Fundamentals\\_of\\_acoustics](https://www.researchgate.net/publication/228726743_Fundamentals_of_acoustics)
- Hollien, H. (2002). *Forensic*. Academic press. <http://zhenilo.narod.ru/main/students/Hollien.pdf>
- Howard, H. (2021). *Los fonos del español*. Fonética y fonología españolas. <http://www.tulane.edu/~howard/FonFonEsp/fonos.html>

- Instituto Jalisciense de Ciencias Forenses. (s.f.). *Laboratorio de acústica forense*. Instituto Jalisciense de Ciencias Forenses. <https://cienciasforenses.jalisco.gob.mx/laboratorioacustica.php#:~:text=Los%20peritos%20en%20ac%C3%BAstica%20forense%20intervienen%20en%20el%20tratamiento%20y.que%20intervienen%20en%20la%20grabaci%C3%B3n.>
- International Phonetic Association. (2020). *THE INTERNATIONAL PHONETIC ALPHABET*. International Phonetic Association. [https://www.internationalphoneticassociation.org/IPAcharts/IPA\\_chart\\_orig/pdfs/IPA\\_Kiel\\_2020\\_full.pdf](https://www.internationalphoneticassociation.org/IPAcharts/IPA_chart_orig/pdfs/IPA_Kiel_2020_full.pdf)
- Jonker, J. y Pennink, B. (2010). *The essence of research methodology, a concise guide for master and PhD students in management science*. Springer.
- Koffi, E. (2020). A Tutorial on Acoustic Phonetic Feature Extraction for Automatic Speech Recognition (ASR) and Text-to-Speech (TTS) Applications in African Languages. *Linguistic Portfolios*, 9, 131-153. [https://repository.stcloudstate.edu/stcloud\\_ling/vol9/iss1/11](https://repository.stcloudstate.edu/stcloud_ling/vol9/iss1/11)
- Künzel, H. y Gonzalez J. (2003). *Combining Automatic and Phonetic-Acoustic Speaker Recognition Techniques for Forensic Applications*. [Sesión de conferencia]. 15th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS-15), Barcelona, España. [https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS2003/papers/p15\\_1619.pdf](https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS2003/papers/p15_1619.pdf)
- León O. (2000) *¿Qué es la ciencia?*. [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/QUE\\_ES\\_LA\\_CIENCIA\\_987.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/QUE_ES_LA_CIENCIA_987.pdf)
- Lindh, J. (2004). *Handling the “Voiceprint” Issue*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.574.4557&rep=rep1&type=pdf>

- López, C. (2022). *Enseñanza judicial para la valoración de pruebas científicas en el sistema procesal acusatorio una aproximación desde el constructivismo jurídico complejo y las tecnologías de la información y de la comunicación*. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/14/6739/12.pdf>
- Maher, R. (2015). *Lending an Ear in the Courtroom: Forensic Acoustics*. <https://acousticstoday.org/wp-content/uploads/2015/08/Lending-an-Ear-in-the-Courtroom-Forensic-Acoustics-Forensic-acoustics-deals-with-acquisition-analysis-and-evaluation-of-audio-recordings-to-be-used-as-evidence-in-an-official-legal-inquiry..pdf>
- Martín, A. (2014). *Apuntes de acústica*. <https://oa.upm.es/23098/1/amd-apuntes-acustica-v2.1.pdf>
- Martorelli, J. (2017). La Prueba Pericial, consideraciones sobre la prueba pericial y su valoración en la decisión judicial. *REDEA. DERECHOS EN ACCIÓN*, (4), 130-139. <https://www.corteidh.or.cr/tablas/r37709.pdf>
- Marthur, S., SK, C., JM, V. (2013). Speaker Recognition System and its Forensic Implications. *Open Access Scientific Reports*, 2(4), 1-6. <https://www.omicsonline.org/scientific-reports/2157-7145-SR-723.pdf>
- Mehdi, M. (octubre de 2017). *Visual and auditory analysis methods for speaker recognition in digital forensic*. Reserchgate. [https://www.researchgate.net/publication/320274450\\_Visual\\_and\\_Auditory\\_Analysis\\_Methods\\_for\\_Speaker\\_Recognition\\_in\\_Digital\\_Forensic](https://www.researchgate.net/publication/320274450_Visual_and_Auditory_Analysis_Methods_for_Speaker_Recognition_in_Digital_Forensic)
- Mesía R. (2012). Algunas reflexiones acerca de la epistemología de las ciencias fácticas naturales. *Investigación educativa*, 16 (30), 123-136. [https://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/publicaciones/Inv\\_Educativa/2012\\_n30/pdf/a11v16n30.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/publicaciones/Inv_Educativa/2012_n30/pdf/a11v16n30.pdf)

- Moran, D. y Alvarado, D. (2010). *Métodos de investigación*. Pearson.
- Morrison, G. (2014). Distinguishing between forensic science and forensic pseudoscience: Testing of validity and reliability, and approaches to forensic voice comparison, *Science and justice*, 54 (3), 245 – 256. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1355030613000610>
- Morrison, G. (2009). Forensic voice comparison and the paradigm shift, *Science and justice*, 49 (4), 298 – 308. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S135503060900135X>
- Morrison, G. et. al. (2020). *Handbook of Forensic Statistics*. CRC Press.
- Nahuatt, M. (2014) *Diferencia entre datos de prueba medios de prueba y prueba: en el nuevo proceso penal acusatorio*. Biblioteca jurídica virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/judicatura/article/view/31520/28506>
- Olivé, L. (2000/2004). *El bien, el mal y la razón, Facetas de la ciencia y de la tecnología*. Paidós. [https://www.academia.edu/31312135/Olive\\_Leon\\_El\\_bien\\_el\\_mal\\_y\\_la\\_razon](https://www.academia.edu/31312135/Olive_Leon_El_bien_el_mal_y_la_razon)
- Oxford. (s.f.). Ciencia. En *Diccionario Léxico*. Recuperado el 26 de mayo de 2021, de <https://www.lexico.com/es/definicion/ciencia>
- Parabattina, B. y Das, P. (2016). *Acoustic Phonetic Approach for Speech Recognition: A Review* [Sesión de conferencia]. NSA 2016, USA. [https://www.researchgate.net/publication/313102457\\_Acoustic\\_Phonetic\\_Approach\\_for\\_Speech\\_Recognition\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/313102457_Acoustic_Phonetic_Approach_for_Speech_Recognition_A_Review)
- Prieto G. y Delgado, A. (2010). Fiabilidad y validez. *Papeles del psicólogo*, 31, (1). 67-74. <https://www.redalyc.org/pdf/778/77812441007.pdf>

- Ponce, M. (2019). *La epistemología del procedimiento penal acusatorio y oral*. Instituto de Estudios Constitucionales del Estado de Querétaro. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/12/5841/11.pdf>
- Ramírez, A. (2010). Metodología de la investigación científica. <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/1.pdf>
- Real Academia Española (s.f.). Prueba. En Diccionario de la lengua española. Recuperado el 9 de abril de 2021, de <https://dle.rae.es/prueba>
- Rodríguez, A. (2015). *Determinación de los umbrales de audición en la población española*. [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma De Madrid]. Repositorio UAM.
- Rosa, J. (2012). *Dialectología del Español*. IFRN Editora.
- Rose, P. (2002). *Forensic speaker identification*. Taylor & Francis. <http://zhenilo.narod.ru/main/students/rose.pdf>
- Ruíz, R. (1999), *Historia de la ciencia y el método científico*. <https://asodea.files.wordpress.com/2009/09/ruiz-limon-ramon-historia-de-la-ciencia-y-el-metodo-cientifico.pdf>
- Salmón, B. (2019). *Un estudio de lingüística aplicada: el reconocimiento de voces en el ámbito forense*. [Trabajo de fin de grado, Universidad de Cantabria]. Repositorio abierto de la universidad de Cantabria.
- Shinde, R. y Pawar, V. (2012). A Review on Acoustic Phonetic Approach for Marathi Speech Recognition. *International Journal of Computer Applications*, 59(2), 40-44. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.303.5380&rep=rep1&type=pdf>

- Simons, A. (2017), La prueba científica. *THĒMIS-Revista de Derecho*, (71), 209-226.
- Taruffo, M. (2005). Conocimiento científico y estándares de prueba judicial. *Boletín mexicano de derecho comparado*, 38 (114). 1285-1312  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/bmdc/v38n114/v38n114a13.pdf>
- Tesis [A.]: 1a. CLXXXVII/2006, *Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta*, novena época, tomo XXV, marzo de 2007, Pág. 258.
- Sepúlveda, A. (2019). Influencia de las propiedades de los registros de audio en sistemas de verificación de hablantes en el contexto forense: una revisión del estado del arte. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 11(3), 181-194.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/logos/v11n3/2422-4200-logos-11-03-181.pdf>
- Tovar C. (2019). El falsacionismo de Popper y sus objeciones al marxismo. *Letras (Lima)*, 90 (131).  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-50722019000100009](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-50722019000100009)
- Universidad Internacional de Valencia. (2014). *¿Qué es la dislalia de l y cómo corregirla?*. Universidadviu.  
<https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/que-es-la-dislalia-de-l-y-como-corregirla>
- US Supreme Court. (1999). *Kumho Tire Co. v. Carmichael*, 526 U.S. 137 (1999). Justia. <https://supreme.justia.com/cases/federal/us/526/137/>
- Vázquez, C. (2015). *De la prueba científica a la prueba pericial*. Marcial Pons.  
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=2KNYEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=prueba+pericial&ots=yriwvDh8&sig=M0tc2-XmUCAy0yZkOQx6Xu4jAEw#v=onepage&q=prueba%20pericial&f=false>
- Vázquez, C. (2014). Sobre la científicidad de la prueba científica en el proceso judicial. *Anuario de Psicología Jurídica*, 24(2014), 65-73.  
<https://journals.copmadrid.org/apj/art/j.apj.2014.09.001>

- Villanueva P. (1995) Los medios de prueba en materia penal. *Boletín mexicano de derecho comparado*, (83). <https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-comparado/article/view/3361/3891>
- Villavicencio, A., Loyzance, C., García, Z., Suzuri, J., Castillo, A., López, P., López, F. (2021). *Development of an instrument for assessing the quality of forensic evidence and expert testimony from three feature-comparison methods: DNA, voice, and fingerprint analysis*. Wiley online library. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1556-4029.14898>
- Weiss, K., Watson C., Xuan, Y. (2014) Frye's Backstory: A Tale of Murder, a Retracted Confession, and Scientific Hubris. *The journal of the American Academy of Psychiatry and Law* 42(2). 226-233. <http://jaapl.org/content/42/2/226.long#abstract-1>
- Yarmey, A. (2004). Common-sense beliefs, recognition and the identification of familiar and unfamiliar speakers from verbal and non-linguistic vocalizations. *The International Journal of Speech, Language and the Law*, 11(2), 267-277. <https://journals.equinoxpub.com/index.php/IJSLL/article/view/556>