

UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

**DOCTORADO EN INGENIERÍA  
- INGENIERÍA DE SISTEMAS -  
Minería de Datos/Texto–Estructural–  
Multicriterio como recurso estratégico  
en la selección de personal**

**Jorge Iván Pérez Rave**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas

Medellín, Colombia

2021

# **Minería de Datos/Texto–Estructural– Multicriterio como recurso estratégico en la selección de personal**

**Jorge Iván Pérez Rave**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Doctor en Ingeniería, Ingeniería de Sistemas**

Directora:

Prof. Gloria Patricia Jaramillo Álvarez, Ph.D, Departamento de Ciencias de la Computación y  
la Decisión, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín

Codirector:

Prof. Juan Carlos Correa Morales, Ph.D, Escuela de Estadística, Facultad de Ciencias,  
Universidad Nacional de Colombia, Medellín

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas

Medellín, Colombia

2021



## **Declaración de obra original**

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Jorge Iván Pérez Rave

Fecha 01/05/2021

## Resumen

### **Minería de Datos/Texto–Estructural–Multicriterio como recurso estratégico en la selección de personal**

El uso de la Minería de Datos/Texto (M-D/T) en la selección de personal (SP) es un campo prometedor. Sin embargo, deben superarse varios desafíos, entre ellos: (1) Las pocas aplicaciones existentes no están aprovechando el valor de los constructos psicológicos/administrativos. (2) La M-D/T ha prestado poca atención al desarrollo/uso de procedimientos para confirmar la calidad psicométrica de tales constructos. (3) Tampoco suele desarrollar, con criterios de reproducibilidad, la interpretación de patrones y la toma de decisiones (evaluación, ordenación y elección del candidato). Este trabajo desarrolla un marco de M-D/T asistido por modelos de ecuaciones estructurales y análisis de decisión multicriterio para la SP, denominado M-D/T–Estructural–Multicriterio. Dicho marco consta de cuatro procesos (1. Reconocimiento de datos, 2. Descubrimiento de patrones, 3. Confirmación de patrones, 4. Evaluación de alternativas y decisión final) con operaciones semiautomatizadas. El marco se valida usando múltiples/representativos conjuntos de datos (principalmente textos) provenientes de dominios organizativos/individuales, formales/causales, online/offline y estratégicos/operacionales. Las aplicaciones del marco se ilustran para constructos como liderazgo transformacional y pensamiento crítico en las empresas. Se concluye que el marco desarrollado es capaz de asistir la investigación y la práctica de la SP y áreas afines, bajo criterios de fiabilidad, validez, equidad, reproducibilidad y eficiencia. El presente estudio resulta útil para investigadores y profesionales en campos de ciencias de la computación, dirección de organizaciones, psicología organizacional y estadística aplicada.

**Palabras clave:** minería de texto, minería de datos, modelos de ecuaciones estructurales, análisis de decisión multicriterio, selección de personal.

# Abstract

## **Data/Text Mining–Structural–Multicriteria as a strategic resource in personnel selection**

The use of Data/Text Mining (D/T-M) for personnel selection (PS) is a promising field. However, it must overcome several challenges: (1) The few applications of D/T-M are not harnessing the value of psychological/administrative constructs. (2) D/T-M has paid little attention to the development/use of procedures to confirm the psychometric quality of such constructs. (3) D/T-M does not usually develop, with reproducibility criteria, the interpretation of patterns, and decision-making (evaluation, ordering, and candidate selection). This work develops a D/T-M framework assisted by structural equation models and multi-criteria decision analysis for PS. This framework is called D/T-M–Structural–Multicriteria. The framework consists of four processes (1. Data recognition, 2. Pattern discovery, 3. Pattern confirmation, 4. Evaluation of alternatives and final decision) and includes semi-automated operations. The framework performance is examined using multiple/representative data sets (mainly texts) from organizational/individual, formal/casual, online/offline, and strategic/operational domains. The framework applications are illustrated for constructs such as transformational leadership and critical thinking in business. This study concludes that the framework can assist the research/practice of PS and related areas, considering reliability, validity, equity, reproducibility, and efficiency. This study is helpful for researchers and professionals in computer science, organization management, organizational psychology, and applied statistics.

**Keywords:** text mining, data mining, structural equation modeling, multi-criteria decision analysis, recruitment.



# Contenido

<b>Resumen</b>	<b>5</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>10</b>
<b>Lista de tablas</b>	<b>11</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>12</b>
<b>2. Marco de referencia</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Selección de personal (SP)</b>	<b>20</b>
2.1.1 Definición de SP	20
2.1.2 Diferencias individuales para la SP	20
2.1.3 Evaluación de diferencias individuales para la SP	22
2.1.4 Proceso de SP y sus principales pruebas	24
<b>2.2 Minería de Datos/Texto (M-D/T)</b>	<b>26</b>
2.2.1 Definiciones de M-D/T	26
2.2.2 Marcos de M-D/T para la SP	27
2.2.3 Técnicas comunes de análisis de M-D/T	29
<b>2.3 Análisis de Decisión Multicriterio (ADM)</b>	<b>32</b>
2.3.1 Definición de ADM	32
2.3.2 Marcos de ADM para la SP	33
2.3.3 Técnicas usuales de ADM para la SP	35
<b>2.4. Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM)</b>	<b>36</b>
2.4.1 Definición de SEM	36
2.4.2 Marcos de SEM	38
<b>2.5. Preguntas específicas de investigación y modelo de estudio</b>	<b>42</b>
2.5.1 Sub-marco de M-D/T asistida por SEM	42
2.5.2 Sub-marco de M-D/T asistida por ADM	44
2.5.3 Modelo de estudio	45
<b>3. Objetivos</b>	<b>47</b>
<b>3.1 Objetivo general</b>	<b>47</b>



<b>3.2 Objetivos específicos</b>	47
<b>4. Etapas metodológicas</b>	48
<b>4.1. Etapa teórico – metodológica</b>	48
<b>4.2. Etapa de validación empírica</b>	48
<b>4.3. Etapa de consolidación y discusión global</b>	49
<b>5. Construcción del cuerpo de conocimientos teórico-metodológicos que configuran la M-D/T-E-M</b>	51
<b>5.1 Fundamentos teórico-metodológicos de la M-D/T-E-M</b>	52
5.1.1 Rol de la M-D/T-E-M en el contexto de la SP	52
5.1.2 M-D/T-E-M desde lo ontológico	53
5.1.3 M-D/T-E-M desde lo epistemológico	55
5.1.4 M-D/T-E-M desde lo axiológico	56
5.1.5 M-D/T-E-M desde lo praxeológico	58
5.1.6 M-D/T-E-M desde lo metodológico	59
Proceso 1: Reconocimiento de datos	62
Proceso 2: Descubrimiento de patrones	64
Proceso 3: Confirmación de patrones	77
Proceso 4: Evaluación de alternativas y decisión final	89
<b>6. M-D/T-E-M asistiendo el descubrimiento y la confirmación de patrones</b>	95
<b>6.1 Validez de contenido de las soluciones de M-D/T-E-M</b>	96
<b>6.2 Validez interna (bondad de ajuste) y fiabilidad de las soluciones de M-D/T-E-M</b>	100
<b>6.3 Validez externa de las soluciones de M-D/T-E-M</b>	103
<b>6.4 Equidad, reproducibilidad y eficiencia de las soluciones de M-D/T-E-M</b>	108
6.4.1 Equidad	108
6.4.2 Reproducibilidad y eficiencia	109
<b>7. M-D/T-E-M asistiendo la evaluación de alternativas y la toma de decisiones de SP</b>	111
<b>8. Capacidad global de la M-D/T-E-M para asistir la SP y áreas afines</b>	116
<b>9. Conclusiones y trabajo futuro</b>	124
<b>Anexos</b>	127
<b>Bibliografía</b>	136

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Modelo clásico de análisis de diferencias individuales en el contexto de la SP. ____	22
<b>Figura 2.</b> Representación simplificada de los SEM. _____	38
<b>Figura 3.</b> Modelo general de soluciones de M-D/T asistidas por SEM y ADM en el dominio de la SP. _____	45
<b>Figura 4.</b> Diagrama de flujo enriquecido de los procesos de la M-D/T-E-M. _____	61
<b>Figura 5.</b> Corrientes identificadas para el abordaje de datos por medio de M-D/T en la SP. _	62
<b>Figura 6.</b> Ejemplo de descubrimiento de patrones taxonómicos guiados por los datos, alusivos a acciones (verbos) sobre “Pensamiento crítico en organizaciones”. _____	73
<b>Figura 7.</b> Ejemplo de asignación de escala de medida a un constructo. _____	83
<b>Figura 8.</b> Ilustración de modelos de medida con base en PoS correlacionadas, formato básico, para constructos psicológicos/administrativos basados en textos. _____	86
<b>Figura 9.</b> Gráficos de medias de scores de TL por parte de los grupos en comparación (n: 60 obs., 30 para cada grupo). _____	107
<b>Figura 10.</b> Extracto de visualización (en Python) de la matriz de datos resultante de aplicar la escala de TL (basada en textos) a nuevos conjuntos de documentos. _____	110
<b>Figura 11.</b> Gráficos de medias con intervalos de confianza al 95% para los scores de los últimos cuatro presidentes de Estados Unidos (01/2001 - 01/2021) bajo la escala de TL desarrollada. _____	112
<b>Figura 12.</b> Ilustración de alternativas de visualización como apoyo a la toma de decisiones bajo la M-D/T-E-M. _____	114
<b>Figura 13:</b> Ilustración de alternativas de visualización como apoyo a la toma de decisiones bajo la M-D/T-E-M. _____	115
<b>Figura 14.</b> Enfoque de la práctica y la investigación en SP (y áreas afines) ante la M-D/T-E-M. _____	121

## Lista de tablas

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Descripción de las principales técnicas de MD. ....	29
<b>Tabla 2.</b> Descripción de las principales técnicas de MT. ....	31
<b>Tabla 3.</b> Ejemplo del uso de cargas factoriales para establecer pesos de referencia considerando los métodos de normalización más usuales en ámbitos de ADM. ....	92
<b>Tabla 4.</b> Evidencias consolidadas de validez de contenido para el caso del diccionario de TL. ....	97
<b>Tabla 5.</b> Resumen de CFA con PoS correlacionadas usando datos de cartas a los accionistas – Fortune 1000 (n: 186 obs). ....	101
<b>Tabla 6.</b> Correlaciones entre scores de TL (y sus dimensiones) y variables de referencia del conjunto de datos “1. Scores de valores personales y de variables LIWC2015”.....	105
<b>Tabla 7.</b> Comparación entre la M-D/T–E–M y marcos representativos sobre el estudio de constructos psicológicos/administrativos basados en textos .....	117

# 1. Introducción

La selección de personal (SP) es responsable de la incorporación de talentos con las cualificaciones “duras” y “blandas” iniciales, requeridas por la organización para responder a las necesidades del entorno (Chavira et al., 2017; Chien & Chen, 2008; Koutra et al., 2017; Nussbaum et al., 1999; Robertson & Smith, 2001; Shehu & Saeed, 2016; Strohmeier & Piazza, 2013; Zhang & Liu, 2011). En la medida en que la organización fortalezca sus procesos de selección facilitará la captación de talentos con más probabilidades de que permanezcan en ella, ejecuten sus funciones con compromiso y eficiencia, y manifiesten comportamientos innovadores (Werner, 2000).

Además de las implicaciones prácticas de la SP, también es un tópico de investigación complejo que atrae cada vez más áreas académicas, entre ellas, Minería de Datos (MD) y Minería de Texto (MT). Ambas comparten casi la misma definición, así como propósitos y etapas generales. La “etiqueta” MT es exclusiva para datos de texto, lo cual exige que las tareas de preparación de datos (y algunas de análisis) se distingan de las utilizadas en datos estructurados. Sin embargo, estas particularidades no impiden que una solución que lleve el nombre de MD pueda abordar datos de texto, además de otros tipos de formatos. Por consiguiente, en esta tesis ambas áreas serán tratadas de forma combinada, a través de la sigla M-D/T (Minería de Datos/Texto).

En general, la M-D/T es un proceso no trivial que utiliza métodos de exploración y análisis automático (o semiautomático) para extraer patrones potencialmente útiles desde los datos (Abuazab, Selamat, & Yusoff, 2017; Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smyth, 1996; Jayaraj & Mahalakshmi, 2015; Ledolter, 2013). Dicha área importa recursos desde varios campos, como estadística, inteligencia artificial y visualización de datos (Ledolter, 2013; Shehu & Saeed, 2016).

El uso de la M-D/T en la SP es un campo de investigación prometedor, pero aún naciente (Chien & Chen, 2008; Shehu & Saeed, 2016; Strohmeier & Piazza, 2013). Tan solo en el año 2013 se publicó la primera revisión sistemática sobre la M-D/T en la gestión de recursos humanos (Strohmeier & Piazza, 2013) y, justamente, la SP fue catalogada como uno de los temas potenciales.

Las aplicaciones de M-D/T en la gestión de recursos humanos en general (incluyendo la función de SP) se han basado, en su mayoría, en el enfoque conducido por los datos (data-driven approach), en vez de en el dominio del problema (domain-driven approach). El primer enfoque asume como “verdad” lo que sugieran los datos y su finalidad suele orientarse hacia los métodos; en cambio, el segundo exige la comprensión del dominio, sus estándares y la resolución de sus problemas más relevantes. Este último enfoque de M-D/T en la SP está en infancia y es demandado para las soluciones de M-D/T venideras (Adejuwon & Mosavi, 2010; Kumari, 2012; Strohmeier & Piazza, 2013). Su materialización es una tarea compleja, ya que amerita considerar las condiciones y los estándares aceptables del contexto de estudio a la hora de concluir sobre la superioridad de las propuestas de M-D/T. Algunos de estos estándares (reconocidos/aceptados) en la SP, incluyen: entrevistas y cuestionarios psicométricos (Chien & Chen, 2008; Evers, Anderson, & Smit-Voskuil, 2005).

La necesidad de legitimar la utilidad de la M-D/T en los dominios que interviene (Han & Lee, 2016; Strohmeier & Piazza, 2013) también es soportada por otras posiciones en la literatura, entre ellas:

- La interpretación de los hallazgos de M-D/T carece de neutralidad (Abbe et al., 2016).
- Sigue abierta la búsqueda de respuestas sobre cómo actualizar y usar de forma efectiva los patrones extraídos (Jayaraj & Mahalakshmi, 2015).
- La mayoría de las aplicaciones no está conectada con los intereses y contextos reales de los usuarios (Strohmeier & Piazza, 2013).
- “Se sabe muy poco sobre cómo las organizaciones pueden aprovechar estos avances [refiriéndose a datos masivos] para desarrollar procedimientos de SP más efectivos, especialmente cuando los datos no están estructurados (basados en texto)” (Campion et al., 2016, p. 958).

Este desafío global, resumido en soluciones de M-D/T pertinentes y legitimadas para la SP, es la brecha central por abordar en esta Tesis Doctoral en Ingeniería de Sistemas. Para ello, es necesario superar varios desafíos específicos, tres de los cuales aquí resultan de interés.

El primer desafío específico es que las pocas aplicaciones de M-D/T en el dominio de la SP no necesariamente están aprovechando el potencial de los constructos psicológicos. La mayoría se ha venido enfocando en el análisis de características académicas, de experiencia o sociodemográficas (ej., títulos, cargos previos, edad y formación al momento de la postulación del candidato) y su relación con requisitos técnicos del cargo (Han & Lee, 2016; Jayaraj &

Mahalakshmi, 2015; Shehu & Saeed, 2016; Sivaram & Ramar, 2011). No obstante, hoy día hay cada vez más evidencia de que los requerimientos técnicos de un cargo no son los únicos fundamentales para el desempeño exitoso en la labor. De ahí que factores como liderazgo, comunicación asertiva, entre otras variables latentes (constructos), también son esenciales en los procesos de SP (Farr, & Tippins, 2017) y pueden analizarse no solo a base de cuestionarios sino también mediante la palabra escrita (Campion et al., 2016). A pesar de ello, es escaso el aprovechamiento de datos de textos en las soluciones de M-D/T para la SP (Strohmeier & Piazza, 2013). Más aún, cuando estos se abordan, suelen centrarse en el análisis de etiquetas del currículo (Han & Lee, 2016; Jayaraj, & Mahalakshmi, 2015; Shehu & Saeed, 2016), lo cual tiene como alcance pragmático la preselección de candidatos.

Los datos de texto, en el ámbito de constructos psicológicos/administrativos, traen consigo amplias oportunidades para la SP, pero también presentan mayores complejidades. Ello se debe a que están implicados diferentes formatos, estilos, contextos y conocimientos previos del desarrollador del texto (Abbe et al., 2016; Balan & Mathew, 2015; Jayaraj & Mahalakshmi, 2015; Zhang, Chen, & Liu, 2015). También, a un mayor número de dimensiones (ej., valencia, subjetividad, legibilidad, lingüística, riqueza de información, exactitud, léxico, tamaño y frecuencia de palabras) y problemas de polisemia, sinonimia y ambigüedad (Balan, & Mathew, 2015; Jayaraj & Mahalakshmi, 2015).

El segundo desafío se relaciona con el primero y tiene que ver con que la M-D/T, por si sola, se ve limitada en recursos para confirmar, con rigor psicométrico, la fiabilidad y la validez de los constructos (psicológicos/administrativos) que “descubra”. El dominio de la SP es intensivo en constructos psicológicos/administrativos (Lievens, Van Dam, & Anderson, 2002) y, apoyándose en la Psicometría, la SP fortalece sus marcos de trabajo para analizar y confirmar la fiabilidad y la validez de tales variables latentes (Martínez, Hernández, & Hernández, 2006). Más aún, si no se contara con estos elementos, ninguna posterior relación entre constructos podría ser demostrada (Jereb, Rajkovic, & Rajkovic, 2005).

Por lo tanto, una solución de M-D/T que busque generar valor en el dominio de la SP no solo debe desarrollarse guiada por los datos, sino que también debe ser consistente con el enfoque conducido por constructos, principalmente de naturaleza psicológica (ej. personalidad) o administrativa (ej., compromiso organizacional). Dicho enfoque busca comprender y confirmar qué métodos/instrumentos funcionan, por qué funcionan y qué es lo que realmente miden (Lievens, Van Dam, & Anderson, 2002). Sin embargo, el desarrollo que ha tenido la M-D/T en la SP es principalmente exploratorio en cuanto a constructos psicológicos/administrativos se refiere (Abbe et al., 2016; Athauda, Tissera, & Fernando, 2009; Chien & Chen, 2008; Kumari,

2012). De hecho, el carácter “confirmatorio” atribuido a los métodos computacionales supervisados (ej., machine learning) no es suficiente para garantizar rasgos de fiabilidad y validez psicométricas en tal escenario. Por ejemplo, Abbe et al. (2016) señalan que en las soluciones de M-D/T rara vez se discute la fiabilidad de los hallazgos.

El tercer y último desafío específico por abordar no es exclusivo de la SP, sino que es genérico para el área de M-D/T; es decir, permea cualquiera de sus dominios de aplicación. Esto se debe a que la práctica actual de la M-D/T, si bien es especializada en el descubrimiento de patrones en los datos, no está logrando desarrollar de forma reproducible la interpretación de los hallazgos arrojados ni la toma de decisiones. Al considerar variedad de marcos de M-D/T (Chien, & Chen, 2008; Han & Lee, 2016; Shehu & Saeed, 2016; Sivaram & Ramar, 2011; Tai & Hsu, 2006; Wirth, & Hipp, 2000), la mayoría explota sustancialmente la preparación y el análisis de datos, pero la interpretación y el uso de información/conocimiento (toma de decisiones) se queda incipiente. Algunos marcos de M-D/T ni siquiera se refieren a estas dos últimas etapas y, los demás, suelen descargar la responsabilidad en el “juicio de expertos”. De ahí que las soluciones de M-D/T, en su alcance actual, no están evidenciando capacidad de recorrer un problema completo de SP, desde la preparación y el análisis de datos, hasta la evaluación/ordenación de candidatos y la elección final (toma de decisiones complejas). Esto abre oportunidades de mejora que pueden atenderse desde las ciencias de la computación, en busca de una mejor argumentación, sistematicidad, reproducibilidad y objetividad en el proceso de decisión (Krause, 2016; Peng, 2011).

Ahora bien, partiendo de los desafíos específicos expuestos, puede decirse que para que una solución de M-D/T aporte valor y sea legitimada con éxito en el dominio de la SP, debe satisfacer como mínimo lo siguiente:

- Recorrer el proceso de SP desde la preparación y el análisis de datos, hasta la interpretación y el uso de información/conocimiento; estos dos últimos, reflejados en la evaluación/ordenación de candidatos y la elección final.
- Ser capaz de descubrir constructos psicológicos/administrativos, y no solamente limitarse a características técnicas del cargo o variables académicas, de experiencia o demográficas.
- Confirmar que sus soluciones satisfacen propiedades de fiabilidad, validez y equidad (ej., no discriminación por factores personales como género, edad).
- Aprovechar al máximo los datos de textos, no solo limitándose al análisis de etiquetas de hojas de vida o descripciones del cargo, sino además considerando insumos alusivos

a constructos psicológicos/administrativos, como por ejemplo creencias, orientaciones, intereses o deseos. Estos insumos son esenciales bajo el enfoque conducido por constructos y pueden reflejarse en la palabra escrita.

Para abordar estos cuatro requerimientos en el escenario de la SP, como un todo, se ha expuesto que no es suficiente emplear solamente el paradigma tradicional de la M-D/T (data-driven approach). Se demanda un paradigma más integral que tome en consideración la invitación de Strohmeier & Piazza (2013), de complementarlo con otros enfoques/recursos/áreas. Tal integración llama por un enfoque mixto (theory/data-driven approach) a la hora de buscar contribuir con más efectividad al dominio de la SP.

Por consiguiente, proveer un marco integral de M-D/T para asistir la investigación y la práctica de la SP, que considere una perspectiva mixta (theory/data-driven approach) y logre satisfacer las cuatro condiciones prescriptivas descritas, se constituye, por un lado, en un aporte original al conocimiento científico actual y, por el otro, en un recurso que favorece nuevas capacidades para el medio organizacional. El presente estudio busca hacerle frente tal desafío global, integrando fortalezas de dos áreas académicas dentro de un marco de M-D/T, como columna vertebral, con aprovechamiento intensivo de datos de texto.

En primera instancia, se pretende invocar recursos (conceptos, métodos, premisas, estrategias, enfoques, ...) de la Psicometría. Esta es una de las áreas científicas más exitosas para la medición de constructos en psicología y educación (Martínez, Hernández, & Hernández al., 2006; Nunnally & Bernstein, 1995) y ha venido permeando la gestión de organizaciones en general (Parkar & Irshad, 2017; Randhawa & Sethi, 2017). En concreto, se busca incorporar recursos de Modelos de Ecuaciones Estructurales (más conocidos como SEM, en inglés) dentro de la M-D/T, los cuales se reconocen como una de las técnicas psicométricas de mayor auge y capacidad para validar y confirmar modelos alusivos a constructos psicológicos/administrativos (Batista & Coenders, 2000; Lévy & Varela, 2006). Desde luego, ameritan algún fundamento teórico para las relaciones por contrastar, ante las limitantes de la investigación no experimental. A través de SEM se espera aumentar los límites actuales de la M-D/T, hacia un alcance con mayor fuerza confirmatoria en cuanto a la validación de constructos psicológicos/administrativos se refiere.

En segunda instancia, se pretende ampliar el alcance de las etapas de M-D/T para la SP, considerando desde la preparación y el análisis de datos, hasta la evaluación/ordenación de candidatos y la elección final. Para ello, se busca importar recursos de las Ciencias de la Decisión; en concreto, recurrir al Análisis de Decisión Multicriterio (ADM). Esta elección se sustenta en que el ADM permite entender/representar la SP como un proceso complejo, en el



cual el decisor debe elegir la alternativa “óptima” (o más satisfactoria) entre un determinado número finito de candidatos, evaluados de forma simultánea en varios criterios con diferentes preferencias subjetivas (Boran, Genç, & Akay, 2011; Chavira et al., 2017; Dağdeviren, 2010; Marttunen, Lienert, & Belton, 2017; Golec, & Kahya, 2007; Kelemenis, & Askounis, 2010; Zhang, & Liu, 2011). Así, la incorporación de recursos de ADM busca fortalecer las fases de interpretación y uso de los patrones extraídos por M-D/T, ya que el ADM divide el problema en subproblemas más pequeños y menos complejos (Jereb, Rajkovic, & Rajkovic, 2005) y ofrece mayor transparencia y justificación al evaluar/ordenar candidatos y elegir el “mejor” de ellos (Chavira et al., 2017; Dağdeviren, 2010; Kelemenis & Askounis, 2010).

La articulación propuesta entre las áreas descritas se lleva a cabo bajo la columna vertebral de la M-D/T, lo cual se sustenta en que esta es la responsable del descubrimiento de conocimiento (patrones latentes), amparada por tecnologías emergentes con capacidad de aprovechar grandes volúmenes de datos, estimular el “aprendizaje de la máquina” y automatizar variedad de tareas a lo largo del proceso de selección.

En resumen, SEM y ADM actúan en esta tesis como áreas de apoyo en busca de soluciones de M-D/T mejor conducidas por el dominio de la SP, bajo condiciones fiables, válidas, equitativas y reproducibles. De ahí que el marco objeto de interés ha sido denominado: Minería de Datos/Texto–Estructural–Multicriterio (M-D/T–E–M) y la pregunta general de investigación que guía su desarrollo y puesta a punto es la siguiente:

*Pg ¿Un marco de Minería de Datos/Texto apoyado por Modelos de Ecuaciones Estructurales y Análisis de Decisión Multicriterio es capaz de asistir de forma fiable, válida, eficiente, equitativa y reproducible el proceso completo de la selección de personal?*

La complejidad y el valor de esta pregunta general se refuerzan al considerar la Teoría de Recursos y Capacidades (Barney, 1991) y el Enfoque de Capacidades Dinámicas (Teece et al. 1997), a partir de los cuales se reconoce que la existencia rutinas/recursos clave o en auge, *per se*, no aseguran la generación de ventajas competitivas. Sin embargo, el arte y la ciencia de interpretarlos, contextualizarlos, estructurarlos, asociarlos, combinarlos, automatizarlos, utilizarlos/extenderlos y transferirlos para resolver problemas o atender oportunidades clave en la investigación y/o la práctica, son todo un desafío (Su & Linderman, 2016; Teece et al. 1997). Esta posición es consistente con Wirth & Hipp (2000, p. 30) cuando afirma: “En el mercado, existe hasta cierto punto la expectativa de que la minería de datos es una tecnología consistente en pulsar un botón. Sin embargo, esto no es cierto...”, “...depende [su éxito] de la combinación

adecuada de buenas herramientas y analistas expertos. Además, requiere una metodología sólida y una gestión efectiva del proyecto”.

Adicionalmente, la pregunta de investigación por abordar exige recurrir a un paradigma mixto (theory/data-driven approach). Por un lado, para comprender y presuponer el contenido y la estructura interna los constructos (ej., deductivo). Por el otro, para la complementación de estos mediante el descubrimiento de patrones emergentes desde los datos (ej., inductivo) y confirmarlos empíricamente (deductivo) con rigor psicométrico-computacional. Así, al obtener respuestas a la pregunta general se generan dos contribuciones.

La primera contribución corresponde al cuerpo de conocimientos teórico-metodológicos que configura y soporta la integración sistemática entre M-D/T (columna vertebral) con SEM y ADM, conducida por el dominio de la SP desde un enfoque mixto (theory/data-driven approach). Sus implicaciones se resumen en que, según Crossan, Lane, & White (1999, p. 523), un marco “define el territorio y nos lleva un paso más cerca de una teoría”. De ahí que el marco desarrollado representa una mejor comprensión del *ser, deber ser, saber conocer y saber hacer* de la M-D/T conducida por el dominio de la SP. Por ende, brinda nuevas bases para el avance de la investigación en SP y áreas afines a constructos psicológicos/administrativos, en armonía con retos y capacidades de disciplinas como las ciencias de la computación y paradigmas como el big data y la industria 4.0.

La segunda contribución obedece a la provisión de un conjunto de cuatro procesos analíticos/integrativos (con sus procedimientos y aplicaciones) de M-D/T asistida por SEM y AMD. Estos tienen la capacidad embeberse sin mayores traumatismos dentro de la práctica actual de SP y dotarla de nuevas rutinas estadísticas, lingüísticas y computacionales para explotar los datos de SP de forma automática/semiautomática y generar valor con criterios de fiabilidad, validez, equidad, reproducibilidad y eficiencia. Ello es consistente con Jereb, Rajkovic, & Rajkovic (2005, p. 198), en lo que respecta a la necesidad de mecanismos de SP más “objetivos, no discriminatorios y que lleven a la elección del mejor candidato” (p. 198). De hecho, según Kubr (2007) y Liu (2016), la práctica de la SP en las organizaciones suele presentar deficiencias debido a la poca profundidad, rigor científico, criterios poco claros y sesgos por prelações políticas, sociales o de otra índole.

El resto de la tesis se estructura en nueve secciones. La presente sección argumentó el estudio y delimitó su alcance. La sección 2 brinda el marco teórico de partida, incluyendo las preguntas específicas y el modelo de estudio que las integra. La sección 3 exhibe los objetivos trazados. La sección 4 aporta una síntesis de las etapas metodológicas emprendidas. La sección 5 desarrolla

el producto principal de esta tesis, consistente en el cuerpo de conocimientos que configura la M-D/T-E-M desde las miradas ontológica, axiológica, epistemológica, praxeológica y metodológica. Las secciones 6 y 7 describen los primeros usos de la M-D/T-E-M en diversos conjuntos de datos nacionales e internacionales, abordando el descubrimiento y la confirmación de patrones en los datos y su asistencia/valor en la toma de decisiones. La sección 8 adopta una mirada consolidada del estudio y discute sobre la capacidad de la M-D/T-E-M para asistir la SP y áreas afines a constructos psicológicos/administrativos. Por último, la sección 9 expone las conclusiones y el trabajo futuro.

## **2. Marco de referencia**

### **2.1 Selección de personal (SP)**

#### **2.1.1 Definición de SP**

La selección de personal (SP) es una de las funciones de la gestión de recursos humanos. En general, es el proceso encargado de elegir, entre un conjunto de candidatos a un determinado cargo, aquel que presenta las cualificaciones requeridas por la organización para que el trabajo sea llevado a cabo de forma responsable, eficaz, eficiente (Chavira et al., 2017; Koutra et al., 2017; Shehu & Saeed, 2016; Strohmeier & Piazza, 2013; Zhang & Liu, 2011; Chien & Chen, 2008; Robertson, & Smith, 2001; Nussbaum et al., 1999). Este proceso es crucial, ya que determina la calidad inicial de las personas que inician labores en la organización y, además, aumenta las posibilidades de que permanezcan en ella y se comprometan con la mejora continua (Werner, 2000).

#### **2.1.2 Diferencias individuales para la SP**

La esencia de la SP es el análisis de diferencias individuales, con la intención de predecir razonablemente el comportamiento futuro en el trabajo. Tales diferencias suelen presentarse en cuatro aspectos: habilidades, personalidad, intereses y autovaloraciones del individuo (Murphy, 2012).

Las habilidades describen algo que el individuo hace (no solamente limitado a un atributo que se tiene) para cumplir tareas y resolver problemas (Murphy, 2012). Estas se dividen en habilidades cognitivas y físicas. Las cognitivas tienen que ver con las operaciones mentales para el procesamiento de información. A diferencia de las habilidades físicas, las cognitivas presentan alta relación entre sí (ej., habilidad de comprensión lectora vs razonamiento lógico) (Murphy, 2012). Al desarrollo de las habilidades se le asocia una componente heredable y otra ambiental (Dickens & Flynn, 2001; Plomin & Rende, 1991). Este estudio se orienta hacia las habilidades cognitivas en vez de sobre las físicas, ya que las primeras tienden a ser mejores predictores en lo que respecta al desempeño en el trabajo, la escuela y la vida en general (Gottfredson, 1997; Neisser et al., 1996).

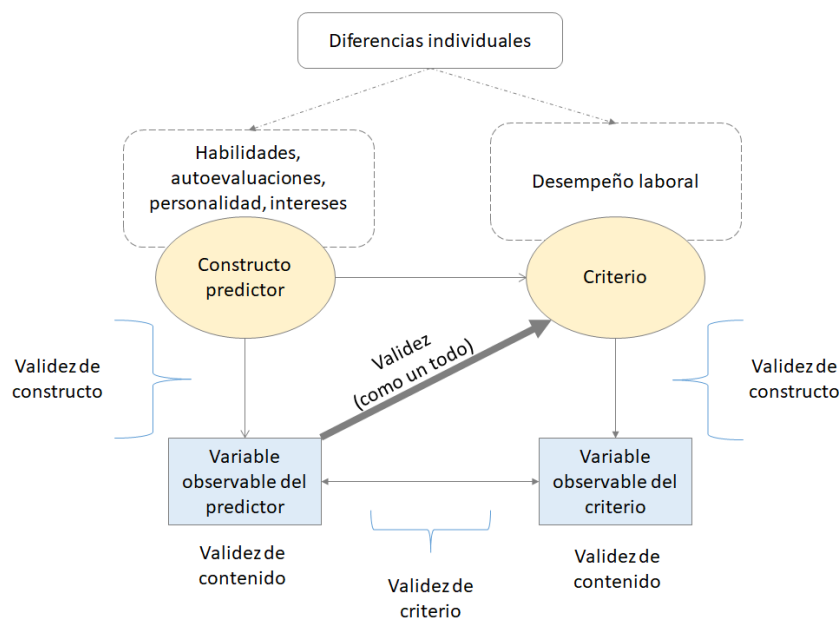
La personalidad hace referencia a patrones de comportamiento (Murphy, 2012), lo que se traduce en “formas consistentes de pensamientos, sentimientos y conductas que permiten caracterizar a los seres humanos” (Alonso, Moscoso, & Cuadrado, 2015, p. 81). Según Pervin (1980), la personalidad puede entenderse como el conjunto de características de una persona o grupo de personas, que cuenta como patrones consistentes de comportamiento en respuesta a una determinada situación. Es decir, la personalidad depende tanto de factores personales como situacionales. Para comprender una posible taxonomía de la personalidad, vale considerar el modelo de los cinco factores (también llamado modelo de los cinco grandes) (Digman, 1990; Goldberg, 1993). Este modelo plantea que la personalidad típica de un individuo tiende a manifestarse a través de cinco rasgos: neuroticismo, extraversión, apertura, responsabilidad y amabilidad. Con respecto a la relación entre la personalidad y el desempeño, aún hay controversia (Murphy, 2012). Sin embargo, se reconoce que las diferencias en la personalidad pueden ser útiles para entender el comportamiento en las organizaciones (Murphy, 2012). Además, se cree que la personalidad es relevante para cuestiones de proyección y éxito en la carrera profesional/laboral, considerando las posibilidades de avanzar y socializar (Judge, & Kammeyer-Mueller, 2007; Murphy, 2012).

Los intereses se entienden como respuestas de gusto a personas, cosas o eventos en particular (Strong, 1943). También pueden verse como una respuesta afectiva aprendida a un determinado objeto o actividad, donde a mayor interés, mayor respuesta positiva afectiva y, ante desinterés, más indiferencia o aversión (Murphy, 2012). Los intereses suelen presentar baja relación con el desempeño laboral, pero una alta relación con la satisfacción laboral, la motivación, el compromiso, entre otros (Campbell & Johansson, 1966). Asimismo, se cree que hay alta asociación entre la personalidad y los intereses (Murphy, 2012). Así, en el contexto laboral, se considera que individuos con personalidades similares presentan preferencias vocacionales similares, siendo estas últimas una de las manifestaciones de los intereses (Holland, 1997).

Las autovaloraciones (o autoevaluaciones) son creencias del individuo sobre sí mismo, las cuales facilitan o inhiben la expresión de habilidades, personalidad e intereses en un amplio rango de situaciones (Murphy, 2012). También son entendidas como juicios amplios que la gente hace sobre su propio valor y su habilidad para influenciar eventos (Judge, 2009). Las autovaloraciones pueden precisarse a partir de cuatro dimensiones: autoestima, autoeficacia generalizada, locus de control y estabilidad emocional (Judge, 2009). Estas creencias sobre sí mismo tienen alta relación con variedad de comportamientos y resultados laborales y de la vida cotidiana, entre ellos: desempeño, satisfacción y bienestar subjetivo (Murphy, 2012; Judge, 2009).

### 2.1.3 Evaluación de diferencias individuales para la SP

La medición de las habilidades (cognitivas), la personalidad, los intereses y las autovaloraciones parten de reconocer que estos elementos son constructos. Es decir, variables latentes que no pueden ser medidas de forma directa sino a través de variables observables, también llamadas indicadores, ítems o reactivos. Así, una variable de esta naturaleza (ej., liderazgo, extraversión, responsabilidad, compromiso) se entiende como el factor desencadenante de una serie de manifestaciones observables. El modelo clásico de evaluación de diferencias individuales para la SP asume una base predictiva entre estas diferencias y el desempeño laboral, y puede representarse como en la Figura 1. De este modo, la evaluación de las diferencias individuales ayuda a entender e inferir gran parte de las variaciones en el desempeño laboral de los individuos (Murphy, 2012).



**Figura 1.** Modelo clásico de análisis de diferencias individuales en el contexto de la SP.

*Fuente: elaboración propia con base en Binning & Barrett (1989); Ployhart & Schneider (2012); y Murphy (2012)*

De acuerdo con Ployhart & Schneider (2012), el modelo clásico de evaluación de diferencias individuales parte de asumir una relación teórica entre el constructo predictor y el de desempeño; este último (variable explicada), conocido como el criterio. Dicha relación, soportada por la teoría, asume que las diferencias en el constructo predictor representan razonablemente las diferencias individuales en el criterio de desempeño. Sin embargo, tanto el constructo predictor como el criterio (desempeño) son variables latentes; es decir, no son observables de forma

directa. Por lo tanto, cada componente debe operacionalizarse (hacerse medible) a través de la variable observable y su escala medida, los cuales arrojan puntuaciones para dichos constructos. La relación entre las variables observables del constructo predictor y del criterio es de naturaleza empírica (no teórica), y aunque se espera que sea consistente con la relación teórica, en casos puede no serlo. Ahora bien, la relación entre el constructo predictor y la variable observable que lo operacionaliza se reconoce como una relación de medida (ej., modelo de medida); por tanto, dicha relación debe cumplir una serie de propiedades psicométricas para que sea aceptada. Lo mismo ocurre respecto al criterio (desempeño) y su variable observable.

La relación que en última instancia define las implicaciones prácticas para la SP, una vez todas las asociaciones ya descritas han sido confirmadas, ocurre entre la variable observable del constructo predictor y el criterio (desempeño) (flecha más gruesa en la Figura 1). Sin embargo, tal relación solo puede confirmarse de forma indirecta por medio de las relaciones empíricas previamente descritas. Nótese, entonces, que la validez de los medios de SP, basados en diferencias individuales, es un conglomerado de varios tipos de evidencia que la respaldan. En otras palabras, hoy día se habla de la validez como un concepto unitario que se representa por medio de distintas evidencias (Martínez, Hernández, & Hernández, 2006; Sacket, Putka, & McCloy, 2012). Por tanto, si bien a lo largo de esta tesis se mencionarán varias etiquetas (véase Figura 1) que acompañan el término validez, estas deben tomarse como diferentes tipologías de evidencia, las cuales se definen a continuación.

- **Validez de contenido:** evidencia cualitativa que representa el grado de exhaustividad de un test o medida para cubrir el dominio del contenido de lo que se está intentando medir (Yaghmale, 2003).
- **Validez de criterio:** grado de asociación entre la medida del constructo predictor y el criterio; usualmente a través del coeficiente de correlación (Nunnally & Bernstein, 1995).
- **Validez de constructo:** grado en que la medida de un determinado constructo evalúa lo que se supone que mide (Ployhart & Schneider, 2012). Así, se espera que las medidas entre sí reflejen convergencia hacia el constructo subyacente, pero también que ayuden a discriminar respecto a las medidas de otros constructos (Sacket, Putka, & McCloy, 2012).
- **Validez general:** máximo de los principios y hace referencia al grado en el cual el uso que se pretende hacer de las puntuaciones del test está justificado, tanto a nivel teórico como empírico (Martínez, Hernández, & Hernández, 2006).

Además de la validez, otras dos propiedades son fundamentales a la hora de evaluar diferencias individuales para la SP. Una de ellas es la fiabilidad y la otra la equidad.

Respecto a la fiabilidad de las medidas (o instrumentos o test), esta tiene que ver con el error de medida en el proceso de medición. En general, la fiabilidad es la tendencia a la consistencia de las puntuaciones (Martínez, Hernández, & Hernández, 2006), lo cual da una idea de la precisión del test y también resulta relevante para la generalización o repetición de las puntuaciones.

La equidad es imperante en cuanto que los test deben evaluar las diferencias individuales de forma imparcial, independiente de características personales como género, edad, etnia, etc., (AERA, APA, & NCME, 1999). Su atención es fundamental, entre otros aspectos, en consonancia con la dimensión social-organizacional, así como para evitar eventuales demandas legales a causa de rasgos de discriminación personal durante el proceso de selección (Batisda & Moscoso, 2015). Desde el punto de vista cuantitativo, la equidad puede asumirse ante el hecho de que los efectos de características personales sean irrelevantes en la medición del constructo determinado (Martínez, Hernández, & Hernández, 2006). Es de resaltar que el término equidad no presenta una definición universalista, por lo que debe interpretarse considerando diferentes circunstancias sociales y políticas en el dominio en estudio (AERA, APA, & NCME, 1999).

#### **2.1.4 Proceso de SP y sus principales pruebas**

Con base en Ployhart & Schneider (2012), bajo el modelo clásico de SP puede hablarse de tres etapas generales. La primera es definir el trabajo y todos los aspectos de este que son críticos para el desempeño laboral. La segunda es identificar las habilidades y demás requerimientos para el cargo, que están vinculados con los aspectos críticos de desempeño predefinidos. La tercera consiste en desarrollar medidas para las habilidades y demás requerimientos del cargo, considerando propiedades de fiabilidad, validez y equidad.

Las tres etapas descritas enfatizan sobre los constructos y sus mediciones; sin embargo, a la hora de llevar a cabo un procedimiento de SP estas etapas deben acompañarse de otras que consideran aspectos logísticos y de toma de decisiones. En ese sentido, vale la pena citar a Tippins (2012), quien detalla el plan de implementación del proceso de SP (utilidad de los test, tipos de test, puntaje e interpretación, respondientes, ambiente, equipamiento, administrador, procedimientos y políticas). En general, se busca que el proceso de implementación de la SP considere diversidad de constructos por evaluar, genere reacciones positivas en los aplicantes, sea eficiente, fiable, válido, equitativo y reproducible, tomando también en cuenta aspectos legales que ayuden a reducir los riesgos potenciales (Tippins, 2012).

En busca de la articulación de los elementos expuestos, sumado a aportes de Zabaleta & Maurelis (2005), la SP puede verse en función de flujos de procesos. Los procesos misionales, por una parte, y los estratégicos y de soporte por la otra.



En cuanto a los estratégicos y de soporte puede hablarse de la planificación de la selección, con todo lo que ello implica en cuanto a la definición del cargo y sus requerimientos, y demás aspectos logísticos/procedimentales descritos con base en Ployhart & Schneider (2012) y Tippins (2012).

Respecto a los misionales, a partir de Zabaleta & Maurelis (2005) sobresalen dos procesos generales, uno es la recepción de solicitudes al empleo y verificación inicial de requerimientos (usualmente por medio del currículo; Alonso, Moscoso, & Cuadrado, 2015) y la otra es la aplicación de pruebas. En este último proceso existen variedad de recursos, entre ellos: entrevista, cuestionarios, muestras de trabajo, verificación de referencias, juegos de roles, exámenes médicos de ingreso, valoración de méritos, centros de evaluación (simulaciones y otros procedimientos) y pruebas de idiomas.

No obstante, en cuanto a los tipos de datos por aprovechar, esta tesis se enfoca en aquellos derivados de entrevistas, cuestionarios de autoinforme, muestras de trabajo y juegos de roles, al estar entre los de mayor uso en la SP y proveer una mayor cantidad de datos de textos (principales insumos por aprovechar). Tales recursos para evaluación de diferencias individuales se describen a continuación:

- **Entrevista:** asume el fenómeno de estudio desde el paradigma interpretativista. Según Díaz-Bravo et al. (2013), se trata de una técnica de la investigación cualitativa usada para obtener una comprensión profunda de un determinado tema. Para ello recurre a la conversación entre dos o más personas, guiada por un propósito determinado. Puede ser estructurada (delimitada a un guion específico de preguntas), no estructurada (van surgiendo las preguntas con el avance en la conversación) o semi-estructurada (combina preguntas predefinidas y da posibilidad de modificarlas o adicionar nuevas preguntas, con el fin de adaptarse al sujeto o las condiciones del entorno). Según Alonso, Moscoso, & Cuadrado (2015), la entrevista es una de las pruebas más utilizadas por las organizaciones y, a su vez, mejor percibida por los candidatos.
- **Cuestionario de autoinforme:** instrumento por excelencia para la evaluación psicométrica y la investigación cuantitativa en Ciencias Sociales. A partir de García (2003) puede entenderse como una serie de preguntas o ítems precisos y ordenados, con categorías de respuestas cualitativas o cuantitativas acerca de una o más variables de interés. Permite recabar datos abundantes de un mayor número de sujetos usando pocos recursos, en comparación con lo que demanda la entrevista. Los datos por recopilar se clasifican en cuatro tipologías: hechos actuales (en lo personal, ambiente o comportamiento), opiniones (juicios subjetivos sobre un fenómeno de interés...), actitudes, motivaciones o sentimientos (lo que impulsa hacia la acción) y cogniciones

(información, conocimiento, ...). A diferencia de la entrevista, el que administra el cuestionario no tiene parte en las respuestas o indagaciones al aplicante; actúa como un sujeto imparcial, externo, cuyos significados e interpretaciones no sesgan las respuestas. Sin embargo, no tiene el nivel de profundidad que permite la entrevista, pero resulta bastante eficiente y brinda posibilidades de tratamiento cuantitativo y de generalización. Según Jiménez, Sánchez, & Aguilar (2006), las preguntas de un cuestionario pueden ser interrogativas, enunciativas, afirmativas o negativas. A su vez, estas pueden ser abiertas, cerradas o mixtas.

- **Muestras de trabajo:** los candidatos se ponen a prueba a través de tareas determinadas que son física y/o psicológicamente semejantes a las que se demandan en el trabajo ofrecido (Ployhart, Scheneider, & Schmitt, 2006).
- **Juegos de roles:** a partir de un problema, hecho o suceso real o simulado, los candidatos asumen un rol determinado (a veces asignado por el personal encargado del proceso de selección) y muestran sus habilidades a medida que analizan, comparten ideas y reflexionan sobre la forma de abordarlo. De acuerdo con Colmenero (2015), el juego de roles es usado sobre todo para elegir cargos directivos o de alta responsabilidad.

## 2.2 Minería de Datos/Texto (M-D/T)

### 2.2.1 Definiciones de M-D/T

La MD, también conocida como “Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos” (Knowledge Discovery in Databases, KDD), puede resumirse en un proceso no trivial de descubrimiento de patrones nuevos, útiles y valiosos, mediante la extracción y el análisis automático (o semiautomático) de los datos, generalmente masivos (Chien & Chen, 2008; Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smyth, 1996; Ledolter, 2013; Strohmeier, & Piazza, 2013). La MT encaja perfectamente en la definición de MD, con la característica de que en lugar de usar el término “datos”, este es reemplazado por “texto” (no estructurados; corpus) (Abuazab, Selamat, & Yusoff, 2017; Jayaraj & Mahalakshmi, 2015; Zhang, Chen, & Liu, 2015).

La especificidad “no estructurados” hace referencia a que los datos no están en forma de arreglos, donde comúnmente las filas son los registros y las columnas las variables (u otras estructuras fijas), sino que se trata de una aglomeración de lenguaje natural en forma escrita. Por ello, la preparación de datos estructurados y de no estructurados es notablemente diferente; la idea con estos últimos es estructurarlos a través de diversos métodos especializados, como tokenización, stemming y eliminación de stopwords. Entre los dominios de uso de la MT, están: biología molecular (De Bruijn, & Martin, 2002), análisis web (Cooley, Mobasher, & Srivastava, 1997),

bibliotecas digitales (Witten et al., 2004), política (Ngai & Lee, 2016), accidentalidad (Williams, Betak, & Findley, 2016) y psiquiatría (Abbe et al., 2016).

### **2.2.2 Marcos de M-D/T para la SP**

A continuación, se describen varios marcos usados/propuestos para llevar a cabo estudios de M-D/T en la SP.

Tai & Hsu (2006) plantean dos etapas: Base de datos de transacción (1. Agregación de datos, 2. Transformación) y base de datos de regla (3. Mantenimiento del nivel de atributos, 4. Ejecución de minería de datos difusa). Estas etapas no desarrollan la interpretación de patrones ni la validación de estos con base en métricas de fiabilidad y validez. Tampoco desarrollan el uso reproducible de patrones mediante la toma de decisiones de SP.

Chien & Chen (2008) proponen seis etapas: 1. Definición del problema y estructuración del objetivo, 2. Recolección y preparación de datos, 3. Construcción del modelo de MD, 4. Análisis y evaluación del modelo, 5. Interpretación y extracción de conocimiento, 6. Uso del conocimiento. La interpretación de patrones se delega al juicio de “expertos”: “Los resultados fueron presentados a un grupo de expertos en recursos humanos para interpretación y discusión de los usos potenciales de las reglas extraídas. Finalmente, un total de 30 reglas significativas fueron elegidas para desarrollar estrategias de reclutamiento” (p. 287). Asimismo, la toma de decisiones se basa en estrategias generadas bajo métodos no estructurados, independientes del marco desplegado: “Basados en los resultados y las interpretaciones a través de MD y discusiones, desarrollamos estrategias de reclutamiento específicas con el fin de cumplir con el ajuste correcto de la mejor política” (p. 288).

Jayaraj & Mahalakshmi (2015) sugieren ocho etapas: 1. Base de datos de currículos, 2. Preprocesado y limpieza, 3. Algoritmo de recuperación de información basado en archivo de configuración, 4. Matriz de datos, 5. Algoritmo de ranqueo ponderado, 6. Extracción (experiencia, cualificaciones, habilidades específicas, habilidades generales), 7. Cálculo de productividad y 8. Ordenación de resultados. El marco facilita la interpretación y puede reproducirse gracias a un modelo de puntuación de “etiquetas” (ej., 1. Bachiller, 2. Magíster, 3. Doctorado). No obstante, las nombradas etapas se delimitan al filtro preliminar de candidatos a partir de datos del currículo, por lo que su utilidad está restringida a la preselección con base en hojas de vida.

Campion et al. (2016) desarrollan un marco basado en tres partes: (i) Etapa de MT (1. Computador (PC) extrae conceptos, 2. Investigadores (Inv) reducen conceptos, 3. PC genera categorías iniciales, 4. Inv combinan categorías, 5. Inv. Eligen categorías significativas, PC combina categorías (usando regresión). (ii) Etapa de regresión con datos de entrenamiento (6.

Datos de entrenamiento, 7. Modelos individuales, 8. Ecuación de regresión final de constructo, 9. Análisis). (iii) Etapa de predicción con nuevos datos (10. Predicción de puntuaciones individuales, 11. Puntuaciones globales). La interpretación y uso de los patrones no es posible reproducirse completa por operaciones internas de un software propietario basado en botones y alta dependencia de tareas humanas subjetivas. Sí trabajan con constructos y aportan evidencia de fiabilidad y validez de estos, a través de análisis de correlaciones con variables de referencia. No contempla la etapa de toma de decisiones de selección (evaluación, ordenación, elección).

Shehu & Saeed (2016) plantea cuatro etapas: (i) Estudio preliminar (1. Recolección de información y adquisición de conocimiento, 2. Preprocesado de datos). (ii) Árbol de decisión basado en extracción de reglas de SP (3. Construir el árbol, 4. Evaluar el árbol, 5. Extraer reglas desde los árboles más precisos, 6. Expertos validan las reglas, 7. Evaluación de las reglas validadas). (iii) Generación de reglas adaptativas (8. Determinar atributos frecuentes, 9. Determinar atributos no frecuentes, 10. Derivar reglas adaptativas, 11. Expertos validan las reglas). (iv) Implementación de modelo de SP para reclutar (12. Combinar reglas adaptativas y árbol basado en reglas de SP y aplicar el modelo combinado, 13. Evaluar el modelo combinado). Las etapas expuestas se centran en el filtro preliminar de candidatos, a partir de datos del currículum. El proceso de evaluación de reglas en el dominio de la SP se lleva a cabo bajo juicio de “expertos”.

Han & Lee (2016) trabajan tres etapas: 1. Recolección de currículos y requerimientos del trabajo, 2. Diseño conceptual de ponderación por distancia entre “etiquetas” del currículum y requerimientos, 3. Ejecución y validación de resultados de MT. De igual forma, no está delimitado al proceso completo de SP, sino al filtro preliminar a partir de datos del currículum, usando un proceso de evaluación de reglas basado en juicio de “expertos”.

Nótese que los marcos de M-D/T explotan y hacen aportes valiosos a la preparación y el análisis de datos, pero la interpretación de patrones y el uso del “conocimiento” para tomar decisiones de SP (“elegir el candidato”) se tocan tangencialmente (invocando el juicio de “expertos”) o no se cubren en absoluto. Entre los trabajos expuestos, solo Champion et al. (2016) aprovecharon el uso de variables latentes basadas en datos textos; los demás se enmarcaron en la corriente tradicional de datos observables–estructurados, obtenidos de los currículos. Por lo mismo, las soluciones solo resultan útiles para la etapa preliminar de la SP (preselección).

En resumen, la M-D/T, en su alcance actual, no necesariamente está aprovechando datos valiosos sobre constructos psicológicos/administrativos para la SP (habilidades, personalidad, intereses, autovaloraciones). Además, tampoco está aprovechando la interpretación de patrones y la toma de decisiones demandadas en la SP, usando criterios de reproducibilidad. Esto mismo puede verse en el alcance de libros guía como: Jockers (2014), Ledolter (2013) y Silge & Robinson

(2017). De ahí el llamado constante, en el caso de la M-D/T en la SP (Strohmeier, & Piazza, 2013), de integrar otros recursos para contribuir al proceso de SP con mayor efectividad.

### 2.2.3 Técnicas comunes de análisis de M-D/T

Las técnicas se presentan según el formato de los datos por tratar. Por un lado, se abordan las familias de métodos usuales para datos estructurados y, por el otro, para datos no estructurados (en este estudio se delimitan a formato de textos).

En el caso de datos estructurados se describen clustering, clasificación, asociación y predicción (Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smyth, 1996; Ledolter 2013). En cuanto a datos de textos, una vez estos se han estructurado mediante técnicas de preparación/procesado de datos, les son aplicables las técnicas ya listadas para los datos estructurados. No obstante, de forma particular para datos de texto, sobresalen técnicas adicionales que hacen un mejor aprovechamiento de ellos: extracción/recuperación de información y análisis de sentimientos (Jayaraj & Mahalaskshmi, 2015; Zhang, Chen, & Liu, 2015). Vale anotar que el término técnica, en esta tesis, denota una familia de métodos que comparten la misma finalidad de análisis.

En la Tabla 1 se describen brevemente las técnicas de análisis de M-D/T para datos estructurados, empleadas con frecuencia. Para profundizar, se sugiere James et al., (2013) y Ledolter (2013). Nótese que estos métodos no emergen de la M-D/T sino de la Estadística. La particularidad en el campo de la M-D/T es su connotación automática (o semiautomática) intensiva en computación, en busca de nutrir procedimientos sistemáticos de solución de problemas a gran escala, reduciendo la intervención humana.

**Tabla 1.** Descripción de las principales técnicas de MD.

Técnica	Descripción
Clustering	<p>Es un conjunto de métodos de aprendizaje no supervisado (sin variable respuesta que guíe el análisis) que consiste en descubrir patrones de agrupación (clúster) de elementos (puede ser a nivel de registros o de variables) con características diferenciables entre grupos, y similares dentro de los grupos. Los métodos que pertenecen a esta técnica pueden distinguirse en dos categorías: (i) jerárquicos (vecinos cercanos/lejanos, o valor medio). Estos son aglomerativos de abajo hacia arriba y derivan en dendrogramas (no exige un número de grupos preliminar). (ii) No jerárquicos (ej., k-means: debe especificar a priori el número de grupos).</p> <p>La conformación de los grupos se basa en medidas de distancias, las cuales dependen del tipo de datos por tratar (ej., distancia euclidiana; o para datos binarios: distancia de Jacard).</p>

Asociación	Busca descubrir patrones de asociación entre los elementos (no es sinónimo de causalidad), a nivel de las observaciones o de las variables. Sus métodos pueden agruparse entre paramétricos y no paramétricos. Los métodos paramétricos se basan en alguna distribución de probabilidad teórica, previamente asumida como razonable para los datos. Los no paramétricos recurren a la distribución empírica de los datos. En general, se usan coeficientes que miden la fuerza de asociación entre pares de elementos, o incluso entre grupos de elementos. Entre los más usuales, de tipo paramétrico, está el coeficiente de correlación de Pearson. Entre los no paramétricos, están los coeficientes de correlación de Kendall y de Spearman; en la categoría no paramétrica también están las reglas de asociación.
Clasificación	Es una técnica de aprendizaje supervisado, es decir, existe una variable respuesta de tipo categórico (etiquetas nominales u ordinales) que se pretende explicar o predecir, a partir de uno o más atributos (continuos o discretos). La variable respuesta es la que supervisa el entrenamiento de los modelos para su uso posterior en nuevas observaciones. Los métodos de clasificación también pueden dividirse en dos tipologías: paramétricos (ej., regresión logística, análisis lineal discriminante) y no paramétricos (ej., árboles de clasificación y k-vecinos más cercanos).
Predicción	Se trata de una técnica que reúne las mismas propiedades ya descritas para la clasificación, a excepción de que la variable respuesta es de tipo cuantitativo. Entre los métodos paramétricos está la regresión lineal (simple o múltiple). Entre los no paramétricos, están los árboles de regresión.

*Fuente: elaboración propia a partir de James et al. (2015) y Ledolter (2013).*

Cabe anotar que el aprendizaje estadístico (James et al., 2013) y la estadística multivariada clásica (Pena, 2002) tienen muchos otros abanicos de métodos que pueden nutrir las técnicas de análisis de datos bajo M-D/T, entre ellos: análisis de componentes principales (reducción de dimensiones para agrupar o para generar indicadores), análisis factorial exploratorio (exploración de variables latentes), correlación canónica (asociación entre grupos de variables), análisis de correspondencias (resumir información obtenida de tablas de contingencia).

Pasando a datos de textos (o sea no estructurados), una vez tales datos hayan sido estructurados (preparación/procesado de datos), perfectamente pueden analizarse por medio de las técnicas ya descritas en la Tabla 1 para datos originariamente estructurados. Es decir, resulta común agrupar o clasificar documentos y otros elementos, así como asociar documentos o expresiones (palabras, frases), entre otras utilidades. No obstante, en la Tabla 2 se resumen técnicas específicas para datos de textos, intensivas en el aprovechamiento de palabras o frases y sus frecuencias o significados valorativos (ej., con ayuda de diccionarios).

**Tabla 2.** Descripción de las principales técnicas de MT.

Técnica	Descripción
Extracción de información (EI) / Recuperación de información (RI)	Con base en Crestani (1997), la RI se basa en la asociación entre una determinada información que se sabe que es de interés para el usuario y el contenido de un corpus (conjunto de documentos). La información de interés puede ser especificada por el usuario antes de ejecutar los métodos o “aprendida” por el sistema a medida que interactúa con el usuario (ej., este va eligiendo lo que le interesa). En general, esta técnica parte de una información referente (estática a priori o dinámica) y ejecuta métodos para recuperar la información vinculada a ella por medio de diversos métodos de asociación (ej., etiquetas exactas, relaciones semánticas). Una distinción entre RI y EI se brinda en Müller, Kenny, & Sternberg (2004), quienes señalan que la RI está delimitada a recuperar documentos (ej., por medio de palabras clave), en tanto que la EI se encarga de obtener información relevante de los documentos, llamada “hechos”.
Análisis de sentimientos (o minería de opinión)	Se trata de una técnica que permite inducir aspectos positivos o negativos (polaridad) relacionados con emociones, percepciones o evaluaciones acerca de uno o más fenómenos, invocando recursos de procesamiento de lenguaje natural (Wilson, Wiebe, & Hoffmann, 2005). De acuerdo con estos mismos autores, en la mayoría de los casos se ha restringido a palabras, pero hoy día se demanda incorporar el contexto, ampliando el alcance hacia frases o párrafos. El análisis de sentimientos se basa en la idea de que cuando el humano analiza un documento, toma en cuenta el sentido de las palabras o frases para inferir si una extensión mayor de texto (párrafos, secciones, capítulos...) está asumiendo una posición favorable o desfavorable sobre el fenómeno que trata. El enfoque tradicional que ha primado es que el contenido sentimental en un texto está dado por una combinación lineal del contenido sentimental de las palabras que lo conforman (Silge & Robinson, 2017). De ahí el llamado de Wilson, Wiebe, & Hoffmann (2005), de tomar en cuenta también factores del contexto. Para llevar a cabo esta técnica es usual la necesidad de diccionarios (Silge & Robinson, 2017). La mayor parte de estos diccionarios genéricos son poco útiles para dominios especializados, como la SP. Además, en su mayoría están elaborados para el idioma inglés. De hecho, hoy día se llama la atención sobre la pertinencia de considerar otros idiomas y el dominio específico de estudio.

*Fuente: elaboración propia*

Otras de las técnicas específicas para datos de textos obedecen a su preparación, de modo de que los trasladen del mundo textual al estructurado. Estas operaciones se conocen como análisis

morfológico y, bajo el marco de Abbe et al. (2016), consiste en: 1. Remover puntuaciones (signos de puntuación, números o símbolos no que no son de interés), 2. Normalizar el texto a minúsculas (en casos también se puede usar solo mayúsculas, según el interés del investigador), 3. Tokenización (dividir el texto en fragmentos como palabras, frases, etc.), 4. Stemming (reducir los fragmentos de palabras a sus raíces; sin sufijos/prefijos), 5. Remover stopwords (artículos, determinantes, como “a”, “un”, “el”, “la”, etc., que aparentemente no aportan significado o distinción para el investigador). Para la remoción de stopwords se suele recurrir a diccionarios predefinidos, los cuales en su mayoría son para el idioma inglés.

En general, puede decirse que son dos las etapas generales que más desarrollo han presentado en la M-D/T. Una de ellas es la preparación de los datos y la otra el análisis. La interpretación de los patrones descubiertos y la toma de decisiones resultante han sido poco discutidas en la comunidad académica.

## **2.3 Análisis de Decisión Multicriterio (ADM)**

### **2.3.1 Definición de ADM**

Se trata de una técnica de las Ciencias de la Decisión, empleada para asistir el proceso racional de toma de decisiones ante problemas complejos (“blandos”). Estos se caracterizan por poseer un número finito de alternativas con fortalezas/debilidades diversas, diferentes perspectivas de los interesados (y sus consecuentes preferencias subjetivas) y múltiples criterios de evaluación (subproblemas), la mayoría de ellos en conflicto (Marttunen, Lienert, & Belton, 2017). El principio de base en el ADM es la descomposición del problema global en subproblemas más pequeños y menos complejos (Jereb, Rajkovic, & Rajkovic, 2005). A través del ADM se posibilita que la toma de decisiones sobre este tipo de problemas blandos se realice de forma más transparente, comprensible, justificada y eficaz (Jereb, Rajkovic, & Rajkovic, 2005). En general, en los problemas de ADM sobresalen cuatro grupos de interés (Jereb, Rajkovic, & Rajkovic, 2005): propietario del problema (organización que requiere la solución: tomar la decisión), expertos (en el dominio del problema; ej., recursos humanos), analistas de decisión (facilitadores metodológicos) y usuarios (se ven afectados por la decisión).

Entre los campos de aplicación del ADM está el problema de SP, el cual es modelado como un conjunto de alternativas de decisión (candidatos), al cual se le vincula una función de utilidad, considerando varios criterios de evaluación (ej., habilidades, personalidad, intereses, autovaloraciones) y preferencias de los decisores.



### 2.3.2 Marcos de ADM para la SP

A continuación, se resumen algunas de las aplicaciones del ADM en la SP.

Jereb, Rajkovic, & Rajkovic (2005) proponen un sistema multicriterio jerárquico basado en ADM con un sistema experto; la decisión parte de considerar un árbol de atributos y reglas de decisión resultantes. El marco propuesto constó de las siguientes etapas: 1. Identificación del problema, 2. Establecimiento del proyecto, 3. Modelación, 4. Identificación de opciones, 5. Decisión, 6. Despliegue, 7. Implementación. La modelación del problema de selección consistió en: identificar atributos, estructurarlos, definirles escala y plantear funciones de utilidad. Los criterios (atributos) utilizados fueron 44, relacionados, entre otros aspectos, con el trabajo (ej., conocimientos y eficiencia) y las características personales (liderazgo, orientación al trabajo, ...).

Dağdeviren (2010) se enfoca en la SP en sistemas manufactureros. Propone un modelo que combina el proceso analítico en red (ANP) y la técnica de ordenación de preferencias por similitud a la solución ideal (TOPSIS). El primer método (ANP) es usado para representar la estructura del problema (considerando dependencias) y ponderar. El segundo, para obtener la ordenación final (ranking). Las etapas fueron: 1. Formar el equipo de expertos, 2. Determinar candidatos; 3. ANP (criterios de evaluación, dependencias entre criterios, pesos de los criterios); 4. TOPSIS (evaluación de candidatos, ordenación, selección del mejor candidato). El caso numérico real consideró siete criterios de decisión: habilidad para trabajar en diferentes unidades de negocio, experiencia, trabajo en equipo, fluencia en un lenguaje extranjero, pensamiento estratégico, habilidades de comunicación oral y habilidades computacionales.

Kelemenis & Askounis (2010) argumentan que la complejidad e importancia del problema de la SP demanda métodos analíticos que trasciendan las decisiones meramente intuitivas. Proponen un modelo basado en TOPSIS difuso y un conjunto de veto de alternativas definido por los tomadores de decisiones. El marco consistió en: 1. Grupo decisor, 2. Criterios relevantes, 3. Variables lingüísticas apropiadas, escalas para los pesos de los criterios y las calificaciones de las alternativas, 4. Pesos de los criterios por cada decisor, 5. Umbral de veto por cada decisor, 6. Matriz difusa, 7. Matriz difusa normalizada, 8. Matriz difusa normalizada ponderada, 8. Distancia de cada alternativa al veto para cada criterio, y 9. Ordenación de alternativas. La ordenación, en lugar de hacerse con base en la similitud con respecto a la solución ideal, se realiza a partir de las distancias de las alternativas desde el umbral veto definido para cada criterio. Los criterios de decisión empleados en un caso de tecnologías de información fueron: toma de decisiones estratégica, gestión del cambio, habilidades de comunicación, liderazgo, gestión de riesgos, redes de cómputo, herramientas de software, bases de datos, experiencia profesional, antecedentes educacionales y tecnologías emergentes.

Zhang & Liu (2011) recalcan la necesidad de articular elementos subjetivos y objetivos para una mejor toma de decisiones de SP. Proponen un modelo que combina ADM con lógica difusa y análisis relacional gris. El marco constó de: 1. Matriz difusa, 2. Pesos por parte de los decisores, 3. Matriz agregada difusa basada en la opinión de los decisores, 4. Pesos de entropía, 5. Secuencia de referencia, 6. Coeficiente relacional gris, 7. Grado relacional gris, 8. Ordenación de todas las alternativas. El modelo fue probado en un ejemplo numérico, usando criterios de decisión obtenidos de Chen (2000) y Li (2007): estabilidad emocional, habilidades de comunicación oral, personalidad, experiencia y autoconfianza.

Verma & Rajasankar (2017) proponen un modelo basado en indicadores de la termodinámica (energía, exergía y entropía). Señalan que el método clásico TOPSIS para ranquear alternativas se asemeja a utilizar el indicador de energía, pero concluyen que al usar la exergía se obtienen mejores resultados. Las etapas seguidas fueron: 1. Matriz de decisión, 2. Matriz de decisión normalizada, 3. Matriz de pesos, 4. Matriz de energía, 5. Matriz de calidad, 6. Matriz de exergía, 7. Energía y exergía promedio de las alternativas respecto a cada decisor, 8. Indicadores de exergía y energía asociados a cada alternativa, 9. Indicador de entropía de cada alternativa, 10. Ordenación de alternativas con base en sus indicadores de exergía. El modelo se probó en un caso con ambiente preciso y en otro difuso. El caso de prueba fue tomado de Shih, Shyur, & Lee (2007), con criterios de decisión que ellos llaman objetivos (prueba de lenguaje, prueba profesional, prueba de reglas seguridad, habilidades profesionales y habilidades computacionales) y subjetivos (panel de entrevista y entrevista uno a uno).

Koutra et al. (2017) desarrollan un modelo de ADM para la SP en la industria marítima en Grecia. Este se basa en el proceso analítico jerárquico (AHP), al que se le incorporó una etapa de preselección de criterios. El marco propuesto constó de: 1. Identificación de los criterios más importantes bajo la evaluación de los gerentes (usando el método *Delphi* difuso), 2. Pesos de los criterios y los métodos de SP, usando AHP. En la primera etapa se partió de un conjunto de 44 criterios potenciales y luego, por medio de análisis de correspondencias, redujeron dicho conjunto a ocho criterios: honestidad, responsabilidad, conocimiento de lenguaje extranjero, capacidades en toma de decisiones, habilidades computacionales, habilidad de gestión de tiempo, habilidades de comunicación y espíritu de equipo.

Nótese que el ADM se muestra como una técnica útil para apoyar el proceso de toma de decisiones de SP. Básicamente, se argumenta que el uso de esta técnica ayuda a vincular elementos que dan mejor transparencia, justificación, eficacia y explicación a la decisión. Además, también vincula métodos analíticos que trascienden procedimientos intensivamente intuitivos de decisión. Asimismo, vale resaltar que la mayoría de las aplicaciones toman en consideración variables “blandas”, relacionadas con aspectos de las diferencias individuales

(habilidades cognitivas, personalidad, intereses y autovaloraciones), contrario a la M-D/T en la SP, que en su mayoría se delimitó a indicadores “duros”, obtenidos de los currículos.

A pesar de las bondades del ADM para el proceso racional de toma de decisiones, al acercar esta técnica a la SP se encuentran tres debilidades. La primera es debida a la subjetividad inmersa en la asignación de las preferencias (importancia relativa asignada a los criterios). La segunda se debe al supuesto de que ya se cuenta con un problema estructurado (alternativas, objetivos y criterios precisos y consistentes), lo cual, de acuerdo con Marttunen, Lienert, & Belton (2017), no es necesariamente válido. Por ello, el ADM debe combinarse con métodos de estructuración de problemas. No obstante, la mayoría de estos métodos (de estructuración) se soportan en el interpretativismo, por lo que son intensivos en apreciaciones subjetivas, significados, etc. (DOFA, Delphy, análisis de Stakeholders, lluvia de ideas...). Sin embargo, la M-D/T puede ayudar a este proceso mediante la inducción de patrones (criterios o alternativas) a partir de los datos. Esta corriente es emergente y entre sus aplicaciones están: Aghdaie, Zolfani, & Zavadskas (2013), Galinium (2017) y Peng et al. (2011). La tercera es que el ADM no tiene el alcance para confirmar los constructos (criterios), como sí lo realizan varias técnicas de la Psicometría y son exigidas en la SP.

### 2.3.3 Técnicas usuales de ADM para la SP

La mayoría de las aplicaciones de ADM en la SP utilizan AHP, ANP y TOPSIS; este último, en casos, para complementar los primeros en la etapa de ordenación de candidatos. A continuación, se describen dichos métodos.

- **AHP (Analytic Hierarchy Process):** Es un método propuesto por Saaty (1980). Permite modelar problemas de decisión multicriterio en forma de una estructura jerárquica que desagrega el objetivo global en subobjetivos (criterios) y en desagregaciones de estos, hasta llegar a las alternativas. La valoración se va dando de abajo hacia arriba; es decir, bajo funciones de utilidad específicas hasta que van derivando en la función de utilidad global, con base en la contribución de cada alternativa en cada criterio. El AHP, según lo describe Kelemenis & Askounis (2010) refiriéndose a Saaty, tiene tres principios básicos. El primero es la descomposición (estructura de grupos, subgrupos y subgrupos de estos). El segundo es el juicio comparativo (comparaciones pareadas entre todos los elementos dentro de un clúster, respecto al clúster padre). Y el tercero es la composición o síntesis jerárquica (parte de las prioridades locales para obtener prioridades globales y así evaluar las alternativas, a partir de la contribución de cada una de ellas en cada objetivo local). El AHP ha contribuido con el desarrollo de soluciones en varios campos, pero su principal desventaja, además de las descritas para el ADM en general, es que asume que los criterios son independientes, lo cual no siempre se da en la realidad.

Siguiendo a Ahmadi et al. (2014), los pasos para el AHP son: 1. Construir la jerarquía, 2. Desarrollar la matriz de decisión (con base en comparaciones pareadas desde cada experto), 3. Reunir la opinión de los expertos, 4. Calcular el índice de consistencia para todas las opiniones, 5. Calcular peso y prioridad de cada factor, 6. Calcular peso global de cada factor y la ordenación final.

- **ANP (Analytic Network Process):** También fue propuesto por Saaty (1996). Se asume como un método general que extiende el AHP hacia problemas más complejos, al considerar posibles relaciones de dependencia entre elementos (ej., criterios) y de realimentación. Este método no representa el problema bajo una estructura jerárquica como el AHP, sino como una red. Considerando a Cheng, & Li (2005), el ANP comprende etapas cualitativas y cuantitativas. La etapa cualitativa consta de: 1. Identificar el problema de decisión, 2. Asegurar que el problema de decisión pueda ser resuelto bajo ANP, 3. Descomponer el problema (no estructurado) en un conjunto de niveles manejables y medibles, 4. Determinar el/los responsable(s) de tomar la decisión. La etapa cuantitativa consiste en: 1. Preparar el cuestionario de evaluación cuantitativa para recolectar datos de los respondientes (ej., escala de nueve puntos y método de comparaciones pareadas; Saaty, 1980), 2. Estimar el peso entre pares de elementos de cada matriz y calcular los valores propios), 3. Calcular la razón de consistencia, 4. Formar la supermatriz a partir de los valores propios, 5. Refinar la supermatriz (estocástica, que los pesos converjan y permanezcan estables).
- **TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution):** Método propuesto por Hwang & Yoon (1981). Supone que la mejor alternativa es aquella que presenta (i) la mayor cercanía (menor distancia) con la solución positiva ideal asumida (maximiza el beneficio y minimiza el costo); y (ii) la menor cercanía (mayor distancia) con la solución negativa ideal (maximiza el costo y minimiza el beneficio) (Wang & Elhag, 2006). TOPSIS clásico asume que se conocen los pesos y que las calificaciones de las alternativas son precisas, lo cual no siempre resulta consistente con la realidad. Por ello, en ocasiones tiende a complementarse con conjuntos difusos para tratar la imprecisión en estos aspectos (Wang & Elhag, 2006; Kelemenis & Askounis, 2010).

## **2.4. Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM)**

### **2.4.1 Definición de SEM**

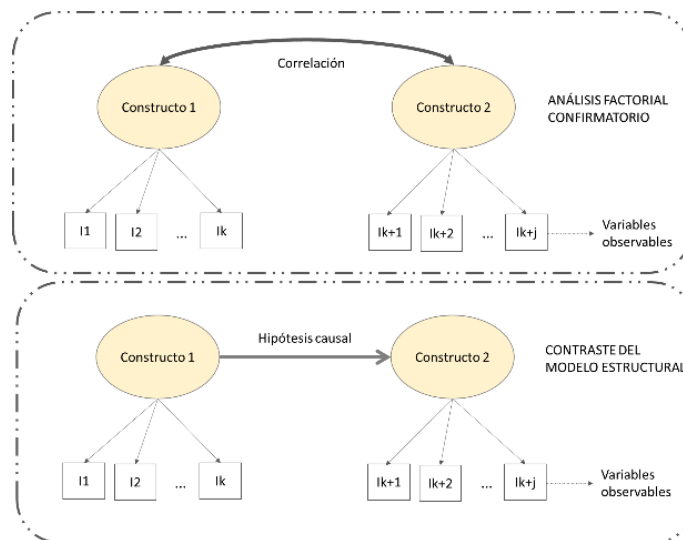
SEM es una técnica que reúne varios métodos para contrastar, bajo los límites de la investigación no experimental, relaciones confirmatorias entre variables latentes (constructos), las cuales requieren de variables indicadoras (observables) para poder medirlas, describirlas, asociarlas y

explicarlas. Su esencia se basa en analizar las diferencias entre la matriz de varianzas y covarianzas (o correlaciones) teórica y la muestral, por lo que el estadístico Chi-cuadrado (y varias métricas derivadas de él) resulta fundamental en el proceso de inferencias. Los SEM constan de dos componentes, uno es el modelo de medida y otro el modelo estructural. En contextos organizacionales, se trata de la técnica psicométrica de mayor auge hoy día en la investigación en gestión de organizaciones, entre otros campos.

En el dominio de la SP, los SEM tienen mucho por aportar, ya que los factores asociados a las diferencias individuales que son utilizados para la SP son variables latentes, las cuales ameritan una escala para poder medirlas y relacionarlas. En otras palabras, factores de habilidades cognitivas, de personalidad, de intereses y de autovaloraciones son constructos y, por lo mismo, exigen un conjunto de variables observables. Estas últimas pueden entenderse como manifestaciones del constructo. Es decir, con soporte en la teoría, dichos constructos “causan” diversos comportamientos, opiniones, emociones, etc., que resultan observables a los sentidos; de ahí el nombre de estos, como variables observables, manifiestas o indicatoras. El propósito final de los SEM es contrastar hipótesis de relaciones causales entre constructos, lo cual es imperante para explicar y confirmar por qué suceden determinados fenómenos de interés. Este tipo de relaciones en los SEM hace referencia al contraste del modelo estructural; sin embargo, antes de efectuarlo es fundamental confirmar el modelo de medida, lo cual se conoce como Análisis Factorial Confirmatorio (CFA, en inglés). Este busca examinar si el instrumento de medida satisface las propiedades que lo habilitan para confiar en lo que está representando y reflejando cada constructo.

El CFA, entonces, es responsable de alimentar la validación del instrumento de medida. En cambio, el contraste del modelo estructural se encarga de validar empíricamente la plausibilidad de las explicaciones para uno o más constructos dependientes de interés.

En la Figura 2 se representan de forma gráfica los SEM, señalando sus dos componentes: el modelo de medida (CFA) y el modelo estructural.



**Figura 2.** Representación simplificada de los SEM.

*Fuente: traducido de Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & González-Echavarría (2019)*

En la Figura 2, las variables latentes están representadas por óvalos, en tanto que las observables tienen forma de cuadrados o rectángulos. A su vez, en este caso se cuenta con dos modelos de medida específicos. La estimación de los parámetros de estos modelos se hace considerando también la correlación entre los constructos, con el fin de obtener estimaciones más adecuadas. Así, las relaciones entre cada constructo y sus indicadores, aunado a la correlación entre los constructos como un todo, es justamente la representación de un CFA, el cual es ilustrado en la parte superior de la Figura 2. A partir del CFA es posible calcular diversas métricas e inferir la fiabilidad y la validez (convergente y discriminante) de los modelos de medida. En la parte inferior de la Figura 2 se representa el modelo estructural, el cual contiene la hipótesis “causal” de interés del investigador (suelen ser varias hipótesis simultáneas, por lo que generalmente una variable latente puede ser dependiente e independiente a la vez). Entonces, una vez se tienen ciertas garantías de que el modelo de medida (escala de medición) parece razonablemente plausible de ver/aplicar en los datos, es posible contrastar el modelo estructural.

En el dominio de la SP, el CFA es útil al ser una técnica psicométrica avanzada para evaluar la “calidad” de las escalas de medida utilizadas, a la hora de considerar factores de diferencias individuales. Sin ciertas garantías de fiabilidad y validez resulta inviable usar constructos de diferencias individuales y sus indicadores para explicar variables de desempeño. Esto último resalta, además, el valor del modelo estructural en el dominio de SP.

## 2.4.2 Marcos de SEM

Los marcos propuestos para abordar los SEM suelen ser similares, por lo que su uso está prácticamente estandarizado. Las diferencias mínimas comúnmente se deben al formato de

representación según el software utilizado, por ejemplo, AMOS (complemento del SPSS), LISREL o lenguaje R. En esta oportunidad, el referente para describir un análisis bajo SEM se realizará con base en Aldás & Uriel (2017) y Rial et al. (2006), considerando dos etapas:

### **Etapas 1. Evaluación del modelo de medida usando CFA**

- a) **Formulación o especificación del modelo:** Establecer formalmente el modelo. Esto incluye: constructos, indicadores, relaciones entre constructos e indicadores, definición de parámetros (cargas factoriales, errores de las variables observables, varianzas de las variables latentes, correlaciones entre constructos, ...) (Aldás & Uriel, 2017; Rial et al., 2006). Dependiendo del software puede contarse con apoyo gráfico.
- b) **Identificación:** Establecer una escala de medida (ej., fijar la varianza de cada factor común a 1); imponer restricciones (ej., fijar en 1 los coeficientes que relacionan los errores y los indicadores). Comprobar que los grados de libertad sean mayores que cero (Aldás & Uriel, 2017).
- c) **Estimación:** Encontrar valores para las matrices de varianzas y covarianzas (muestral y teórica), cumpliendo con las restricciones impuestas en la identificación y que reduzcan lo mayor posible las diferencias entre esas dos matrices. La literatura no refleja consenso sobre cuáles son las condiciones adecuadas para usar un método de estimación u otro. Sin embargo, el método más usual es el de Máxima Verosimilitud, el cual arroja estimaciones consistentes, eficientes y no sesgadas cuando se satisface el supuesto de normalidad multivariante (Rial et al., 2006). De no satisfacerse, puede probarse también con Mínimos Cuadrados Ponderados, que es menos restrictivo (Lévy & Varela, 2006), o Máxima Verosimilitud Robusta (Aldás & Uriel, 2017), entre otras opciones.
- d) **Bondad del ajuste:** Inferir en qué medida el modelo teórico asumido es respaldado por la evidencia empírica (los datos). Se sugiere verificar: *Matriz residual de covarianzas*, *Estadístico Chi-2* (o dividida entre sus grados de libertad) (Rial et al., 2006). Otra serie de índices de ajuste resultan complementarios y pueden obtenerse de forma automática según el software empleado.
- e) **Interpretación:** Examinar si los estimadores de los parámetros del modelo toman valores razonables desde el punto de vista teórico y si resultan significativos (ej., correlaciones y cargas estandarizadas dentro del rango permisible, errores estándar que no sean anormalmente grandes o casi nulos, estimaciones de varianzas todas positivas,

y que cada parámetro individual resulte estadísticamente significativo, etc.) (Aldás & Uriel, 2017; Rial et al., 2006).

- f) **Reespecificación:** Eliminar o adicionar relaciones entre las variables del modelo, con el fin de mejorar el ajuste o contrastar alguna hipótesis teórica (Ullman, 2001; Aldás & Uriel, 2017). La reespecificación debe ser planificada y tener soporte en la teoría y la naturaleza del fenómeno. De lo contrario, si solamente es guiada por los datos, entonces puede caerse en el error de sobreajuste a la muestra específica y, por tanto, el modelo no resulta válido en otras muestras, perdiendo validez externa (Aldás & Uriel, 2017).
  
- g) **Análisis de fiabilidad:** Una medida clásica es el Coeficiente alfa de Cronbach ( $\alpha$ ), que resume el grado de consistencia entre los indicadores de un determinado constructo. El  $\alpha$  oscila entre cero y uno y su mínimo permisible en una fase exploratoria es 0.7; sin embargo, en trabajos más profundos no debería ser inferior a 0.8 (Aldás & Uriel, 2017). Otro de los coeficientes de alta popularidad en este campo es la fiabilidad compuesta, cuya estimación, a diferencia del  $\alpha$ , se hace de forma simultánea considerando los demás constructos. El valor mínimo de aceptación para la fiabilidad compuesta también suele ser 0.7 (Rial et al., 2006). Las anteriores medidas de fiabilidad aplican para el constructo (variable latente), pero el CFA también permite calcular índices de fiabilidad para cada variable observable (ej., coeficiente de determinación).
  
- h) **Análisis de validez:** Se estiman la validez convergente y la discriminante, como representación de la validez de constructo (Rial et al., 2006). Para evaluar la validez convergente se hace uso de la varianza media extraída (AVE, en inglés), la cual refleja qué tanta variación es compartida por los indicadores de un determinado constructo. De acuerdo con Aldás & Uriel (2017) y Rial et al. (2006), habrá evidencia de validez convergente en la medida en que la AVE sea superior a 0.5. Para evaluar la validez discriminante es útil el criterio de Fornell & Larcker (1981), que deduce dicha validez siempre y cuando la AVE sea superior al cuadrado de cada coeficiente de correlación interconstructo. La lógica de este criterio es que un constructo se distinguirá razonablemente de los demás, en la medida en que sus indicadores compartan más información entre sí, que entre estos con los de otros constructos. Al igual que en el caso de la fiabilidad, también existen índices de validez individual (a nivel del ítem), los cuales es posible obtener a partir del CFA (Rial et al., 2006).



## **Etapa 2. Contraste del modelo estructural**

En esta etapa de los SEM se busca revelar eventuales relaciones estructurales; es decir, de naturaleza “causal” entre constructos (Lévy & Varela, 2006). Todo ello, desde luego, siempre y cuando se cuente con sólidos elementos teóricos que respalden la causalidad, en el contexto de las limitaciones de la investigación no experimental. Los pasos por ejecutar en esta fase estructural son los mismos que para la etapa de validación del modelo de medida, hasta la reespecificación (si es necesaria). Para concluir sobre la(s) hipótesis estructurales, previo examen y cumplimiento de los índices de validez/fiabilidad y los aspectos descritos para el CFA (bondad del ajuste), se presta atención a la magnitud y significación de los coeficientes entre los constructos, al signo y a la capacidad de explicación sobre cada constructo endógeno. Ello también se suele combinar con soporte derivado de bootstrapping con al menos 5000 réplicas.

Nótese que, a este nivel, en el dominio de la SP, los SEM resultan útiles para confirmar la plausibilidad, la fiabilidad y la validez de los modelos de medida de constructos, propios de diferencias individuales (habilidades, personalidad, intereses, autovaloraciones), así como relacionarlos “causalmente” tomando en cuenta también otras variables latentes, como el desempeño. Entonces, previo descubrimiento de patrones a través de M-D/T, el CFA puede ayudar a validarlos, para posteriormente relacionarlos estructuralmente.

Ahora bien, a pesar de que la M-D/T asistida por los SEM puede lograr una mejoría en términos confirmatorios, aún no logra desarrollar la etapa de toma de decisiones, por lo que el ADM resulta también esencial para aspirar a soluciones de M-D/T que aporten valor al dominio de la SP.

Nótese que la integración entre M-D/T y SEM no solo resulta pertinente en casos de datos de texto, sino también cuando se emplean datos estructurados, los cuales son ampliamente utilizados para el desarrollo de escalas y el contraste de hipótesis en la investigación en SP (ej., Dhliwayo & Coetzee, 2020; Van Vianen et al., 2004), entre otros dominios de la gestión de organizaciones.

En ese sentido, la M-D/T puede aportarle a los SEM extendiendo sus recursos de analítica, dado que los SEM presentan un alcance limitado en cuanto al descubrimiento de nuevos patrones útiles/valiosos guiados por los datos (Nunkoo & Ramkissoon, 2012). De hecho, Wenzel & Van Quaakebeke (2017, p. 7) señalan que el estudio de constructos psicológicos/administrativos bajo SEM, “ampliamente confina sus intereses a hipótesis preconcebidas. Sin embargo, Big Data puede contener valor analítico que excede cualquier concepción a priori”.

## **2.5. Preguntas específicas de investigación y modelo de estudio**

Inicialmente, se presentan las preguntas específicas de interés. Luego, se agrupan en un modelo que representa la pregunta general de investigación. En cada caso, se plasman las razones de estas formulaciones.

### **2.5.1 Sub-marco de M-D/T asistida por SEM**

Con miras a soluciones de M-D/T pertinentes para la SP, se ha aportado elementos teóricos que muestran que la M-D/T, en su alcance actual, tiene alta capacidad para inducir patrones desde los datos usando procedimientos automáticos o semiautomáticos. No obstante, cuando dichos patrones son representaciones de constructos psicológicos/administrativos, esta se ve limitada para confirmarlos bajo criterios de fiabilidad y validez.

Tal limitación de la M-D/T para la SP puede subsanarse al considerar campos como la Psicometría, el cual tradicionalmente ha soportado con éxito varios métodos de selección basados en constructos (Herpertz et al., 2016; Smith, Hanges, & Dickson, 2001). En este campo, la fiabilidad y la validez están definidas y existen métricas concretas para juzgarlas (ej., alfa de Cronbach, fiabilidad compuesta, validez convergente, validez discriminante; Batista & Coenders, 2000; Lévy & Varela, 2006).

El estudio de Campion et al. (2016) es particularmente valioso en el presente escenario, porque acerca la M-D/T a un proceso de SP bajo un enfoque articulador entre Ciencias de la Computación y Psicología. Campion et al. (2016) muestran con un caso de éxito varias potencialidades de la M-D/T en la selección masiva de personal. Por un lado, aborda constructos psicológicos descubiertos/reflejados en textos, evidencian la posibilidad de estudiar métricas de validez y fiabilidad con métodos psicométricos, y arrojan evidencia de cómo se favorece la eficiencia del proceso de selección. A pesar de estas bondades y enfatizando en el enfoque conducido por constructos, los procedimientos de análisis de los patrones descubiertos/reflejados en los textos, usados en Campion et al., (2016), pueden seguirse desarrollando a través de técnicas confirmatorias que van más allá del análisis de correlaciones simples. Precisamente, los SEM pueden contribuir a tal desarrollo, ya que se constituyen en la técnica psicométrica de mayor auge hoy día para confirmar la fiabilidad y la validez de modelos de variables latentes. En sí, para la SP asistida por M-D/T resulta razonable considerar que la incorporación de SEM puede ayudar en la generación de soluciones cada vez más centradas en el dominio de la SP, lo cual abre un nuevo abanico de posibilidades.

Al ubicar estas dos técnicas en un contexto de SP, el orden procedimental lógico y guiado por tal dominio es, primero, definir/desarrollar las medidas para los factores de diferencias individuales (habilidades, personalidad, intereses, autovaloraciones), los cuales serán usados para evaluar y comparar los candidatos a un determinado cargo. Luego, demostrar empíricamente que estas medidas satisfacen propiedades psicométricas aceptables en tal contexto. En ese sentido, la M-D/T provee un marco para que de forma automática (o semiautomática), cuando no se dispone de una teoría sólida sobre un determinado constructo en estudio, se ejecute la exploración de patrones psicológicos/administrativos reflejados en datos de texto, lo cual se espera que aumente la eficiencia en comparación con operaciones manuales. Asimismo, que aumente la equidad, ya que dichos procedimientos son intensivos en el procesado de datos por parte de la máquina, en comparación con operaciones manuales en las cuales hay mayor riesgo de sesgos del “experto”. Además, todas o la mayoría de las instrucciones ejecutadas por la M-D/T deberán estar documentadas en un lenguaje estandarizado, lo cual facilita la reproducibilidad de los hallazgos. Por otro lado, al incorporar dentro de un marco de M-D/T operaciones de SEM para validar y confirmar las propiedades psicométricas de los patrones descubiertos/reflejados en los datos (ej., manifestaciones de constructos psicológicos/administrativos), se espera extender las soluciones de M-D/T hacia un alcance confirmatorio, psicométricamente hablando, demandado en el dominio de la SP.

Estas posiciones frente a la necesidad de combinar M-D/T y SEM ya cuentan con reciente evidencia empírica de análisis de constructos psicológicos/administrativos en escenarios de SP (ej., comunicación, pensamiento crítico y habilidades de liderazgo, *Campion et al., 2016*) y otros contextos (ej., orientación emprendedora, *Short et al., 2010*; responsabilidad en salud, *Kjellström & Golino, 2018*; valores personales; *Ponizovskiy et al., 2020*; y cultura organizacional, *Pandey & Pandey, 2017*). Sin embargo, tales aplicaciones, aunque representan valiosos avances en la nombrada combinación, suelen (a) abordar retos metodológicos específicos (ej., bigramas-frases, *Pandey & Pandey, 2017*), (b) son meramente basados en datos (ej., *Kjellström & Golino, 2018*) en lugar del enfoque mixto demandado en la SP, (c) no logran cubrir todas las propiedades esenciales aquí señaladas (fiabilidad, validez, equidad, reproducibilidad y eficiencia), o (d) dejan abierta la posibilidad de enriquecer tales aportes con métodos intensivos en computación, como el aprendizaje automático (machine learning) y la lingüística computacional para complementar principalmente la validez de contenido de los constructos en desarrollo/validación. Todo ello es tomado en consideración en esta tesis y será detallado y confirmado en los apartados de resultados, partiendo de la primera pregunta específica, objeto de estudio:

*P1 ¿Un sub-marco de M-D/T para la SP que incorpore recursos de SEM es capaz de proveer eficientemente modelos de evaluación de diferencias individuales (constructos psicológicos y*

*relaciones) que satisfagan requisitos de fiabilidad, validez, equidad, reproducibilidad y ajuste a la evidencia?*

Esta primera pregunta específica exige el diseño, desarrollo y validación de un sub-marco de M-DT asistido por SEM que en forma automática o semiautomática trascienda el alcance tradicional de explorar patrones en los datos. En su lugar, debe además poder soportarse en la teoría y examinar la fiabilidad, la validez, la equidad (no significancia de factores personales como género, raza, ...) de los patrones, bajo criterios de reproducibilidad y eficiencia.

### **2.5.2 Sub-marco de M-D/T asistida por ADM**

La primera pregunta específica busca dotar de recursos confirmatorios derivados de SEM, el alcance exploratorio de las soluciones tradicionales de M-D/T en el análisis de constructos psicológicos/administrativos con rigor psicométrico, y posibilitar una mayor adecuación al dominio de la SP. Sin embargo, el proceso de SP aún no está completo, debido a la carencia de conceptos, pautas e instrucciones que guíen el uso de los patrones confirmados para tomar la decisión de selección. De ahí el potencial del ADM como recurso fundamental para asistir tal proceso de toma de decisiones.

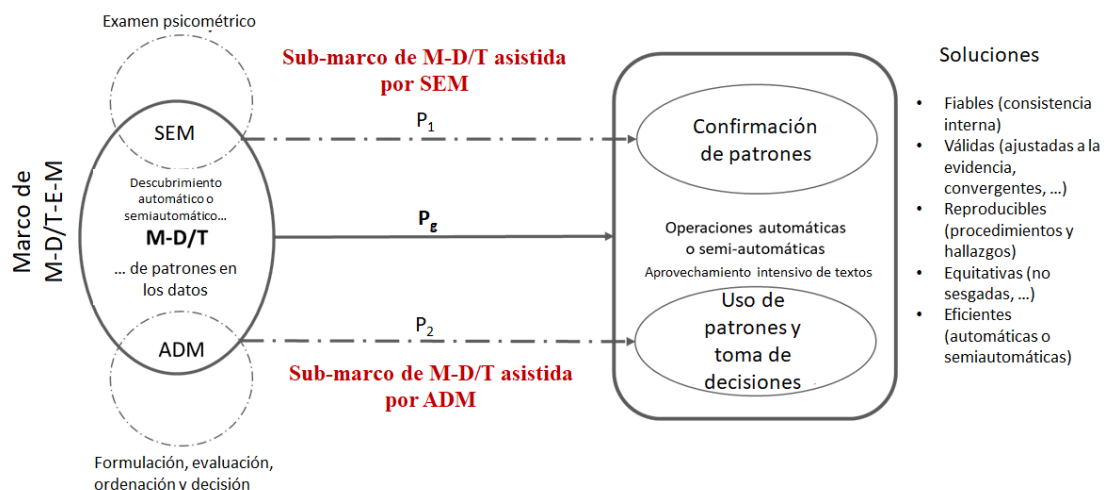
El llamado al ADM se sustenta en que permite reconocer y entender la SP como un proceso en el que el decisor debe elegir la alternativa “óptima” (o más satisfactoria) entre un determinado número finito de candidatos, los cuales son evaluados de forma simultánea en varios criterios (atributos) con diferentes preferencias (Dağdeviren, 2010; Kelemenis & Askounis, 2010). La incorporación del ADM cobra sentido en las fases de interpretación y uso de los patrones extraídos por M-D/T, ya que el ADM divide el problema en subproblemas más pequeños y menos complejos (Jereb, Rajkovic, & Rajkovic, 2005) y ofrece posibilidades de evaluar y ranquear candidatos, hasta elegir el “mejor” de ellos (Chavira et al., 2017; Dağdeviren, 2010; Kelemenis & Askounis, 2010). De este modo, la M-D/T prepara los datos y descubre patrones de forma automática (o semiautomática) y aporta insumos al ADM para evaluar criterios, decidir de forma sistemática y lograr un mayor número de tareas reproducibles (abiertas al escrutinio). En resumen, el ADM ayuda a complementar las soluciones lideradas por M-D/T, de modo que abarquen más etapas de la SP por medio de procedimientos de toma de decisiones que favorecen transparencia, comprensión, explicación y justificación de la selección del candidato. Es así como la segunda pregunta específica reconoce el potencial del ADM para contribuir al desarrollo de soluciones de M-D/T que faciliten completar la SP:

*P2 ¿Un sub-marco de M-D/T para la SP que incorpore recursos de ADM es capaz de desarrollar de forma eficiente, justificada y reproducible la evaluación y la ordenación de candidatos y la elección final, con base en patrones descubiertos/reflejados en los datos?*

Nótese que las soluciones de M-D/T asistidas por ADM posibilitan contrastar la capacidad para mejorar la eficiencia y la reproducibilidad de los procedimientos por desplegar, así como la justificación de por qué se ha tomado una determinada decisión de selección. Sin embargo, si los patrones reflejados en los datos, que a su vez son insumos para estructurar el problema de decisión multicriterio, carecen de fiabilidad, validez y equidad, el resultado será desfavorable. Es así que, para aspirar a soluciones de M-D/T que agreguen valor en el dominio de la SP, la primera y segunda preguntas se complementan, dando lugar a la pregunta general expuesta en la introducción de esta tesis.

### 2.5.3 Modelo de estudio

La articulación gráfica de las dos preguntas de investigación en un modelo global es presentada en la Figura 3.



**Figura 3.** Modelo general de soluciones de M-D/T asistidas por SEM y ADM en el dominio de la SP.

*Fuente: elaboración propia*

Nótese, en la Figura 3, que P1 contribuye con la búsqueda de soluciones de M-D/T que no solo descubran patrones reflejados en los datos, sino que también los confirmen considerando propiedades psicométricas fundamentales en la SP. Además, P2 contribuye con soluciones de M-D/T que logren guiar la culminación del proceso de selección del candidato (evaluación, ordenación y elección final). Estas dos preguntas en conjunto y tomando como columna vertebral la M-D/T derivan en el interrogante general de esta tesis.

Así, el modelo referenciado refleja la necesidad de lograr, en una misma solución de M-D/T, la preparación de los datos, el descubrimiento de patrones (modelos, criterios, ...), la confirmación

de estos (con métricas de fiabilidad y validez), la evaluación/ordenación de candidatos y la elección final; todo ello, bajo el paradigma de la investigación reproducible. En ese sentido, se ha venido proponiendo integrar dos áreas alrededor de la M-D/T como columna vertebral, dando lugar a la M-D/T-E-M .

Este trabajo desarrolla tal marco considerando las bases expuestas y proveyendo, entre otros, la fundamentación teórica-metodológica y su sistematización, así como evidencia que dé cuenta de su capacidad (de la M-D/T-E-M) para asistir la SP y áreas afines.

## **3. Objetivos**

### **3.1 Objetivo general**

Desarrollar un marco de M-D/T apoyado por SEM y ADM capaz de asistir de forma eficiente, fiable, válida, equitativa, ajustada a la evidencia y reproducible el proceso completo de la SP.

### **3.2 Objetivos específicos**

- Desarrollar los fundamentos teóricos-metodológicos de la M-D/T-E-M en el dominio de la SP.
- Evaluar si un sub-marco de M-D/T para la SP que incorpore recursos de SEM es capaz de proveer eficientemente modelos de evaluación de diferencias individuales (escalas de constructos psicológicos/administrativos) que satisfagan propiedades de fiabilidad, validez (de contenido, interna-ajuste a la evidencia- y externa), equidad y reproducibilidad.
- Evaluar si un sub-marco de M-D/T para la SP que incorpore recursos de ADM es capaz de desarrollar de forma eficiente, justificada y reproducible la evaluación, la ordenación de candidatos y la elección final, con base en patrones descubiertos/reflejados en los datos.
- Deducir si la M-D/T-E-M tiene la capacidad para arrojar soluciones efectivas en el dominio de la SP, en comparación con rutinas/capacidades actuales en dicho dominio, considerando integralmente la evidencia obtenida, la revisión de literatura y el contexto de la SP.

## **4. Etapas metodológicas**

El estudio general constó de tres etapas, las cuales comprendieron el desarrollo teórico-metodológico, la validación empírica de los dos sub-marcos específicos y la deducción global sobre la capacidad de la M-D/T-E-M considerando hallazgos internos y externos.

### **4.1. Etapa teórico – metodológica**

En esta etapa se profundizó en la literatura científica sobre M-D/T, SEM, ADM y SP, con el fin de detallar conceptos, dimensiones, métodos, supuestos, relaciones y demás recursos que permitieran conformar y estructurar los aspectos teóricos de la M-D/T-E-M. También se definieron y relacionaron las tareas, funciones y códigos necesarios para llevarlos a la práctica. Posterior a ello, se procedió a integrar y estructurar los fundamentos teóricos y procedimentales en un marco de trabajo que define el cuerpo de conocimientos teórico-metodológicos para comprender, interpretar, desplegar, transferir y mejorar la M-D/T-E-M.

Seguido, se llevó a cabo la sistematización de tal cuerpo de conocimientos, describiendo el rol de la M-D/T-E-M en el contexto de la SP, así como la interpretación de esta bajo las siguientes perspectivas: ontológica, epistemológica, axiológica, praxeológica y metodológica. En esta última es en la cual se procuró hacer explícito y accesible el conjunto de capacidades/rutinas procedimentales mínimas necesarias para dar una idea básica de cómo enseñarla, aprenderla, desplegarla, controlarla y mejorarla en el tiempo. Estos, considerando escenarios de SP y la multiplicidad de áreas afines que abordan constructos psicológicos/administrativos.

Así, al finalizar esta etapa se dio cumplimiento al primer objetivo específico de la tesis.

### **4.2. Etapa de validación empírica**

Comprendió la automatización/semi-automatización, usando R y Python, de las facetas metodológicas de la M-D/T-E-M, en lo que concierne a la integración procedimental de M-D/T con SEM (sub-marco 1) y de M-D/T con ADM (sub-marco 2).

Luego, se procedió con la selección de casos de estudio. Al respecto, ante los sucesos limitantes que la actual pandemia producida por el Covid-19 viene generado para las organizaciones y la humanidad (ej., mayores riesgos a nivel de salud, restricciones de movilidad, cambios en las formas de trabajo y menores vacantes para nuevos empleos), fue necesario reducir los trabajos de campo presenciales y centrar la atención en datos desde fuentes secundarias o alternativas primarias online. Esto hizo inviable obtener una experiencia completa-primaria con una



organización, desde la generación del dato de SP hasta su abordaje secuencial a lo largo de los procesos de la M-D/T-E-M. No obstante, fue posible enriquecer el conjunto de datos de trabajo que inicialmente se tenía previsto, el cual provendría básicamente de fuentes primarias a nivel nacional. Así, luego de una revisión de literatura sobre fuentes alternas disponibles, acompañada de gestión de interacciones virtuales con varios grupos de interés, se identificaron y recopilaron los datos por emplear para la validación empírica de la M-D/T-E-M, procurando considerar una amplia diversidad de dominios organizativos/individuales, formales/causales, online/offline, estratégicos/operacionales, la mayoría de ellos internacionales.

Primero, la validación empírica se efectuó con detalle para el descubrimiento/confirmación de patrones alusivos a constructos psicológicos/administrativos (sub-marco1), abordando allí una gran parte de los datos recopilados. Segundo, se procedió a ilustrar algunas de las aplicaciones potenciales del sub-marco 2, lo cual ameritó contextualizar e interpretar los patrones que descubre y confirma el sub-marco 1, dentro de los componentes esenciales del proceso racional de toma de decisiones multicriterio (objetivo, alternativas, criterios...), bajo propósitos de análisis de diferencias individuales. Por ejemplo, uno de los casos aquí interpretados dentro de tal análisis, aprovechando datos secundarios disponibles, consideró discursos documentados de los últimos cuatro expresidentes de Estados Unidos.

Posterior a esto, se consolidó la evidencia necesaria para brindar una idea general sobre las propiedades de interés, como son, en el sub-marco 1, la fiabilidad, la validez (contenido, bondad de ajuste, convergente...), la equidad, la eficiencia y la reproducibilidad. En cuanto al sub-marco 2, se buscó describir cómo, mediante la M-D/T-E-M, las decisiones implicadas en el análisis de diferencias individuales pueden gozar de menor subjetividad y mayor justificación y transparencia. Esto último, gracias a la calidad de los insumos que el sub-marco 1 provee al sub-marco2, así como a las potencialidades de la M-D/T para desplegar tareas de forma automática o semiautomática, con apoyo de recursos computacionales desde el paradigma de la investigación reproducible. Después de ello, se interpretaron y documentaron los hallazgos al respecto, en consonancia con lo estipulado en el segundo y tercer objetivos específicos de la tesis.

### **4.3. Etapa de consolidación y discusión global**

Ante las limitaciones individuales y colectivas ya mencionadas a raíz de la pandemia actual (por Covid-19), el presente estudio, en lugar de usar un caso local en el que una organización atravesara secuencialmente todos los procesos de la M-D/T-E-M, adoptó las siguientes estrategias:

(i) Se consolidaron y sintetizaron los elementos distintivos de la M-D/T-E-M, en comparación con trabajos relevantes internacionales en el campo del análisis de constructos psicológicos/administrativos basados en textos.

(ii) Se interpretaron integralmente los diferentes hallazgos arrojados por la M-D/T-E-M, al momento de aplicar los sub-marcos en la diversidad de datos de trabajo previamente recopilados (ej., organizativos/individuales, formales/causales, online/offline, ...).

(iii) A partir de lo obtenido con las dos primeras estrategias, se discutió sobre la capacidad de la M-D/T-E-M para contribuir al avance de la investigación en SP y áreas afines al estudio de constructos psicológicos/administrativos (sobre todo bajo datos de textos).

(iv) Con base en lo arrojado por las tres primeras estrategias, se discutió sobre la capacidad de la M-D/T-E-M para proveer soluciones que asistan la toma de decisiones de SP, aprovechando capacidades/recursos actuales de SP en los entornos organizativos.

Así, se dio cumplimiento al cuarto y último objetivo específico del estudio.

## 5. Construcción del cuerpo de conocimientos teórico-metodológicos que configuran la M-D/T-E-M

Esta sección es la que desarrolla formalmente el marco de M-D/T-E-M, como producto original-integral principal de esta tesis doctoral. Para poder llegar a ello ha sido necesario afrontar algunos retos investigativos particulares, dando lugar a subproductos derivados del desarrollo de la M-D/T-E-M, principalmente en cuanto al tratamiento de datos de textos.

A la fecha se dispone de siete subproductos particulares, sistematizados en formato de artículo de investigación. Tres de ellos están publicados, uno más se encuentra aprobado, otro está en la segunda ronda de revisión y los dos restantes están en la primera ronda de revisión. Tales subproductos, son <sup>1</sup>:

- Pérez-Rave, J., Jaramillo-Álvarez, G., & González-Echavarría, F. (2019). *A psychometric data science approach to study latent variables: a case of class quality and student satisfaction*. [Manuscript approved for publication]. Nota: postulado el 18-May-2019. **Aprobado** el 07-Sep-2021 en *Total Quality Management & Business Excellence*. Revista Q1 (SJR 2020).
- Pérez Rave, J., Fernández Guerrero, R., & Correa Morales, J. (2020). *Critical thinking and continuous improvement: a scientific text mining approach*. *Total Quality Management & Business Excellence*, 1-27. <https://doi.org/10.1080/14783363.2020.1787824> Revista Q1 (SJR 2020).
- Pérez-Rave, J., Jaramillo-Álvarez, G., & Correa-Morales, J. (2020). *Desafíos y oportunidades de la minería de datos/texto en la selección de personal*. *Revista Espacios*, 41(22), art. 23. <http://www.revistaespacios.com/a20v41n22/a20v41n22p23.pdf>, (Revista de divulgación).
- Pérez-Rave, J., Zapata-Jaramillo, C., & Jaramillo-Álvarez, G. (2020). *Mental health in organizations from a text analytics approach: Taxonomic model, trends, and impact of Covid-19*. [Manuscript submitted for publication]. Nota: postulado el 05-dic-2020 (Reino Unido). Fue ajustado según sugerencias arrojadas por la primera ronda e ingresó a segunda ronda de revisión el 19-Mar-2021. Revista Q1 (SJR 2020).

---

<sup>1</sup> Estos estudios particulares se irán citando a lo largo de los demás apartados de la presente tesis, atendiendo las posibilidades que ofrecen normas como APA (2020): "Author, A. (year). Title of manuscript [Manuscript submitted for publication]. University Department, University Name."

- Pérez-Rave, J., Zapata-Jaramillo, C., & Jaramillo-Álvarez, G. (2021). *Understanding critical thinking in business from an integrative text-driven approach*. [Manuscript submitted for publication]. Nota: postulado el 05-Feb-2021 (Reino Unido). Actualmente en primera ronda de revisión. *Revista Q3 (SJR 2020)*.
- Pérez-Rave, J., Jaramillo-Álvarez, G., & Correa-Morales, J. (2021a). *Multi-criteria decision-making leveraged by text analytics and interviews with strategists*. *Journal of Marketing Analytics*, 1-20, <https://link.springer.com/article/10.1057/s41270-021-00125-8>. *Revista Q2 (SJR 2020)*.
- Pérez-Rave, J., Jaramillo-Álvarez, G., & Correa-Morales, G. (2021b). *Psycho-Managerial Text Mining (PMTM) for studying psychological/managerial constructs from a theory/text-driven approach*. [Manuscript submitted for publication]. Nota: postulado el 23-Abr-2021 (Reino Unido). Actualmente en primera ronda de revisión. *Revista Q1 (SJR 2020)*.

## **5.1 Fundamentos teórico-metodológicos de la M-D/T-E-M**

Esta tesis propone y desarrolla un enfoque de SP basado en la integración de tres áreas de estudio (M-D/T), SEM y ADM, el cual deriva en el marco de M-D/T-E-M. Esta sección expone el conjunto articulado de preconcepciones, interpretaciones, conceptos, procesos, métodos, etapas, tareas y demás elementos que configuran el cuerpo de base teórica-metodológica que define, conforma, delimita, sistematiza y hace accesible la M-D/T-E-M.

### **5.1.1 Rol de la M-D/T-E-M en el contexto de la SP**

Para comenzar a esbozar el rol de la M-D/T-E-M en la SP, vale la pena señalar que la SP puede interpretarse desde tres ópticas: acto de elegir (Cronbach, 1968; Beier & Ackerman, 2012), conjunto de técnicas (Álvarez-Sánchez, 2016; Chiavenato, 2007) o proceso (Gibney & Shang, 2007; Salgado, 2017). Sobre la base de esta última perspectiva, la SP corresponde al proceso de elegir, entre un conjunto finito de candidatos a un determinado cargo, aquel que presenta las cualificaciones requeridas por la organización para que el trabajo sea llevado a cabo de forma responsable, eficaz, eficiente (Chavira et al., 2017; Koutra et al., 2017; Shehu & Saeed, 2016; Strohmeier & Piazza, 2013). Para ello, la SP se apoya en un conjunto de técnicas que ayudan a elegir aquel candidato que mejor se alinee a los requerimientos presentes y futuros proyectables para un puesto de trabajo y la organización oferente (Alonso, Moscoso, & Cuadrado, 2015; Chiavenato, 2007; Koutra et al., 2017).

Nótese que esta definición de SP es gobernada por la perspectiva de proceso, pero también incorpora los medios para ello (técnicas) y la finalidad (elegir). Por tanto, la SP puede verse como un sistema embebido en otro sistema de mayor magnitud y complejidad (organización), por lo que su existencia se justifica en una necesidad organizativa mayor: armonizar el desarrollo humano y el desarrollo económico, en consonancia con las necesidades de la sociedad (Zayas, 2010).

Partiendo de esta concepción integral de la SP, la M-D/T-E-M se asume como enfoque de gestión analítica cuyo rol académico es dotar a la SP de un conjunto de técnicas especializadas bajo la columna vertebral de la M-D/T, las cuales integran armoniosa y sistemáticamente recursos de SEM y ADM. Todo ello, con el fin de asistir la función analítica de la SP (análisis de diferencias individuales), bajo alcances exploratorios (inductivo, data-driven approach) y confirmatorios (deductivo, theory-driven approach) en el ámbito de la relación individuo-trabajo (Chiavenato, 2007; Murphy, 2012; Zayas, 2010). A su vez, el rol pragmático de la M-D/T-E-M puede entenderse como potenciar lingüística, estadística y computacionalmente el aprovechamiento de los datos disponibles de SP, para contribuir al ajuste entre las exigencias de un cargo y las características del individuo que lo ejecutará (Chiavenato, 2007; Moheno & Calzada, 2008; Zayas, 2010).

### **5.1.2 M-D/T-E-M desde lo ontológico**

La interpretación ontológica de la M-D/T-E-M apunta a reflexionar sobre cómo se preconice el significado de tal objeto de estudio (Vattimo, 1992; González, 2003). Con base en Bryman & Bell (2011), dicha preconcepción obedece a definir la naturaleza de la M-D/T-E-M, en función de si esta puede y debe considerarse objetiva, con una realidad externa o, por el contrario, subjetiva, producto de construcciones formadas desde la percepción y acciones sociales.

Bajo estas consideraciones, la M-D/T-E-M, en su connotación de conjunto integrado de técnicas especializadas, se asume desde una mirada objetivista en la cual las rutinas y forma de despliegue existen independientemente de los actores sociales implicados en la SP. En decir, el significado y la existencia de los procesos que conformen la M-D/T-E-M y sus procedimientos, métodos de despliegue, algoritmos y criterios de éxito, entre otros aspectos operacionales, no cobran vida ni se definen según los actores sociales en el marco de la interacción individuo – trabajo.

Esto lleva a asumir que el cuerpo de conocimientos que configuran la M-D/T-E-M en su dimensión de conjunto de técnicas especializadas está supeditado a cierto orden en el universo, el cual puede ser descubierto y mapeado, independientemente de los puntos de vista de los actores sociales (Hjørland, 2005). Esto asume a la M-D/T-E-M bajo una racionalidad científica

representada en recursos neutros aislados de sesgos sociales, culturales e históricos (Torregrosa, 1985) a la hora de buscar explicar las decisiones de SP.

Por el contrario, al considerar los datos de SP, los cuales son preparados y abordados exploratoria y confirmatoriamente en la M-D/T-E-M bajo la óptica de constructos psicológicos/administrativos, toma fuerza la premisa de que el significado y las manifestaciones empíricas de tales datos obedecen a una mirada construccionista. Esto justifica la práctica de indagar, por ejemplo en el caso de datos estructurados, sobre las percepciones del individuo respecto a determinadas manifestaciones de un constructo psicológico/administrativo. Asimismo, en cuanto a datos de textos, justifica la incorporación de técnicas de MT que asumen que la verdad, sus interpretaciones y significados pueden descubrirse a partir de la palabra escrita.

Por ejemplo, Kazemzadeh et al. (2016, p. 5) señala: “la capacidad de hablar sobre una emoción sin que esté físicamente presente es un componente clave de la descripción de la emoción en el lenguaje natural”. De acuerdo con Moulin (1992), un escritor/orador elige información relevante del mundo que lo rodea, luego construye un mapa conceptual (conceptos y relaciones) y lo expresa a través de un discurso oral o escrito (nivel lingüístico) para describir creencias, sentimientos, sensaciones, conocimientos, comportamientos, actitudes, etc. Estas expresiones son altamente subjetivas (Zhou y Zhang, 2003) y, como ocurre con las respuestas a un cuestionario, el lenguaje natural es impulsado por percepciones y una diversidad de expresiones sobre manifestaciones fenomenológicas o conductuales específicas de los constructos psicológicos/administrativos.

Ahora bien, si los insumos esenciales (datos) de la M-D/T-E-M son gobernados por una preconcepción construccionista de la realidad y sus significados, pero, por el contrario, el conjunto de técnicas (ej., procesamiento, descubrimiento, confirmación y toma de decisiones) de la M-D/T-E-M existen independientemente de la construcción social, ¿qué preconcepción se le asume entonces a los hallazgos (información/conocimiento) derivados de la M-D/T-E-M?

Se trata de un enfoque de naturaleza mixta (objetivista-constructivista); es decir, la M-D/T-E-M se asume como un conjunto de mecanismos especializados en actos de explorar, confirmar y evaluar con respecto una o más características de la relación individuo-trabajo, a partir de insumos (datos) construidos y revelados desde de los actores sociales. Por consiguiente, la M-D/T-E-M es un conjunto de técnicas especializadas cuyo despliegue es sistemático, trazable y semiautomático (intensivo en operaciones de “máquina), los cuales reducen sesgos humanos y aumentan la eficiencia durante la ejecución procedimental. Sin embargo, la M-D/T-E-M también reconoce, se beneficia y no busca reemplazar la cognición, percepción e interpretaciones humanas, como generadoras y consumidoras del dato/información y legitimadoras de su valor práctico.

### 5.1.3 M-D/T-E-M desde lo epistemológico

Considerando a Bryman & Bell (2011), esta subsección se centra en reflexionar sobre ¿qué debería ser asumido como conocimiento aceptable en la M-D/T-E-M?

Las respuestas a esta cuestión no deben darse de forma aislada a lo ya tratado en la mirada ontológica de la M-D/T-E-M, dado que según como se asuma la realidad, tenderá a ser la forma de llevar a cabo la indagación y la producción de conocimiento al respecto (paradigma de investigación; Bryman & Bell, 2011; Maykuy & Morehouse, 1999).

Así, la M-D/T-E-M en su naturaleza mixta, soporta su significado, por un lado, en el objetivismo, en referencia a su connotación de técnicas especializadas y, por otro lado, en el construccionismo, en cuanto a su concepción de datos generados, preparados, explorados, confirmados y utilizados.

Por consiguiente, a partir de Bryman & Bell (2011), la preconcepción bajo el objetivismo lleva a asumir el paradigma de investigación positivista. Por ende, el conocimiento alusivo a la configuración y uso de la M-D/T-E-M será aceptado en la medida en que este pueda ser (i) confirmado por los sentidos, (ii) se soporte en teorías existentes y sea contrastado empíricamente, y (iii) su generación, exploración, confirmación y uso sean conducidos de manera libre de juicios/valor. De ahí el valor de propiedades como la fiabilidad, la validez y la reproducibilidad.

Por otro lado, la preconcepción construccionista posibilita adoptar el paradigma interpretativista en cuanto a lo que es conocimiento aceptado de/en la M-D/T-E-M. Así, se reconoce que: (i) existen diferencias en el ser humano respecto a lo que se asume como “orden social”; (ii) los patrones surgen de la interpretación de los significados de creencias, emociones, comportamientos, sensaciones, pensamientos y demás, “reflejados” en los datos; y (iii) el significado de los datos abordados y los patrones descubiertos/confirmados no están aislados de las subjetividades e interacciones humanas. De ahí la utilidad de métodos como la entrevista, el juicio de expertos, los cuestionarios de autoinforme, entre otros recursos, para complementar las rutinas de descubrimiento de patrones y la concepción de “correcto” e “incorrecto” en cuanto a la validación de ellos se refiere (ej., la validación de contenido es altamente intensiva en operaciones humanas).

En sí, la M-D/T-E-M reconoce el valor de los criterios estadísticos y computacionales objetivos, aislados de interpretaciones y significados del usuario/analista/investigador para decidir sobre la verdad del conocimiento generado. Pero, además, en menor medida, recurre a criterios de aceptación interpretativista al reconocer la naturaleza “blanda” de los insumos que emplea (datos), así como al darle sentido a los patrones descubiertos, principalmente en casos de constructos psicológicos/administrativos con soporte teórico escaso.

#### **5.1.4 M-D/T-E-M desde lo axiológico**

Partiendo de Piotrowski (2009), esta subsección discute sobre ¿cómo se asocian lo hasta ahora concebido para la M-D/T-E-M y valores/principios esenciales en el dominio de la SP?

Al respecto, la M-D/T-E-M adopta la posición de Zayas (2010), en cuanto a que el problema ético no está en “seleccionar,” sino en cómo se realiza la selección (ej., proceso y proceder del humano). De ahí que, con base en Hart (1971), surge la necesidad de identificar los valores/principios fundamentales que definen lo “bueno” y lo “malo” en la investigación y la práctica de la M-D/T-E-M en el contexto de la SP.

Por lo tanto, siguiendo a Lozano (2011), todo recurso que busque asistir la SP debe ser consistente con valores como: honestidad (objetividad, imparcialidad, consistencia), profesionalismo (personal idóneo), rectificación oportuna (ante errores o fallos) y discreción/reserva (ej., no perjuicio anímico/moral, protección de la intimidad).

Asimismo, tampoco debe ir en contra de principios fundamentales en tal contexto, que según Zayas (2010) se dividen en generales y específicos. Entre los generales, se encuentran: carácter científico, enfoque sistémico, carácter dirigido y carácter ético. Entre los específicos, están: desarrollo individuo-trabajo, valoración holística del individuo, integración metodológica, triangulación y justificación legal.

Nótese que varios de estos valores/principios han sido tratados en apartados anteriores, en lo que respecta al carácter científico, dirigido y enfoque de sistema/proceso, así como la integración metodológica, la complementación de evidencia exploratoria y confirmatoria, y la concepción de verdad desde lo positivista y lo interpretativista, con miras a obtener un retrato holístico del individuo, en el marco del análisis de diferencias individuales.

Ahora bien, para favorecer el carácter ético, la M-D/T-E-M reduce operaciones humanas que pueden impregnar sesgos evitables dentro del proceso de SP, y propicia la trazabilidad del despliegue de rutinas de preparación, descubrimiento, confirmación y evaluación/decisión. Ello posibilita el escrutinio por parte de terceros y la transparencia del proceso de SP. Además, entre otras propiedades, toma en cuenta la “equidad” (esencial ante el dilema validez-diversidad) a la hora de concluir sobre la calidad de los patrones descubiertos. Ello le facilita reportar y corregir cualquier posible variación en los datos, alusiva a factores personales, como género y edad. Esta estrategia es consistente con el concepto de “diversidad”, entendido como reconocer, comprender, aceptar, valorar y celebrar las diferencias entre las personas con respecto a la edad, clase, etnia, género, capacidad física y mental, raza, orientación sexual, práctica espiritual y estado de asistencia pública (Esty, Griffin, & Schorr-Hirsh, 1995).



Sin embargo, aún con dicha estrategia y con las preconcepciones de la M-D/T-E-M, ella no está 100% libre de sesgos o manipulaciones humanas insanas durante sus usos. Por ejemplo, no está en el alcance actual de la M-D/T-E-M controlar:

- (i) La honestidad bajo la cual el analista/investigador recopila el dato de entrada para la preparación, el procesamiento y las demás tareas involucradas.
- (ii) La honestidad con la que los candidatos respondieron a las pruebas (ej., cuestionario, ensayo) que originaron los datos disponibles.
- (iii) Las emociones/sensaciones/interpretaciones que la actitud/comportamiento del aplicante de pruebas de SP generó en los candidatos.
- (iv) La transparencia con que el analista/investigador lleva a cabo las tareas implicadas en la M-D/T-E-M (ej., riesgos de omisión o manipulación indebida de datos, información, métodos, reportes).
- (v) La idoneidad del analista/investigador que ejecute la M-D/T-E-M, el cual debe haber asimilado los conocimientos teóricos de base, así como entrenarse o auto-entrenarse en los aspectos metodológicos que le competan.
- (vi) Las decisiones prácticas que el usuario tome en la SP (o áreas afines) y sus implicaciones; estas se encuentran fuera del alcance de la M-D/T-E-M. Ella ofrece un cuerpo de conocimientos teórico-metodológicos que asisten la toma de decisiones de SP. No obstante, es el humano quien toma las decisiones finales, considerando como uno de muchos otros insumos, los hallazgos derivados del uso que él mismo haya dado a la M-D/T-E-M.

Nótese que la concepción de la M-D/T-E-M es consistente con varios de los principios/valores fundamentales de la SP, algunos de los cuales también coinciden con principios de la investigación científica. Sin embargo, en un eventual futuro en el que se desee trascender el actual alcance de la M-D/T-E-M (marco teórico-metodológico), para desarrollar un posible subproducto tecnológico escalable de forma masiva, sería necesario controlar lo mayor posible los riesgos expuestos, los cuales son menores a los existentes en los actuales procesos de SP.

Tales riesgos se refuerzan al considerar reportes de que la interpretación de los hallazgos derivados de la M-D/T suele carecer de neutralidad (Abbe et al., 2016) y que la mayoría de las aplicaciones no está conectada con los intereses y contextos reales de los usuarios (Strohmeier & Piazza, 2013). Adicionalmente, los objetivos de rendimiento y diversidad no siempre convergen en la práctica actual de SP, lo que dificulta emplear instrumentos válidos, al tiempo que se logren niveles aceptables de diversidad (Soete, Lievens, & Druart, 2013). De igual manera, se reporta una amplia brecha entre la teoría y la práctica de la SP (Alonso, Moscoso, & Cuadrado, 2015).

La M-D/T-E-M, entonces, se constituye en un marco útil para guiar científicamente la preparación de datos, el descubrimiento/confirmación de patrones y asistir la toma de decisiones, bajo gran parte de los valores/principios esenciales de SP.

### **5.1.5 M-D/T-E-M desde lo praxeológico**

Siguiendo a Vargas (2010), este apartado discute la acción humana con respecto a la M-D/T-E-M, sobre la base de principios y procedimientos generales para una acción eficaz y pertinente que redunde en el mejoramiento de la condición humana.

Esto lleva a alertar sobre la escasa racionalidad de la práctica de la SP, como subsistema embebido en subsistemas, sistemas y macrosistemas de mayor alcance y complejidad. Por consiguiente, hoy día suele desconocerse que la SP es un factor de competitividad organizativa (Chavira et al., 2017; Koutra et al., 2017; Zayas, 2010).

De acuerdo con Zayas (2010), la SP tradicionalmente es tomada como una actividad meramente técnica, repetitiva e instrumentalista, desconociéndose el carácter científico que la define y soporta. Esta suele asumirse como una valoración fragmentada y estática del individuo, con limitada integración metodológica, con interpretación exclusiva al mero uso de técnicas (ej., aplicar pruebas) y con serios problemas éticos en la selección (Zayas, 2010).

Considerando a Vargas (2010), la M-D/T-E-M puede asumirse como un vehículo de construcción de saberes para la investigación y la práctica de la SP, la cual favorece el descubrimiento y la validación de modelos de acción (transferibles y usados por otros). En otras palabras, la ejecución de la M-D/T-E-M es una oportunidad para estimular la racionalidad de la SP, considerando presuposiciones (basadas en teoría y/o datos) que luego son confirmadas en la práctica, favoreciendo así la generación de conocimiento sobre la relación individuo-trabajo.

De ahí, entonces, que el reconocimiento de los datos disponibles de SP posibilita comprender la naturaleza que los gobierna y, por ende, el valor que ellos representan para la función analítica de la SP, a medida que van sistematizándose hasta concebirse como variables de trabajo.

El descubrimiento de patrones representa el estímulo de la curiosidad y la duda razonable a la hora de intentar identificar, sobre la base de los datos, manifestaciones empíricas de factores ocultos a los sentidos humanos.

Asimismo, la racionalidad de confirmar en la práctica tales patrones obedece a la necesidad de avalar, y por ende recomendar, el uso/desuso futuro de determinados recursos/comportamientos asumidos como “correctos” o “incorrectos” en determinados contextos.

A su vez, la racionalidad del uso de tales patrones se soporta en la necesidad del “mejor” ajuste entre las exigencias de un determinado cargo y las características de los candidatos (Moheno, & Calzada, 2008; Chiavenato, 2007; Zayas, 2010).

Bajo la óptica expuesta y a partir de Zayas (2010), la práctica de la M-D/T-E-M se constituye en medio integrativo que va allá de lo instrumental. Se trata de un recurso clave para una mejor armonización entre el desarrollo humano y el desarrollo económico (Zayas, 2010), en correspondencia con las necesidades de las sociedades a las que se deben las organizaciones/analistas/investigadores en áreas de SP o áreas afines.

### **5.1.6 M-D/T-E-M desde lo metodológico**

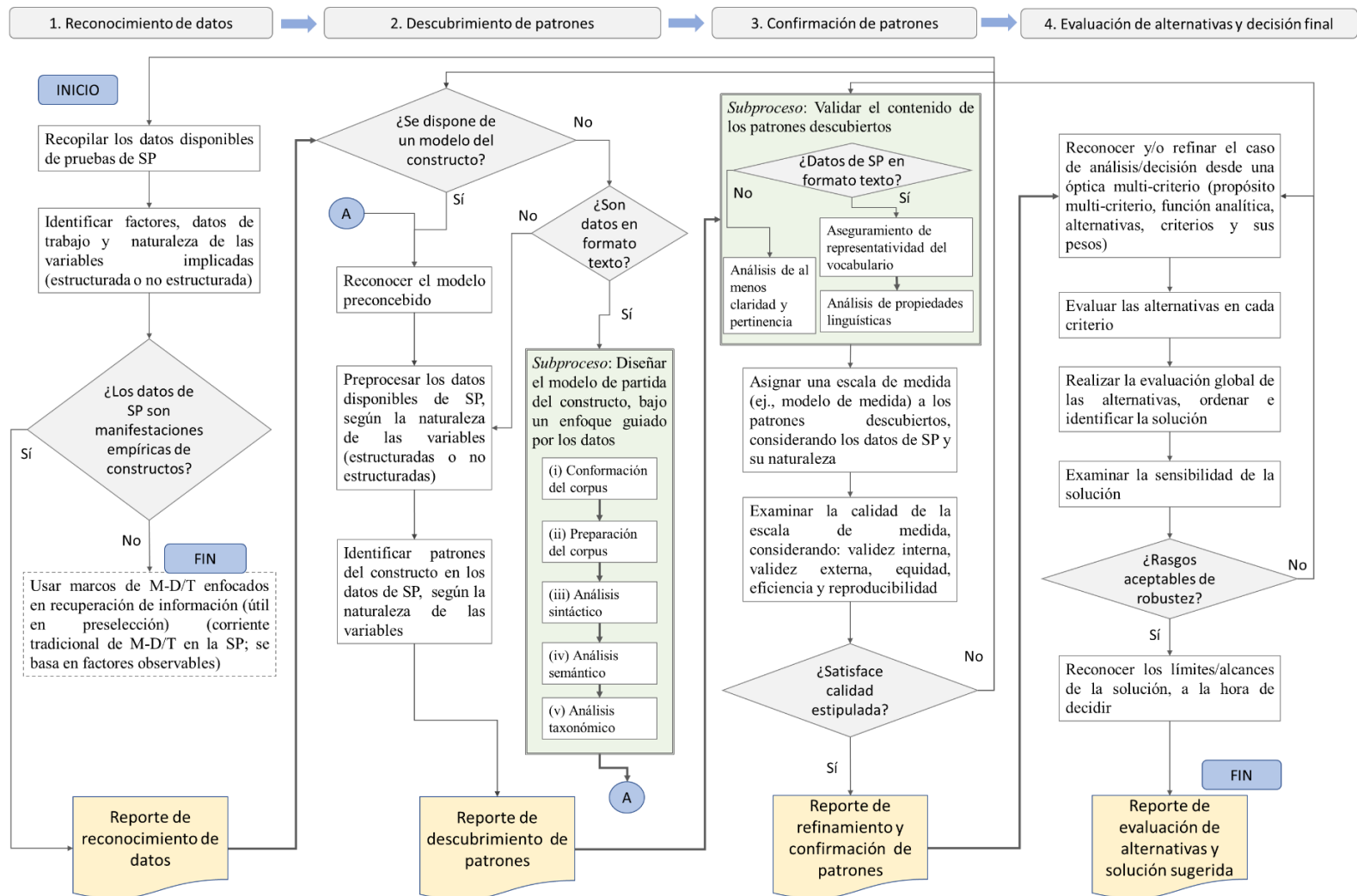
En consonancia con Bryman & Bell (2011) y Zorrilla & Torres (1992), esta sección expone la forma de organizar, ejecutar y controlar el proceso de investigación bajo la M-D/T-E-M en el contexto de la SP.

La Figura 4 describe la integración de la M-D/T con SEM y ADM, bajo una estructura de procesos que consta de 1. Reconocimiento de datos, 2. Descubrimiento de patrones, 3. Confirmación de patrones, 4. Evaluación de alternativas y decisión final. Aunque es necesario recorrer los cuatro procesos de manera secuencial para asistir de forma completa la SP bajo la M-D/T-E-M, cada uno de ellos proporciona “soluciones tempranas”. Es decir, cada proceso en mención también puede desplegarse de forma independiente, según la necesidad del usuario de la M-D/T-E-M. Ello posibilita contribuir a satisfacer otras necesidades pragmáticas, propias de áreas afines a constructos psicológicos/administrativos.

Por ejemplo, si un departamento de recursos humanos suministra datos de SP a un departamento de analítica, el primer proceso de la M-D/T-E-M (reconocimiento de datos) invita a familiarizarse con los datos, identificando las corrientes asociadas, los factores representados, los datos de trabajo y la naturaleza de las variables implicadas.

Ahora bien, si un investigador/analista posee una base de datos sobre determinados factores individuales o colectivos en el contexto del análisis de diferencias individuales, el segundo proceso de la M-D/T-E-M le guiará en la identificación de patrones potencialmente útiles, latentes en tales datos. Este apoyo variará según si se dispone de un modelo teórico de soporte (ej., MLQ para liderazgo transformacional, Avolio & Bass, 1991, 1999) o si se trata de un constructo apenas en desarrollo (ej., pensamiento crítico en las organizaciones). Asimismo, los métodos de M-D/T variarán dependiendo de la naturaleza de las variables implicadas (ej., estructuradas o no estructuradas-en este caso, textos-).

Adicionalmente, la necesidad del investigador/analista puede centrarse en confirmar determinados patrones exploratorios, alusivos a un modelo preconcebido (desde la teoría o los datos), por lo que el tercer proceso de la M-D/T-E-M le guiará secuencialmente en una confirmación integral de tales patrones, considerando cinco propiedades: validez de contenido, fiabilidad, validez interna (ej., plausibilidad de la estructura interna), validez externa (ej., convergencia/diferenciación/predictibilidad generalizables) y equidad. Por el contrario, un dirigente de recursos humanos puede haber recibido los reportes de aplicación de diferentes pruebas de SP para un conjunto finito de candidatos a una vacante. Entonces, este dirigente podrá apoyarse en el último proceso de la M-D/T-E-M, de modo que la decisión de selección que emprenda sea mejor justificada bajo principios de reproducibilidad, transparencia y robustez.



**Figura 4.** Diagrama de flujo enriquecido de los procesos de la M-D/T-E-M.

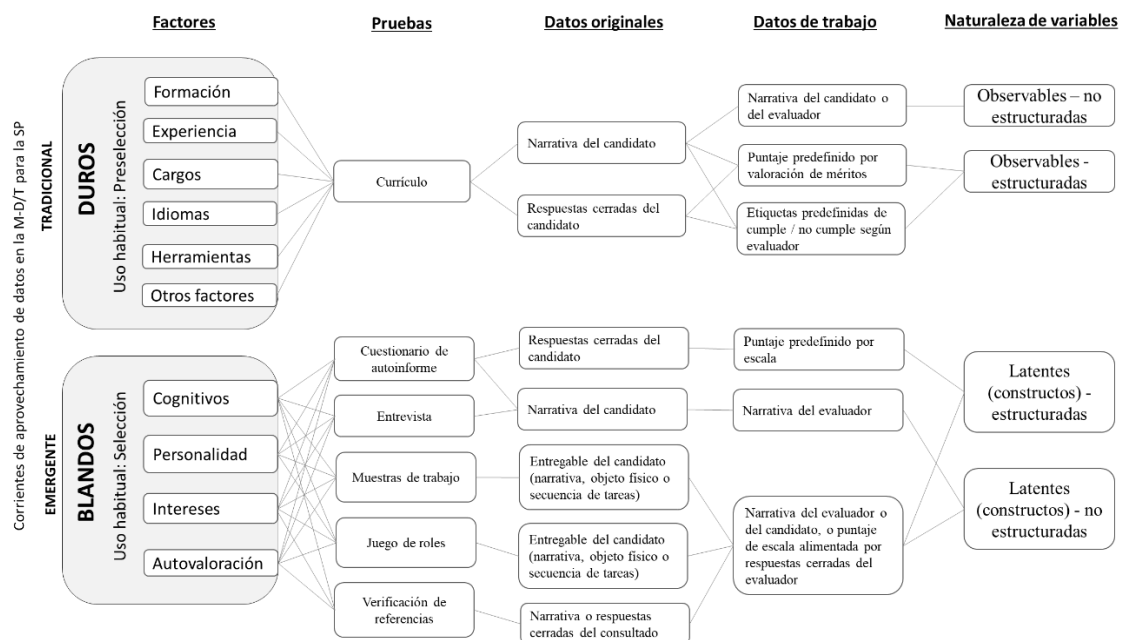
Fuente: elaboración propia.

Nótese, en la Figura 4, que la M-D/T-E-M es útil incluso para otros ámbitos diferentes a la SP, en la medida en que estos tengan necesidades de reconocimiento de datos, descubrimiento de patrones, confirmación de patrones desde una óptica psicométrica-computacional, y/o desarrollo justificable, transparente y robusto de la toma de decisiones. De hecho, cada proceso presenta retos teóricos y/o metodológicos específicos, algunos de los cuales son tratados con detalle en los subproductos listados al inicio de la sección 5, como parte de la introducción al cuerpo de conocimientos que configura la M-D/T-E-M.

De igual forma, la M-D/T-E-M, como un todo, representa un conjunto de capacidades analíticas que operan en armonía hacia metas tempranas y, a partir de estas, hacia un objetivo global que satisfacer (asistir el proceso de SP desde el reconocimiento de los datos disponibles hasta la decisión final). Para ello, adopta un enfoque integrativo de procesos, considerando recursos de tres áreas de estudio, siendo la M-D/T su columna vertebral y los SEM y el ADM sus áreas de apoyo. En las cuatro subsecciones que vienen a continuación, se exponen los aspectos metodológicos de los cuatro procesos de la M-D/T-E-M.

## Proceso 1: Reconocimiento de datos

En la Figura 5 se resumen dos corrientes de datos en el contexto de la M-D/T para la SP, identificadas a raíz de la revisión, interpretación y síntesis de la literatura consultada.



**Figura 5.** Corrientes identificadas para el abordaje de datos por medio de M-D/T en la SP.

*Fuente: Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2020), con leve adaptación gráfica*

Una de las corrientes de datos (parte superior) es denominada “tradicional” y la otra “emergente”.

Respecto a la corriente tradicional, esta se basa en datos del currículum del candidato y asume un enfoque de pensamiento “duro” (ej., “lógica, razón, precisión, consistencia...”, Vidal, 2013, p. 238), aquí caracterizado por el interés en el estudio de variables observables. Estas obedecen al interés por el monitoreo de factores “duros”, como la formación del candidato, la experiencia laboral, el dominio de idiomas o el uso de herramientas tecnológicas. En el área de la M-D/T esta corriente ha sido abordada principalmente bajo métodos de recuperación de información (*information recovery*, en inglés), a través de los cuales el investigador/analista indica una determinada expresión de búsqueda (ej., experiencia > 5 años), consistente con algún requerimiento del cargo vacante, y la solución de M-D/T le provee los candidatos que satisfacen tal regla. Dichos usos pueden verse en la mayoría de los estudios a la fecha sobre M-D/T en la SP (Han & Lee, 2016; Harris, 2017; Jayaraj & Mahalakshmi, 2015).

Con relación a la corriente emergente (parte inferior de la Figura 5), esta asume una comprensión de los datos de SP a partir del pensamiento “blando” (“metáforas, sueños, humor, ambigüedad, aproximación, heurísticas, placer”, Vidal, 2013, p. 238). Por consiguiente, se interesa por el estudio de factores “blandos”, a través de la riqueza de pruebas que ofrece la SP, las cuales no solo arrojan datos estructurados (ej., de cuestionarios) sino también no estructurados (ej. textos). De ahí que el tipo de datos implicado en esta corriente abre un abanico de posibilidades para el estudio de constructos, tales como habilidades cognitivas, personalidad, intereses y autovaloraciones del candidato.

Nótese que la caracterización expuesta en la Figura 5 posibilita que el investigador/analista sea consciente de la corriente de estudio y sus implicaciones, y de la tipología de factores (“duros” y “blandos”) viable de ser estudiada con base en datos disponibles de SP, arrojados por la multiplicidad de pruebas en tal dominio. De igual manera, reconoce el valor del candidato y de su observador (ej., entrevistador) como potenciales fuentes de información.

Asimismo, en la Figura 5 puede verse que el reconocimiento mencionado también implica ser conscientes de cómo estos datos, en su formato original tal cual se producen en el entorno natural, pueden irse formalizando a medida que son sistematizados digital o físicamente hasta convertirse en variables observables o latentes de naturaleza “estructurada” y “no estructurada”. Dentro de la categoría “no estructurada”, esta tesis se delimita a datos de textos, bien sea provenientes de comunicación verbal (ej., convertida en transcripciones) o escrita. Otros formatos de datos no estructurados, como imágenes, representan de por sí otra línea de estudio, por lo que están fuera del alcance de este trabajo. No obstante, los cuatro procesos que conforman la M-D/T-E-M también pueden ser aplicados a este tipo de datos, pero implicando variaciones/adaptaciones, principalmente en la preparación/preprocesamiento de imágenes o videos (ej., reconocimiento de imágenes o detección/monitoreo de objetos; ej., véase Joshi, 2017).

La M-D/T-E-M reconoce el valor de los métodos de recuperación de información, aplicados a datos de la hoja de vida del candidato para abordar variables allí observables. Sin embargo, estas no son su foco de estudio. Ello se debe a que este tipo de variables son útiles en la etapa de preselección de candidatos, para lo cual hoy día existen variedad de soluciones tecnológicas basadas en recuperación de información, así como un sinnúmero de páginas web de bolsas de empleo. Todo ello facilita conformar listas de candidatos potenciales, a partir de diversos campos de búsqueda.

Por el contrario, la M-D/T-E-M se centra en asistir el proceso de selección una vez se cuenta con una lista de uno o más candidatos para un determinado cargo vacante, de modo que se ejecute y soporte el proceso de análisis de diferencias individuales hasta llegar a la decisión final. Por lo mismo, la M-D/T-E-M se enmarca en la corriente emergente (“blanda”) en cuanto a los datos de SP y su caracterización, y busca aprovecharla para nutrir computacional, estadística y lingüísticamente el procesamiento, análisis y visualización de hallazgos sobre constructos psicológicos/administrativos.

## **Proceso 2: Descubrimiento de patrones**

El descubrimiento de patrones, según Hua (2016), hace referencia a identificar hallazgos latentes no triviales y potencialmente útiles a partir de los datos. En el presente contexto, dichos patrones corresponden a la identificación de evidencia empírica en favor de la existencia de modelos (ej., conceptuales, taxonómicos) que representen exploratoriamente un determinado constructo psicológico/administrativo, útil para futuros análisis de diferencias individuales.

Por consiguiente, la identificación de tal evidencia empírica estará supeditada, por un lado, al significado, la dimensionalidad y la estructura interna del modelo en estudio y, por el otro, a la naturaleza de las variables que lo materializan. Así, en la M-D/T-E-M puede hablarse de dos enfoques de descubrimiento de patrones. En uno de ellos se asume que el investigador/analista cuenta con una teoría sólida que defina tales aspectos del constructo en estudio (Pandey & Pandey, 2017; Ponizovskiy et al., 2020; Short et al., 2010), por lo que el descubrimiento de patrones estará guiado por la teoría (theory-driven approach). En el otro, tal descubrimiento es inductivo, guiado por los datos (data-driven approach), con el fin de tener una idea preliminar de los aspectos en mención. En los apartados subsecuentes se describen las etapas implicadas en el presente proceso (ya listadas en la Figura 4, en formato de diagrama de flujo).

- **Reconocer el modelo preconcebido**

A este punto de la M-D/T-E-M, una vez reconocidos los datos disponibles de SP (véase el proceso 1, Figura 4), se sabe que estos son un reflejo la intención premeditada de estudiar uno o



más constructos psicológicos/administrativos en los participantes, lo cual bien pudo haberse hecho por medio de cuestionarios de autoinforme o a través de pruebas interpretativas que arrojan datos de textos (ej., ensayos, propuestas de gobierno, cartas de motivación, transcripciones de entrevistas).

La presente etapa amerita que el investigador/analista identifique si se dispone o no de un modelo teórico sobre el constructo en estudio. De ser así, se podrá contar con una guía sustentada para la interpretación posterior de los patrones por descubrir, así como para la preconcepción de una estructura unidimensional o multidimensional del constructo.

Un ejemplo de un constructo con modelo teórico de base es “liderazgo transformacional”, el cual con base en Avolio & Bass (1991, 1999, 2004) se define en función de cuatro dimensiones:

- Consideración individual: Tratar a cada colaborador de manera diferenciada, tomando en cuenta sus necesidades, capacidades, metas y expectativas.
- Estímulo intelectual: Animar a los seguidores a asumir pensamientos/comportamientos creativos y generar ideas/soluciones innovadoras a través de vías como la promoción de la duda razonable, el filtrado de información, la argumentación y el cuestionamiento de supuestos, creencias, etc.
- Influencia idealizada: El líder es admirado, respetado y concebido como un modelo a seguir; los seguidores se identifican con el líder y buscan emularlo.
- Motivación inspiracional: Fomentar el entusiasmo entre los colaboradores, utilizando un enfoque de trabajo en equipo para canalizar recursos y capacidades para superar el *status quo* personal y organizacional, en favor de mejores niveles de desempeño.

El contar con preconcepciones respaldadas acerca de un determinado constructo en estudio, provee insumos esenciales para guiar las demás etapas de la M-D/T-E-M, respecto a la búsqueda exploratoria-empírica de dichas preconcepciones. Ello, a su vez, reduce la posibilidad de descubrir hallazgos que carecen de racionalidad, amparados meramente en asociaciones espurias o sobreajuste a los datos utilizados.

Ahora bien, cuando no se cuente con tal soporte teórico acerca del constructo en estudio (véase los rombos en la Figura 4), será necesario ir en busca de un modelo de partida, guiado por los datos (data-driven approach). Esto implica dos caminos alternos, dependiendo de si se trata de datos de SP estructurados (ej., propios de cuestionarios de autoinforme) o no estructurados (en este caso, basados en textos). Ante datos estructurados, la secuencia es lineal hacia abajo (“Preprocesar los datos disponibles de SP...”, “Identificar patrones...”; Figura 4), lo cual se realiza bajo el marco tradicional del análisis factorial exploratorio (EFA), sin una presuposición del número de factores por extraer. En cambio, ante datos de textos la situación cambia (ver tal ruta en forma de rombo, Figura 4), ya que será necesario desarrollar al menos una taxonomía

inicial conformada por expresiones lingüísticas, o, en el mejor de los casos, un diccionario completo de términos. Actualmente, esta vía se encuentra poco desarrollada en el ámbito del descubrimiento de constructos psicológicos/administrativos basados en textos, para lo cual esta tesis también provee aportes específicos-originales.

En el siguiente apartado se desarrolla la ruta metodológica para el diseño de modelos taxonómicos basados en datos de texto, desde un enfoque conducidos por los datos. Es de resaltar que a diferencia de las demás etapas del proceso de descubrimiento de patrones (Figura 4), dicho diseño de modelos taxonómicos se propone como un subproceso en sí mismo, generado a través de la combinación de cinco etapas con apoyo de recursos estadísticos, lingüísticos y computacionales.

- **Diseñar el modelo de partida del constructo, bajo un enfoque guiado por los datos (ante ausencia de un modelo teórico)**

En la Figura 4 se ha mostrado que este subproceso cobra sentido siempre y cuando los datos de SP por preprocesar posteriormente se encuentren en formato de texto y, además, no se cuente con un modelo teórico sobre el constructo en estudio. Por consiguiente, el diseño de un modelo de partida ha de seguir un enfoque guiado por los datos (data-driven approach), el cual es asumido como "un concepto general en el que los datos se explotan para comprender patrones, relaciones, incertidumbres, etc." (Qiu, Li y Wang, 2016, p. 3).

Bajo esta óptica, el subproceso en mención consta de cinco etapas: conformación del corpus, preparación del corpus, análisis sintáctico, análisis semántico y análisis taxonómico. Estas despliegan operaciones de M-D/T en combinación con algunos recursos del procesamiento de lenguaje natural (NLP, en inglés). Este último es un conjunto de métodos computacionales orientados a analizar piezas del lenguaje natural a diferentes niveles de análisis lingüístico (Liddy, 1998) (ej., léxico, sintáctico, semántico). Por ende, el NLP es un recurso pertinente para complementar la M-D/T, ya que esta, a pesar de también ser intensiva en computación, suele centrarse en una perspectiva estadística de los textos (o partes de este), sin necesariamente beneficiarse o interesarse en la caracterización/comprensión lingüística de sus componentes.

#### **(i) Conformación del corpus**

En esta etapa se define y recolecta un corpus (colección de textos) que represente lo mejor posible el contenido del constructo psicológico/administrativo por abordar. Este corpus no corresponde a los datos de SP, ya que en ellos se ha de ejecutar el posterior descubrimiento de patrones, a partir de un modelo de referencia sobre el constructo y su dimensionalidad. De ahí que, como se ha mencionado, cuando no se cuente con dicho modelo, será preciso diseñarlo.

Bajo este panorama, el título, el resumen y las palabras clave de documentos científicos son recursos valiosos y fácilmente accesibles para lograr una representación de partida del contenido del constructo (Pérez-Rave, Fernández-Guerrero, & Correa-Morales, 2020). Las bases de datos especializadas, como Scopus® y Web of Science® son alternativas útiles para identificar y descargar este tipo de textos. Además, es esencial importar recursos de la alfabetización informacional, en lo que respecta a la planificación de protocolos de revisión, propios de revisiones sistemáticas (ej., Denyer & Tranfield, 2009; Kitchenham, 2004; Torgerson, 2003). Así, se identifican términos de búsqueda que cumplan dos criterios: suficientes en cuanto al contenido del constructo de interés y lo más blindado posibles a fenómenos que no lo representen (Pérez-Rave, 2012, 2019).

A modo de ejemplo, a continuación se presenta la expresión de búsqueda, para Scopus, utilizada en uno de los subproductos de la presente tesis, enfocado en el diseño de un modelo sobre el constructo administrativo “salud mental en organizaciones”:

```
TITLE ("mental health" OR "mental care") AND TITLE (compan* OR enterpris* OR organizati* OR industr* OR firm OR smes OR corporat* OR commercial OR marketing OR financ* OR manage* OR workplac* OR employees OR worker OR officer OR personnel OR staff OR workforce OR directors OR supervisor OR boss OR entreprene* OR "human resource" OR "continuous improvement" OR kaizen OR "six sigma" OR "lean thinking" OR tqm OR "job satisfaction" OR "customer satisfaction" OR efqm OR "dynamic capabilities" OR "strategic planning" OR "supply chain" OR "social responsibility" OR manufactur* OR "delivery service" OR "competitive advantage" OR "vision statement" OR "mission statement" OR "working capital" OR "work ethic" OR "total quality" OR "iso 9000" OR "stakeholder value" OR "business management" OR "electronic commerce" OR "product development" OR "inventory control" OR "operations research" OR "production control" OR outsourcing) AND (PUBYEAR > 1989) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) (Pérez-Rave, Zapata-Jaramillo, & Jaramillo-Álvarez, 2020).
```

Esta expresión de búsqueda conecta dos componentes a nivel de contenido (asegurando su inclusión desde el título de los documentos) y tres más respecto a la segmentación. Con relación al contenido, se buscó representar el tópico “salud mental” de forma general (ej., no limitado a trastornos), a través de los términos de búsqueda “mental health” y “mental care”. El otro contenido representó el dominio particular de uso de tal tópico, denominado “organizaciones”. Este último consideró términos como “company” o “companies” u “organizacional”, entre otros, al igual que funciones y demás conceptos alusivos al entorno organizativo, entre ellos: recursos humanos, calidad total, control de inventario, kaizen y seis sigma.

Respecto a los términos alusivos a la segmentación del contenido, en el ejemplo traído a colación se focalizó sobre: (a) publicaciones desde 1990, (b) provenientes de revistas (se excluyeron otros

formatos, como libros o memorias de conferencia), con (c) tipología “artículo” (se excluyen, por ejemplo, notas editoriales) y (d) escritos en idioma inglés. El grado de control de estos elementos de segmentación dependerá no solo de los intereses del investigador/analista, sino además de la disponibilidad de documentos. Por ejemplo, si determinada estrategia de segmentación reduce considerablemente la población de documentos, entonces convendría flexibilizar algún criterio y efectuar determinados controles de calidad para soportar la pertinencia del corpus por emplear. Para más información sobre este tipo de estrategia, en el contexto de la alfabetización informacional puede recurrirse a Pérez-Rave (2012, 2019).

Ahora bien, otros recursos útiles para conformar el corpus que represente el contenido inicial del constructo psicológico/administrativo por abordar, son: definiciones, manuales formales y guías prácticas del constructo. Con relación a las definiciones, el uso de determinadas expresiones de búsqueda en las nombradas bases de datos o también en Google Académico, pueden agilizar una localización eficaz. Por ejemplo, en una consulta (25/04/2021) en Google Académico usando la expresión “critical thinking is”, 61100 resultados fueron reportados. Esta considerable cantidad de documentos posibilita incorporar elementos de búsqueda más restrictivos y precisos para la identificación de definiciones. Al repetir la consulta, pero esta vez con la expresión “critical thinking is defined”, se recuperaron más de mil documentos potenciales para ser incluidos en el corpus (1590 registros).

## (ii) Preparación del corpus

Este paso ejecuta las operaciones tradicionales de limpieza de datos (*data cleaning*), bien reconocidas en aplicaciones de M-D/T (ej., Abbe et al., 2016), las cuales ameritan: remoción de signos de puntuación, números o símbolos no que no son de interés; normalización del texto (ej., minúsculas), división del texto en unidades de significado (ej., tokenización por palabras, frases u oraciones), lematización (forma singular de las palabras) y eliminación de stopwords. Sobre estas últimas, al estar empleando extractos de documentos científicos, interesa remover no solo las stopwords convencionales (ej., determinantes, artículos, preposiciones; “a”, “un”, “el”, “la”) sino también expresiones frecuentes en la escritura científica (por ejemplo, “investigación”, “métodos” y “estudio”), denominadas stopwords científicas. Asimismo, será necesario excluir aquellas filas del campo “resumen” que contengan la expresión “[No abstract available]” en el archivo proveído por las bases de datos empleadas. Paquetes como *tm* (Feinerer & Hornik, 2018) en R y NLTK (Loper & Bird, 2002) en Python son recursos útiles para automatizar las tareas de preparación del corpus.

Un ejemplo de preparación de datos en el caso del constructo administrativo “salud mental en organizaciones”, es:

“We first removed all rows with the “[No abstract available]” expression and went on to apply a cleaning (removed duplicate rows, punctuation, extra whitespaces, and numbers), and normalization (i.e., lowercase) process, which resulted in a corpus with 3133 abstracts. Then, we lemmatized (e.g., singular form) and applied sentence segmentation to the data.” (Pérez-Rave, Zapata-Jaramillo, & Jaramillo-Álvarez, 2020).

Por otro lado, para identificar stopwords científicas puede usarse un corpus de artículos científicos, pero esta vez no sobre el constructo de interés sino sobre el tópico general “investigación científica”. Ello se posibilita por medio de la localización y procesamiento de documentos que incluyan desde el título las expresiones ‘scientific writing,’ ‘research methods,’ y ‘research methodology’. Luego, basta con extraer una lista de las palabras más comunes en la mayoría del corpus utilizado. Igualmente, fuentes secundarias que hagan referencia a este tipo de palabras pueden ser alternativas iniciales de apoyo.

Adicional a las tareas ya mencionadas de preparación del corpus, en ocasiones es útil reducir las palabras a su raíz, lo cual se conoce como stemming (forma parte del análisis morfológico). Sin embargo, esta operación suele arrojar expresiones que carecen de interpretación para el humano o le generan ambigüedad respecto al objeto lingüístico concreto que se ha de considerar. Por lo mismo, su uso se sugiere a discreción en escenarios de diseño de modelos psicológicos/administrativos.

Nótese que gracias a las tareas de preparación del corpus (ej., remoción de puntuaciones, normalización, tokenización, lematización y eliminación de stopwords tradicionales y científicas), es posible obtener un conjunto de textos conformado por expresiones lingüísticas mucho más parsimoniosas y viables de procesar por medio de métodos estadísticos o computacionales, centradas en lo que realmente es de interés para el investigador o analista.

### **(iii) Análisis sintáctico**

La M-D/T-E-M recurre además al análisis de partes del lenguaje (PoS, en inglés) para el diseño de modelos de partida sobre constructos psicológicos/administrativos conducidos por datos de textos. Para ello, se apoya en Al-Moslmi et al. (2019) al efectuar análisis sintáctico, por ejemplo con el apoyo del Stanford Word Parser. Además, considerando a Fteimi et al. (2019), la M-D/T-E-M sugiere desplegar tal análisis ejerciendo control, por separado, de sustantivos, verbos y adjetivos. Ejercer control de tales PoS durante el diseño de los modelos es útil para asegurar representatividad de entidades perceptuales (sustantivos), acciones (verbos) y cualidades (adjetivos) alusivas al constructo de interés, las cuales, de por sí, involucran diferentes mecanismos cerebrales. Por ejemplo, Haan et al. (2000), en el campo de la neuropsicología, proporcionan evidencia que respalda una distinción en la forma en que el cerebro representa y procesa sustantivos y verbos, e informan que los verbos demandaron más involucramiento

cerebral que los sustantivos. Martin et al. (1995) encontraron una distinción en cómo las acciones (verbos) y las palabras de color (adjetivos) se procesan en el cerebro. A su vez, Fyshe et al. (2019) también informaron sobre diferencias en las representaciones cerebrales de sustantivos y verbos durante los procesos de formación de frases.

Entonces, al controlar tales PoS en la formación del modelo de partida y sus extensiones se está propiciando la representatividad de varias manifestaciones lingüísticas esenciales de los constructos psicológicos/administrativos, los cuales, a su vez, son por definición representaciones mentales materializadas en diversas vías de naturaleza empírica. Sin embargo, no es usual en M-D/T controlar dichas PoS para asegurar la representatividad de cualidades, entidades perceptuales y acciones concernientes al constructo (véase, por ejemplo, casos sobre responsabilidad en salud, Kjellström & Golino, 2018; cultura organizacional, Pandey & Pandey, 2017; valores personales, Ponizovskiy et al., 2020; y orientación emprendedora, Short et al., 2010). Más aún, se desconoce si futuras escalas medida de constructos, emergentes de modelos diseñados con tal representatividad, lograrían satisfacer la calidad psicométrica. Esta última cuestión será tratada el tercer proceso de la M-D/T-E-M.

Otro recurso esencial en la M-D/T-E-M para el análisis sintáctico son las colocaciones, entendidas como combinaciones recurrentes de palabras que coexisten en el lenguaje (Kumova & Karaođlan, 2011). Por ejemplo, en uno de los subproductos de esta tesis (Pérez-Rave, Zapata-Jaramillo, & Jaramillo-Álvarez, 2020) primero se ejecutó el etiquetado de PoS y luego, con apoyo de patrones gramaticales (ej., NN|NNS), se realizó la extracción de colocaciones de tipo “sustantivo” que acompañaran expresiones de “salud mental”. Ello arrojó 1084 colocaciones, entre ellas: “mental\_health implication,” “mental\_health symptom,” y “mental\_health problem”. Luego, fue sencillo identificar las 243 expresiones únicas (ej., implicación, problema, síntoma”), alusivas a entidades perceptuales (sustantivos) sobre el foco de interés (“salud mental”).

Nótese que el uso de patrones gramaticales junto con el control de PoS es una estrategia valiosa, asistida por recursos de NLP, para complementar el alcance estadístico-computacional de la M-D/T con miras a identificar cualidades, acciones y entidades perceptuales propias de un constructo bajo estudio.

#### **(iv) Análisis semántico bajo un enfoque de diccionario distribuido**

Una vez el corpus ha sido preparado y se han identificado las expresiones relevantes de partida acerca del constructo (ej., sustantivos, verbos y adjetivos que lo representan), la M-D/T-E-M asume los textos en estudio bajo el enfoque de representaciones de diccionarios distribuidos (Garten et al., 2018). Allí, el contenido de un documento es un conjunto de vectores de expresiones (ej., palabras) representadas en función de la totalidad o una parte del vocabulario en el conjunto de documentos. Ello hace viable efectuar operaciones de agregación (ej.,

promedio) y asociación entre vectores de expresiones para identificar contenidos de interés explícitos o no en el vocabulario de partida, entre otras bondades (Garten et al., 2018).

Por consiguiente, dicha representación facilita extraer manifestaciones lingüísticas adicionales sobre el constructo en estudio, basadas en similitud entre vectores (o su agregación), las cuales no necesariamente tienen que estar inmediatamente contiguas a la expresión en estudio (ej. “salud mental”), como se hizo con el análisis de colocaciones (ej., “trastornos”, “programas”, “iniciativas”). En otras palabras, se está haciendo alusión a la extracción de nuevas expresiones sobre el constructo, con base en el análisis de contextos lingüísticos similares.

Así, en la M-D/T-E-M, bajo el enfoque de representaciones de diccionarios distribuidos (Garten et al., 2018) y usando medidas como similaridad coseno (usual en M-D/T; ej., Lahitani, Permanasari, & Setiawan, 2016), es posible expandir la lista inicial de expresiones que se asumen como manifestaciones del constructo en estudio. Este análisis de similitud, entonces, se realiza entre vectores de expresiones, para lo cual debe definirse un umbral mínimo de aceptación. Al respecto, con base en Stegmann (2014) y Sari & Adriani (2019) se sugiere una similaridad coseno de al menos 0.25.

Por ejemplo, en Pérez-Rave, Zapata-Jaramillo, & Jaramillo-Álvarez (2021) se llevó a cabo dicho análisis de similaridad para extraer expresiones asociadas a “pensamiento crítico”, obteniendo así un total de 101 palabras que satisficieron el criterio de 0.25, diez de ellas, fueron: “find” [0.470], “skill” [0.469], “thinking” [0.447], “concept” [0.443], “context” [0.418], “business” [0.409], “conclusion” [0.401], “element” [0.397] y “essential” [0.394].

Vale señalar que la nombrada extracción de información puede hacerse de forma controlada, paso a paso, generando matrices de similaridad basadas en frecuencias de expresiones en el texto o derivaciones de tales frecuencias. Una de las derivaciones más reconocidas en M-D/T es llamada *frecuencia de término – frecuencia inversa de documento* (tf-idf, en inglés; ej., Kwartler, 2017; Silge & Robinson, 2017). Esta posibilita inferir la relevancia de una determinada expresión (ej., palabra) en un corpus, y se representa bajo una función que considera la frecuencia de la expresión dentro de cada documento y la frecuencia de los documentos que la contienen en el corpus total. Así, una expresión será más relevante en la medida en que esté suficientemente utilizada dentro de documentos, pero que, a su vez, permita diferenciar entre documentos. Asimismo, la expansión de la lista de expresiones puede realizarse por métodos basados en *word embeddings* (ej., word2vec, Mikolov et al., 2013), los cuales se apoyan en el uso de redes neuronales y suelen ser altamente eficientes. Este tipo de métodos se usa, por ejemplo, en el apartado de validación de contenido de los constructos (Proceso 3 de la M-D/T-E-M).

## (v) Análisis taxonómico

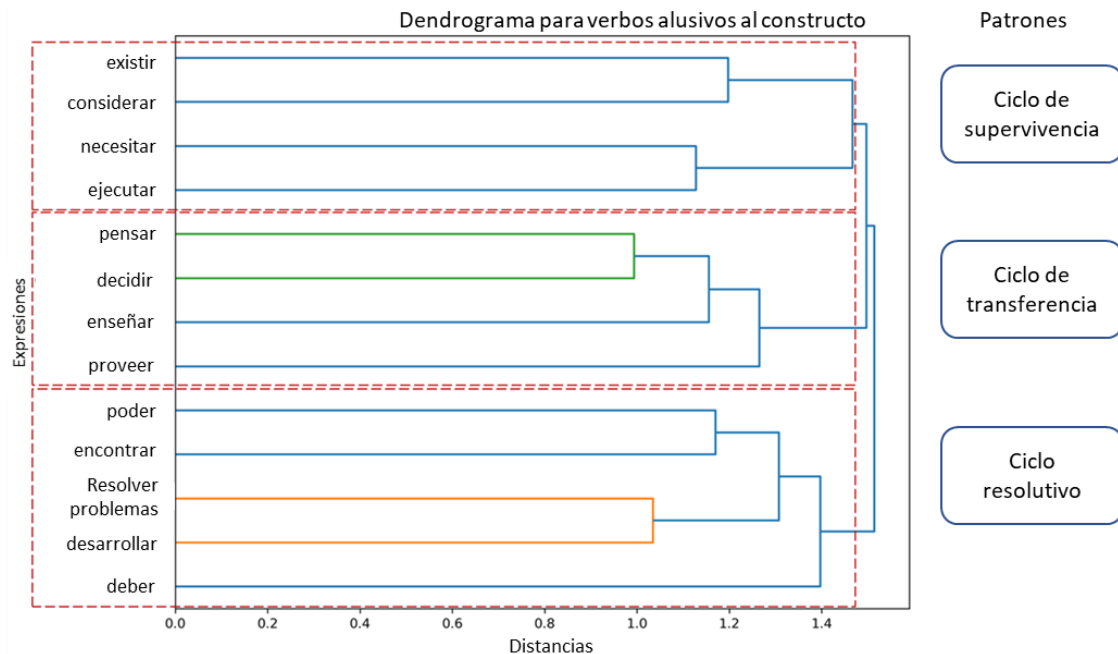
A partir de la lista de expresiones extraída con el apoyo de colocaciones, patrones gramaticales y similitud entre vectores de expresiones, se procede a construir un recurso esencial en el análisis estadístico multivariado: la matriz de datos (ej., frecuencias o tf-idf). En esta oportunidad, dicha matriz luego es transformada en una matriz de disimilitud entre el conjunto de expresiones de interés (ej., vectores de palabras a partir de sus frecuencias o tf-idf), la cual se obtiene como  $1 -$  matriz de similitud coseno.

Una vez con tal matriz de disimilitud (o distancia coseno, Kwartler, 2017), es viable llevar a cabo variedad de análisis de patrones de agrupación que den lugar a una taxonomía de expresiones, con eventual valor interpretativo en un determinado escenario de interés. Uno de los más útiles para el análisis taxonómico es el agrupamiento jerárquico, dado que visualmente, por medio del dendrograma (o árbol jerárquico), permite reconocer la posible presencia de tipologías y subtipologías de expresiones que pueden dar lugar a dimensiones y/o subdimensiones de un constructo en estudio. Bajo este método será necesario probar varios tipos de enlaces entre elementos (expresiones vectorizadas), en busca de un patrón con valor interpretativo en el escenario de trabajo. Entre los tipos de enlace más comunes, están: vecino más cercano (“single”), vecino más lejano (“complete”) y enlace promedio (“ave”). Una función útil en R para ello es *hclust*; en Python están *linkage* y *dendrogram*. Para profundizar en el análisis clúster desde una óptica teórica, puede verse Peña (2002); además, desde una mirada aplicada a la M-D/T (formando parte de los métodos de aprendizaje no supervisado), puede recurrirse a Kumar & Paul (2016) o Ledolter (2013), entre otros.

Una vez con algún agrupamiento coherente (interpretable por el humano) y tal como lo sugiere Odewade (2013), los grupos (conceptos subyacentes) se definen formalmente proponiendo un enunciado descriptivo para diferenciar cada concepto de los demás. Esta tarea amerita tanto la interpretación empírica de las expresiones incluidas en cada grupo, como su vinculación con aspectos teóricos de soporte. En otras palabras, a partir de un proceso creativo (inductivo-estadístico/computacional) y considerando la revisión de literatura y la evidencia empírica, se procede con la interpretación de los grupos de expresiones. Ello busca soportar un eventual modelo taxonómico de partida que resuma y describa razonablemente aspectos esenciales del constructo en estudio y sirva para su futuro refinamiento y uso en datos de SP. No obstante, este tipo de desarrollos taxonómicos también presenta otra serie de implicaciones útiles para variedad de áreas de estudio, diferentes a la SP (ej., homologar, categorizar, ordenar y transferir información/conocimiento subyacente, facilitar el trabajo en equipo y establecer un marco para el uso de un lenguaje en común, Pellini & Jones, 2011).



Un extracto del agrupamiento de verbos alusivos al constructo “pensamiento crítico en organizaciones”, tratado en uno de los subproductos de la tesis (Pérez-Rave, Zapata-Jaramillo, & Jaramillo-Álvarez, 2021), se presenta (traducido al español y adaptado) a modo ilustrativo en la Figura 6.



**Figura 6.** Ejemplo de descubrimiento de patrones taxonómicos guiados por los datos, alusivos a acciones (verbos) sobre “Pensamiento crítico en organizaciones”.

*Fuente: traducido y adaptado de Pérez-Rave, Zapata-Jaramillo, & Jaramillo-Álvarez (2021)*

El ejemplo expuesto en la Figura 6 corresponde solo a verbos (acciones a través de las cuales se manifestó el constructo en estudio); no obstante, los análisis llevados a cabo en el trabajo referenciado también ameritaron entidades perceptuales (sustantivos) y cualidades (adjetivos), bajo los procedimientos de la M-D/T-E-M aquí descritos (véase Figura 4).

Considerando la Figura 6, los patrones fueron interpretados como tres ciclos de gestión, a través de los cuales se revelan acciones de pensamiento crítico en organizaciones. Estos se orientan a sobrevivir (existir-necesitar-considerar-ejecutar), resolver problemas (poder-deber-encontrar-desarrollar-resolver problemas) y transferir información/conocimiento (pensar-tomar decisiones-enseñar-proveer). Nótese, además, que un posible punto de inicio para dar soporte al primer ciclo descubierto (sobrevivir) puede desarrollarse al asumir tal ciclo como una representación, en contextos organizativos, de la más básica de todas las necesidades humanas (Farahi et al., 2014).

Véase que esta etapa, en el caso de datos de texto, arroja patrones en forma de modelos taxonómicos que, a su vez, proveen un vocabulario de inicial acerca de un constructo en estudio

y/o sus dimensiones. Así, se da cierre a la exposición metodológica subproceso de “diseñar el modelo de partida del constructo...” (véase Figura 4).

Por consiguiente, una vez con dicho modelo, la ruta procedimental en el diagrama de flujo de la Figura 4 muestra que se da paso a la etapa de “Reconocer el modelo preconcebido”, ya expuesta (véase “Proceso 2”, p. 64). Sin embargo, esta vez tal modelo no emergió de la teoría (theory-driven approach) sino de los datos (data-driven approach). De ahí que el siguiente apartado describe la etapa subsecuente a tal reconocimiento, en la cual se retoman los datos de SP y se procede con su preprocesamiento.

### **Preprocesar los datos disponibles de SP, según la naturaleza de las variables**

Esta es la penúltima etapa del proceso “2. Descubrimiento de patrones” (véase la Figura 4), y su despliegue depende de la naturaleza de variables de SP por abordar.

#### **(i) Preprocesamiento de variables de SP estructuradas**

Ante datos de SP provenientes de cuestionarios de autoinforme, el preprocesamiento se refiere a operaciones de homologación, imputación de datos o exclusión de registros con datos perdidos, con el fin de asegurar una matriz de datos útil para el investigador/analista y legible para la “máquina”. En ocasiones también es pertinente la recodificación de variables, para lo cual se sugiere la ingeniería de características, entendida como el uso de métodos para transformar el espacio de variables originales, con miras a obtener otras variables relevantes sobre el problema en estudio (Nargesian et al., 2017; Selsaas et al., 2015). Al respecto, el reconocimiento descriptivo (ej., univariado) de los datos y la función *cut* en lenguaje R (R Core Team, 2018) son algunos recursos de apoyo para llevar a cabo la expansión de las variables.

Para el posterior descubrimiento de patrones en los datos estructurados de SP, la M-D/T-E-M sugiere el EFA, el cual es ampliamente utilizado como una de las etapas de los diseños de desarrollo/validación de escalas con enfoque psicométrico (ej., Aldás & Uriel, 2017). Por lo tanto, en la presente etapa de preprocesamiento también se incluyen algunas tareas sugeridas antes del EFA, como lo son: (a) ejecutar la prueba de esfericidad de Bartlett (ej., examinar si la matriz de correlaciones derivada de los datos sugiere la exploración de una posible estructura: rechazo de la matriz identidad), (b) desplegar la prueba de Kaiser–Meyer–Olkin (Kaiser, 1970) para indagar sobre la adecuación de la muestra y (c) definir el número de factores subyacentes que se han de presuponer. Sobre esto último, si no se cuenta con un modelo de partida que guíe mínimamente sobre la dimensionalidad del constructo (ante uso de datos estructurados), se sugiere utilizar métodos que ayuden a establecer una cantidad inicial de factores por extraer, entre ellos el análisis paralelo de Horn (Horn, 1965). Este método compara dos tipos de valores propios (eigenvalues, en inglés), unos son generados con base en la matriz de datos de trabajo

(en este caso de SP) y otros se derivan de una matriz simulada (Monte-Carlo) a partir de datos aleatorios del mismo tamaño de muestra. Un paquete de apoyo al respecto, en R, es *paran* (Dinno, 2018). Un mayor detalle sobre el EFA en R puede verse en Aldás & Uriel (2017).

## **(ii) Preprocesamiento de variables de SP no estructuradas (textos)**

En el caso de datos de textos, será necesario ejecutar la preparación del corpus (ya descrita), lo cual comprende tareas como remoción de puntuaciones, normalización, tokenización, lematización y eliminación de stopwords (véase sección “Preparación del corpus”, p. 68). La diferencia entre esta y dicha sección es que aquí se utilizan los datos de SP y tiene como fin alistarlos para el descubrimiento final de patrones, sobre la guía de un modelo preestablecido que pudo haberse generado bien sea con base en la teoría o en los datos.

## **Identificar patrones del constructo en los datos de SP, según la naturaleza de las variables**

Esta corresponde a la última etapa del proceso de descubrimiento de patrones (véase Figura 4) y se ejecuta sobre los datos de SP preprocesados. Su despliegue también depende del tipo de variables (estructuradas o textos) en consideración.

### **(i) Patrones del constructo en datos de SP estructurados**

Ante la presencia de datos de cuestionarios (variables estructuradas), se ejecuta el EFA. Por medio de este, es posible proveer evidencia de una potencial estructura exploratoria y dimensionalidad latentes en el conjunto de datos de SP. Para ello, se define el método de extracción de componentes (ej. Aldás & Uriel, 2017 sugieren “ejes principales”) y la carga mínima aceptada de una variable en un determinado factor subyacente (usualmente entre 0.4 y 0.5; ej., Al-Agili et al., 2012; Aldás & Uriel, 2017; Khwaja, Mahmood, & Zaman, 2020).

A pesar de que el EFA es tradicional en marcos sobre desarrollo/validación de escalas basadas en datos de cuestionarios, su aprovechamiento computacional para el abordaje de constructos psicológicos/administrativos es limitado. De ahí la oportunidad para la M-D/T, de contribuir a agilizar las tareas y reducir la carga cognitiva humana, así como de aprovechar los grandes volúmenes de datos y facilitar la transparencia y reproducibilidad de los reportes (Krause, 2016; Peng, 2011; Wenzel & Van Quaquebeke, 2017). Por ello, los constantes llamados a emplear software libre basado en código (ej., R o Python), con miras a generar soluciones algorítmicas que ayuden a superar algunos de los desafíos que demanda la cuarta revolución industrial. Ello implica, por ejemplo, considerar la velocidad (ej., automatización de tareas) como un factor clave en las etapas de recolección, clasificación y análisis de grandes conjuntos de datos (Hyun-Park et al., 2017).

Adicionalmente, el descubrimiento de patrones expuesto para el caso de datos estructurados (derivados de cuestionarios de autoinforme), bajo la M-D/T-E-M, también toma en cuenta la necesidad de prevenir el sobreajuste de los patrones identificados, mediante la partición del conjunto de datos en dos grupos (muestras de entrenamiento y validación). Esta estrategia es común en M-D/T en general y recientemente viene siendo demandada en áreas relacionadas con ciencias sociales y humanas. Por ejemplo, Varian (2014), en ámbitos de economía, señala que durante años los estudios han reportado resultados meramente para la muestra que originó los modelos. Por ende, invita a utilizar muestras de entrenamiento-validación como una práctica cotidiana.

Una ampliación de los elementos expuestos sobre el descubrimiento de patrones ante la presencia de datos estructurados, cuyo despliegue analítico ha sido automatizado en R, podrá verse en el subproducto: Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, González-Echavarría (2019). Allí se usó la relación entre los constructos *calidad de la sesión de clase* y *satisfacción del estudiante* como caso de estudio de un marco metodológico automatizado-reproducible, derivado de la presente investigación (M-D/T-E-M) y enfocado particularmente en datos de cuestionario. Dicho caso contempló una muestra de 120 estudiantes de ingeniería de una universidad pública en Colombia e incorporó el EFA en la etapa inicial de descubrimiento de patrones (guiada por la teoría); luego de la confirmación de los hallazgos, empleó los *scores* de los estudiantes para descubrir patrones adicionales usando análisis de componentes principales. Esto posibilitó identificar cuatro estilos de aprendizaje no preconcebidos, definidos allí como: esperado, receptivo, experiencial y opuesto.

## **(ii) Patrones del constructo en datos de SP no estructurados (textos)**

Esta etapa incluye la extensión del vocabulario alusivo al modelo taxonómico de partida (basado en teoría o datos), mediante las mismas tareas de análisis sintáctico (ej., colocaciones y PoS) y semántico (representación de diccionario distribuido) descritas previamente (véase pp. 69-71), solo que en esta oportunidad no se utilizan resúmenes de artículos científicos sino los datos de SP disponibles, provenientes de pruebas interpretativas (ej., entrevistas, muestras de trabajo). Estos análisis (sintáctico y semántico) para la expansión del vocabulario se justifican en que, según Illia, Sonpar, & Bauer (2014), cada vez que un nuevo corpus sea empleado, debería llevarse a cabo un proceso inductivo de extracción de información relevante acerca del objeto de estudio. De hecho, esto busca corregir las limitaciones del uso de diccionarios estáticos, con el fin de propiciar la adaptación (expansión) de estos a cada nuevo contexto lingüístico donde sean empleados, mediante relaciones de similaridad semántica (Garten et al., 2018).

Con base en Garten et al. (2018) y Mikolov et al. (2013) es viable considerar que un conjunto de expresiones derivadas del modelo de partida acerca de un constructo en estudio, puedan ser

mapeadas y representadas en vectores de expresiones. A su vez, la agregación de estos vectores usando operaciones como suma o promedio da lugar al vector que representa el contenido de base del constructo (ej., surgido de datos científicos). Así, es posible obtener valores de similaridad (ej. coseno) entre dicho vector de referencia y los vectores de cada expresión en el vocabulario del corpus de SP. De este modo, se facilita obtener nuevas expresiones para nutrir las manifestaciones lingüísticas del constructo en estudio.

En otras palabras, una lista preliminar de expresiones es extendida con base en nuevos corpus, bajo un enfoque de diccionario distribuido (Garten et al., 2018). Una diferencia notable aquí, como se expuso en el apartado de análisis sintáctico, es el uso previo de colocaciones, patrones gramaticales y el control de PoS que propician representatividad de entidades perceptuales (sustantivos), acciones (verbos) y cualidades (adjetivos) concernientes al constructo en consideración. De esta manera, el modelo taxonómico de partida habrá sido nutrido con nuevas expresiones, dando lugar, además, a un vocabulario “semilla”, útil para futuros usos o extensiones a partir de conjuntos de datos adicionales.

### **Proceso 3: Confirmación de patrones**

En el diagrama de flujo enriquecido de la M-D/T-E-M (Figura 4) se muestra que este tercer proceso toma como insumos los patrones descubiertos en el proceso anterior y busca confirmarlos usando criterios estándar en escenarios de constructos psicológicos/administrativos (ej., Aldás & Uriel, 2017; Martínez, Hernández, & Hernández, 2006). Los más reconocidos y ampliamente utilizados son la validez de contenido, la validez interna (ej., plausibilidad de la estructura interna) y la validez externa. No obstante, la M-D/T-E-M también incluye la equidad, que aunque no es usualmente reportada en los estudios sobre desarrollo/validación de escalas con enfoque psicométrico, sí es esencial en el ámbito de la SP, a causa del dilema validez-diversidad (Pyburn Jr, Ployhart, & Kravitz, 2008).

Para ello, la M-D/T-E-M incorpora tres etapas orientadas a examinar las mencionadas propiedades de calidad psicométrica y/o refinar los patrones descubiertos con base en los hallazgos al respecto. Este refinamiento puede darse dentro de la misma etapa, o dentro del proceso, o incluso por fuera de este (ameritando regresar a procesos anteriores cuando los resultados presentan serias violaciones psicométricas; véase Figura 4). Igualmente, la primera etapa (“validar el contenido...”) es aquí asumida como un subproceso en sí mismo, dada la complejidad, alcance y contribuciones que se han de realizar, principalmente en el caso de datos derivados de textos.

En la sección subsecuente se describen los procedimientos esenciales del proceso de confirmación de patrones en los datos de SP (tercer proceso de la M-D/T-E-M).

## **Validar el contenido de los patrones descubiertos**

La validación de contenido, según Patrick et al. (2011), hace referencia a que se demuestre que una determinada medida de un constructo es apropiada y comprensible. Bajo esta óptica práctica/parsimoniosa, a continuación se describe dicho tipo de validación, según la naturaleza de las variables de SP implicadas en el descubrimiento de patrones (véase el diagrama de flujo en la ya expuesta Figura 4).

### **(i) Validación de contenido en datos alusivos a variables estructuradas**

El uso de cuestionarios de autoinforme (tradicionales en la investigación y práctica de la SP) da lugar a datos de trabajo que derivan en “puntuaciones” predefinidas por una escala de medida. Por lo tanto, obedecen a variables estructuradas de SP que, en su totalidad o a través de subgrupos, describen posibles manifestaciones del constructo global y/o de sus dimensiones. Estas manifestaciones generales o particulares habrán sido identificadas bien sea bajo un enfoque conducido por la teoría (theory-driven approach) o los datos (data-driven approach) (véase “Proceso 2. Descubrimiento de patrones”).

Entonces, dado que el investigador/analista no generó el cuestionario de SP, sino que está aprovechando las potencialidades de los datos disponibles de SP (ej., big data), es menester cuestionarse, por ejemplo, sobre ¿qué tan justificadas están tales manifestaciones-ítems dentro de las dimensiones y la totalidad del constructo? A su vez, el hecho de que el modelo implícito en el cuestionario obedezca a una presuposición desde la teoría (ej., los cinco grandes de la personalidad, De Raad, 2000) o a una inducción desde los datos (ej., EFA) ¿es una garantía de que todos los ítems implicados fueron comprensibles para el público/contexto en el que se aplicaron? No necesariamente. De ahí que la validación de contenido en el marco variables de naturaleza estructurada ejerce un rol verificador de determinados criterios en los patrones descubiertos (ej., modelo y sus dimensiones, reflejados mediante evidencia de EFA).

Así, la M-D/T-E-M, sobre la base de los criterios de Moriyama (1968) y recientes adaptaciones de estos (véase Noboa et al., 2019; Ortega et al., 2017; Reyes et al., 2013; Roque et al., 2015) sugiere, como mínimo, analizar las propiedades de comprensión y pertinencia. La primera es referida al entendimiento preciso de los ítems/preguntas que originaron los datos de SP disponibles. La segunda corresponde a la justificación teórica/práctica de que tales ítems/preguntas representan manifestaciones empíricas del contenido esencial del constructo.

Para llevar a cabo dicho análisis es usual recurrir a la óptica de un grupo de terceros que posean cualidad de “expertos” en el constructo implicado, y/o de personas con características similares a los participantes de las pruebas de SP que originaron los datos. Así, el procedimiento por emplear puede ser cualitativo o cuantitativo. En el primer caso, las entrevistas son un recurso útil amparado en el paradigma interpretativista (ej., Bernal-Guerrero, Cárdenas-Gutiérrez, &

Montoro-Fernández, 2020) y, en el segundo, el uso de formularios de evaluación con categorías de respuesta cerradas (ej., 1. Muy poco comprensible, ..., 5. Muy comprensible) son pertinentes bajo el paradigma positivista. Este último enfoque posibilita, además, el aprovechamiento de estadísticos descriptivos y la reproducibilidad de hallazgos/decisiones.

En cuanto al tamaño de la muestra (n), a la fecha no hay consenso sobre el número de observaciones requerida para los juicios de expertos (Akins, Tolson, & Cole, 2005); esto depende de factores como el tema, el grado de experiencia/conocimiento de los participantes y el alcance del estudio. No obstante, la mayoría de los trabajos que involucran paneles de expertos (por ejemplo, el método Delphi) emplean entre 10 y 100 expertos (Akins, Tolson, & Cole, 2005). Adicionalmente, los métodos de remuestreo como bootstrap pueden ser útiles cuando no es fácil obtener muestras grandes (Lane, 2000). Al respecto, Akins, Tolson, & Cole (2005, p. 9), refiriéndose al uso del método Delphi, reportaron estabilidad de los hallazgos luego de la expansión de los datos a través de bootstrap.

El análisis tratado para la comprensión y la pertinencia de los ítems a los que se deben los datos de SP disponibles, posibilita la toma de decisiones argumentada respecto a alternativas sobre como revisar, conservar o eliminar determinadas variables que forman parte de los patrones descubiertos (ej., modelo y sus dimensiones).

Nótese, entonces, que en el caso de variables estructuradas de SP (en este dominio derivadas de datos de cuestionarios de autoinforme), los patrones descubiertos en el proceso previo son susceptibles de ser verificados, a nivel de contenido, en consonancia con Patrick et al. (2011): constructos apropiados y comprensibles.

**(ii) Validación de contenido en datos alusivos a variables no estructuradas (textos)**

Considere que, al tratarse de datos de texto, el descubrimiento de patrones arroja un modelo taxonómico que incorpora expresiones de partida con base en la teoría o en los datos, así como expresiones adicionales, propias de los datos de SP (transcripciones de entrevistas, preguntas abiertas, ensayos, ...). Entonces, estas expresiones equivalen a un vocabulario que se va extendiendo bajo el enfoque de diccionario distribuido, a partir de nuevos contextos de aplicación. A su vez, sus patrones de agrupación -taxonomía- (“Proceso 2: descubrimiento de patrones”) dan una base inicial sobre el carácter unidimensional o multidimensional del constructo en estudio.

Por tanto, ante datos de texto aún no se cuenta con puntuaciones (ej., numéricas) de la intensidad del constructo en datos de SP. Se posee un vocabulario semilla mediante el cual, posterior a la asignación de una escala, será posible asociar valores al constructo y/o a sus dimensiones. Así, a diferencia de datos de SP alusivos a variables estructuradas, en esta oportunidad (textos) la

validación de contenido se realiza sobre el vocabulario que se presupone como manifestaciones lingüísticas del constructo y/o sus dimensiones. Esto es consistente con Nunnally (1978) cuando señala que la validez de contenido debería ser asegurada desde el plan y el desarrollo del procedimiento de construcción de la medida del constructo.

Por ejemplo, Pandey & Pandey (2017), Ponizovskiy et al. (2020) y Short et al. (2010) sugieren emplear un enfoque deductivo, partiendo de una amplia lista de expresiones potenciales para el contenido del constructo; luego, mediante la evaluación de expertos llevan a cabo un procedimiento de codificación y refinamiento, a través del cual van depurando el vocabulario provisional. Seguido, calculan una métrica de acuerdo entre evaluadores para concluir sobre la eficacia del procedimiento. Ponizovskiy et al. (2020), además, ejecuta EFA para facilitar la asignación de las expresiones a las dimensiones potenciales.

Si bien el estándar descrito es valioso desde el interpretativismo, resulta abstracto y difícil de replicar a gran escala (ej., big data), además presenta complicaciones a la hora de intentar reproducir, replicar y generalizar los hallazgos. Asimismo, tal estándar no indaga sobre eventuales propiedades lingüísticas subyacentes en los patrones descubiertos sobre el constructo (ej., taxonomía, diccionario). Estas propiedades son fundamentales, ya que el contenido reflejado en textos también puede verse/entenderse en función de sus constituyentes lingüísticos, relaciones estructurales y variables del contexto lingüístico en observación (Espinosa, 2017; Firth, 1957). Entonces, ¿qué posibilidades lingüísticas/estadísticas/computacionales de validación de contenido emergen al considerar las PoS previamente involucradas en el descubrimiento de patrones en datos de textos? Estas cuestiones, entre otros aspectos, son abordados con detalle en otro de los subproductos de la presente tesis (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, Correa-Morales, 2021b).

Siguiendo tal subproducto desde una óptica resumen, la presente sección describe elementos útiles para ayudar a superar uno de los desafíos vigentes respecto a la validación de contenido en modelos basados en textos (ej., taxonomías, diccionario de términos). Así, se busca extender el estándar actual de tal tipo de validación, buscando construir a partir de trabajos relevantes (Pandey & Pandey, 2017; Ponizovskiy et al., 2020; Short et al., 2010) en el ámbito de escalas para constructos psicológicos/administrativos basadas en textos.

El enfoque propuesto busca aprovechar la automatización de tareas, la objetividad y la reproducibilidad de hallazgos y decisiones al respecto (ej., refinamiento), incorporando recursos lingüísticos, estadísticos y computacionales. Además, se desarrollan dos nuevos elementos. Uno es el método *votación embebida*, mediante el cual se emula la evaluación de expertos ante discrepancias respecto a cómo codificar una determinada expresión de un diccionario. Asimismo, se proponen cinco nuevas propiedades (y sus métricas) para asistir la validación de



contenido y su refinamiento a medida que se va extendiendo el vocabulario de partida (derivado del proceso anterior: descubrimiento de patrones). A continuación, se presenta un breve resumen de tres las cinco propiedades, considerando el subproducto en mención (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, Correa-Morales, 2021b):

- **Balance de PoS:** informa de manera automatizada sobre dos aspectos: (a) si la estructura lingüística de las PoS observadas (ej. distribución de sustantivos, nombres, adjetivos) se mantiene equivalente, independientemente de las dimensiones que conformen el constructo; (b) si tal estructura se conserva a medida que se va extendiendo el diccionario cuando otros conjuntos de datos son tomados en cuenta.
- **Comunalidad del contenido:** la práctica tradicional de construcción/refinamiento de diccionarios de constructos basados en textos suele excluir expresiones compartidas por dos o más dimensiones de un mismo constructo, para evitar correlación léxica (ej., Pandey & Pandey, 2017; Ponizovskiy et al., 2020). No obstante, el tener expresiones comunes es algo natural en el uso del lenguaje e incluso en el desarrollo de cuestionarios sobre constructos psicológicos, y que, además, puede proveer información adicional acerca de las manifestaciones generales del constructo global. Por otro lado, respecto a esta propiedad, también se alerta que el exceso de expresiones comunes puede generar problemas de capacidad discriminativa de las dimensiones (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, Correa-Morales, 2021b). De ahí que es menester conocer y controlar el grado de comunalidad del contenido, a medida que se va extendiendo el cuestionario con base en nuevos conjuntos de datos.
- **Polaridad del contenido:** su formulación y argumentación se soporta en el análisis de sentimientos. Polaridad corresponde a la puntuación positiva, negativa o neutra que representa la opinión subyacente alusiva a una expresión lingüística (por ejemplo, palabra, frase, oración o documento) (Taboada et al., 2011; Korayem, Crandall, & Abdul-Mageed, 2012). Es útil en la medida en que, si se está validando el contenido de un constructo como *laissez faire*, burnout o desmotivación, es lógico esperar que la polaridad tienda a ser más negativa que positiva. Por tanto, si ante la validación de una de estas escalas ocurre lo contrario, el investigador/analista debería ser alertado oportunamente (por ello se automatizó en la M-D/T-E-M) con el fin de que identifique las expresiones (en su mayoría adjetivos) que están violando lo esperado. Por ejemplo, en un caso de liderazgo transformacional (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, Correa-Morales, 2021b), palabras como “stupid” y “fear” fueron identificadas y excluidas sin necesidad de intervención humana (se hace de forma automática, bajo “control de polaridad”).

Asimismo, en Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, Correa-Morales (2021b) se detalla la descripción y formulación de las otras dos propiedades: coherencia del contenido (basada en nubes de palabras y tablas de frecuencia) y convergencia/diferenciación embebida (con base en word2vec); así como del nuevo algoritmo/método, denominado *votación embebida*.

Considerando el enfoque de validación de contenido propuesto para escalas (ej. diccionario de términos) de constructos psicológicos/administrativos derivados de textos, nótese que hace viable reducir la subjetividad e intervención humana, propias de los métodos tradicionales de “panel de expertos”. A su vez, gracias al aprovechamiento lingüístico se posibilitan nuevos análisis, no contemplados en la práctica de desarrollo/validación de escalas (derivadas de textos) con enfoque psicométrico. Igualmente, aumenta la capacidad de abordar grandes volúmenes de textos, gracias al aprovechamiento/automatización algorítmica, lo cual resultaría impráctico bajo la tradicional “revisión de expertos”.

A este punto se da cierre a los aspectos procedimentales básicos, acerca de la descripción del subproceso “Validar el contenido de los patrones descubiertos” (Figura 4) en presencia de datos de textos. Por tanto, las siguientes dos secciones se referirán procedimentalmente, en primera instancia, a la escala de medida del constructo y, en segunda instancia, a la validación de las propiedades psicométricas faltantes: validez interna, validez externa y equidad.

### **Asignar una escala de medida a los patrones descubiertos**

Según Hao et al. (2014), una escala de medida implica la asignación de un valor numérico a variables psicométricas con el fin de poder medirlas. Esta definición es aplicable al caso de datos estructurados de SP, pero amerita adaptaciones para llevarla a datos de texto.

En primera instancia, la asignación de escala a los patrones descubiertos es tratada para variables estructuradas. Seguido, se aborda el tema para variables de textos.

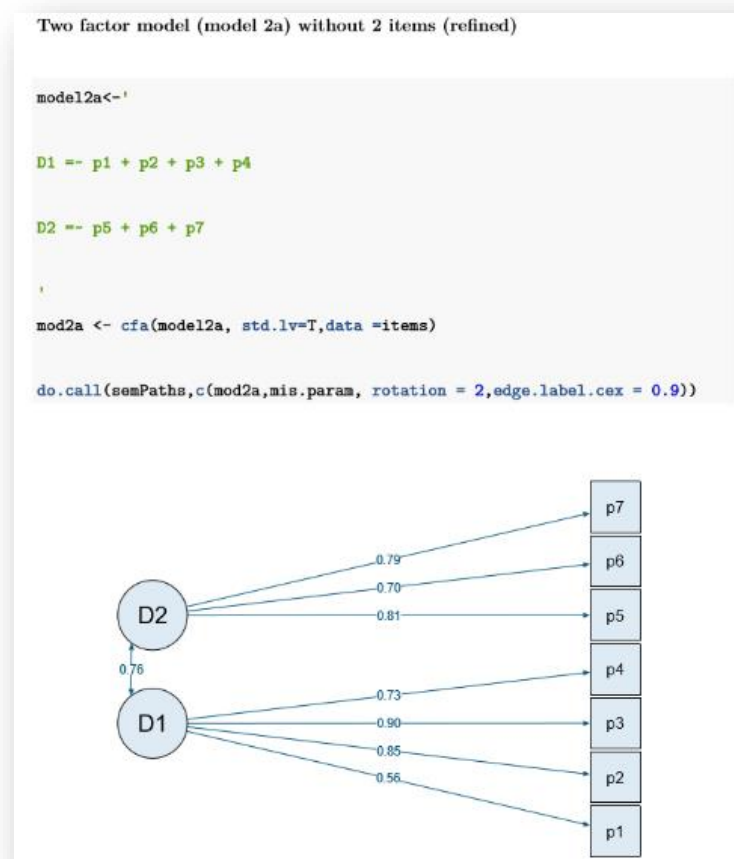
#### **(i) Modelos de medida ante datos alusivos a variables estructuradas**

Los datos disponibles de SP, alusivos a variables estructuradas, los cuales están delimitados en la M-D/T-E-M a datos de cuestionarios de autoinformes, ya gozan de una escala predefinida desde el instrumento de medición (cuestionario). Sin embargo, esto aún no ocurre cuando se hace referencia al constructo y sus dimensiones. Estos últimos son de tipo latente, por lo que será necesario generar alguna clase de formulación que dé lugar a los scores de los mencionados factores latentes.

Para ello, desde una óptica psicométrica, una de las formulaciones más completas para representar escalas de medida (también conocida como modelo de medida) se produce mediante el uso del CFA. Por lo tanto, la M-D/T-E-M hace uso de este recurso en lo que respecta a la

especificación del modelo (constructos, indicadores, relaciones entre constructos e indicadores, errores, ...), la identificación (ej., fijar la varianza de cada factor común a 1) y la estimación (ej., máxima verosimilitud). Para más información al respecto, el lector puede dirigirse al marco de referencia para los SEM, ya expuesto, así como a Aldás & Uriel (2017), Lévy & Varela, 2006, o Rial et al. (2006).

A modo de ejemplo, en la Figura 7 se plasma un extracto del material suplementario de uno de los subproductos de la presente tesis (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & González-Echavarría, 2019), en el cual se usó como caso de estudio la calidad percibida con la sesión de clase desde la óptica del estudiante. Dicha figura expone dos componentes, la parte superior (“model2a<-...”) corresponde a la especificación de la escala de medida del constructo (conformado por dos dimensiones: D1 y D2), mediante la especificación de las variables observables (valores numéricos entre 1 y 5). La segunda es la estimación (“mod2a <- cfa...”) y la tercera produce la visualización (“do.call(semPaths...”).



**Figura 7.** Ejemplo de asignación de escala de medida a un constructo.

*Fuente: extracto de material suplementario de Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & González-Echavarría (2019).*

A través del paquete *lavaan* (Rosseel, 2012) en R, diversas tareas de especificación, identificación y estimación son llevadas a cabo internamente o pueden personalizarse por medio de expresiones sencillas (ej.,  $\text{std.lv}=\text{T}$ ), lo que facilita la usabilidad y automatización de algunas tareas.

## (ii) Modelos de medida ante datos alusivos a variables no estructuradas (textos)

En el caso de datos de texto, a la fecha en la M-D/T-E-M se han mostrado caminos para obtener modelos taxonómicos y diccionarios (semilla y finales), con base conjuntos de textos sobre el contenido de base del constructo, así como otros documentos que representen dominios científicos y pragmáticos del mismo. No obstante, aún no se cuenta con una escala de medida para las expresiones identificadas (vocabulario/diccionario). Por consiguiente, primero será necesario abordar este aspecto para poder derivar en algún tipo de asignación numérica al constructo y/o sus dimensiones.

Al respecto, es frecuente asignar valores numéricos a las expresiones de un determinado constructo con base en una posición dicotómica, conteos o derivaciones de estas. En la primera, simplemente se contabiliza la presencia (1) o ausencia (0) de cada expresión del diccionario, en un determinado texto en estudio; en la segunda, se considera el número de veces que la expresión aparece en el texto y, en la tercera, se realiza algún tipo de transformación a partir de las primeras (ej., *tf-idf*, frecuencias corregidas por similaridad). Una vez se ha asignado una escala a las expresiones de trabajo, se hace viable definir y asignar una escala a las variables del constructo (ej., agregación de puntajes para grupos de expresiones). Luego, emplear una representación que posibilite cuantificar la intensidad del constructo mismo y/o sus dimensiones (ej., ante multidimensionalidad).

Con relación a la escala para las variables del constructo hay variedad de alternativas, *Campion et al. (2016)* y *Ponizovskiy et al. (2020)* utilizan una medida consistente en una proporción (entre 0 y 1), generada a partir del total de ocurrencias de expresiones alusivas al constructo o dimensión en estudio, estandarizadas por el total de expresiones escritas en el texto. Otra alternativa, empleada en *Pérez-Rave, Fernández-Guerrero, & Correa-Morales (2020)*, subproducto de esta tesis, es aplicando logaritmo a tales magnitudes totales (adicionando 0.5 a cada una de ellas: tanto en numerador como en denominador, ante eventuales valores cero). Es así como, lo que antes fue “no estructurado” (lenguaje natural en textos), se ha venido semiestructurando (ej., expresiones en el vocabulario) hasta llegar a convertirse en variables estructuradas (originarias de textos), alusivas a manifestaciones del constructo y/o sus dimensiones.

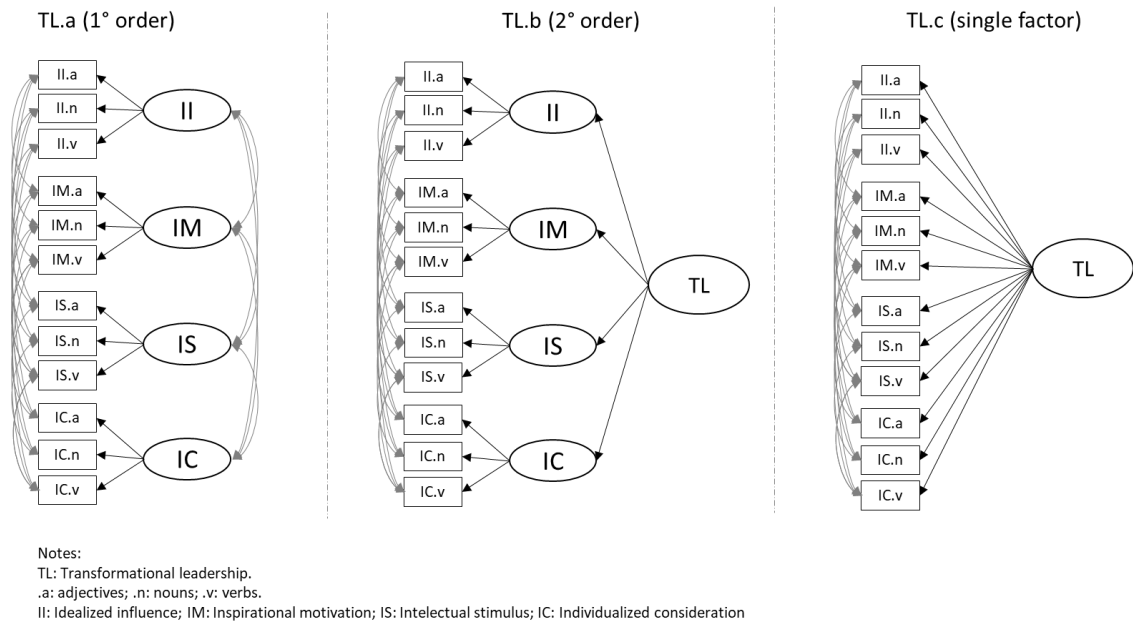
Respecto a la representación de la medida del constructo (y/o sus dimensiones), en escenarios de textos, en unos casos se utiliza una sola variable por constructo (y/o dimensión) (ej., *Campion et al., 2016*; *Ponizovskiy et al., 2020*) y, en otros, múltiples variables. Sobre esto último, es usual

que la lista de expresiones (del diccionario) sea dividida aleatoriamente en parcelas (con frecuencia tres parcelas para cada constructo/dimensión; ej., Kjellström y Golino, 2018; Pandey y Pandey, 2017). Aunque tal representación tiende a producir variables correlacionadas y permite efectuar CFA, en el escenario de datos de textos ello se justifica meramente en propósitos numéricos, carece de racionalidad teórica y no garantiza la representatividad de manifestaciones lingüísticas valiosas de constructos psicológicos/administrativos.

Por ejemplo, la tradicional lista combinada de expresiones o parcelas aleatorias de expresiones, sin controlar las PoS, no garantiza que las entidades perceptuales (ej., sustantivos o frases nominales), las cualidades (ej., adjetivos o frases adjetivas) y las acciones (por ejemplo, verbos o frases verbales) sobre el constructo, las cuales involucran diferentes mecanismos cerebrales (Martin et al., 1995; Haan et al., 2000; Fyshe et al., 2019), estén representadas en el modelo de medida. En consecuencia, la M-D/T-E-M, a través del subproducto Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2021b), argumenta, desarrolla y valida una representación de la medida del constructo basada en PoS, la cual permite al CFA distinguir entre la variabilidad alusiva al constructo y a los errores/PoS, por medio de un CFA con unicidades correlacionadas (Batista-Foguet y Coenders-Gallart, 2000; Marsh, Byrne y Craven, 1992).

Dicha representación busca emular cualidades (adjetivos -a o sintagmas adjetivales -sa), entidades perceptuales (sustantivos -s o sintagmas nominales -sn) y acciones (verbos -v o sintagmas verbales -sb) implicados en el constructo psicológico/administrativo en estudio. Por lo tanto, la M-D/T-E-M emplea dos formatos de variables del constructo, basados en PoS: (a) básico: n, a y v; y (b) compuesto: sn (utilizando las mismas puntuaciones de n), sa (puntuaciones medias de a y n) y sv (puntuaciones medias de v y n). Este último formato (compuesto) está inspirado en la formación de frases basada en la gramática libre de contexto (Chomsky, 1955) y en la agregación de vectores de palabras (ej., Garten et al., 2018).

La Figura 8 ilustra la representación propuesta de tres tipologías de modelos de medida, considerando a modo ilustrativo el constructo liderazgo transformacional (TL bajo sus siglas en inglés) y el formato básico de PoS correlacionadas (adjetivos, sustantivos y verbos).



**Figura 8.** Ilustración de modelos de medida con base en PoS correlacionadas, formato básico, para constructos psicológicos/administrativos basados en textos.

*Fuente: elaborada a partir de Pérez-Rave, Zapata-Jaramillo, & Jaramillo-Álvarez (2021)*

La representación propuesta (tanto en formato básico como compuesto) posibilita expresar la variación del error de cada variable observable como una combinación del error natural y componentes sistemáticos alusivos a cada tipo de PoS. De manera análoga a los estudios con cuestionarios, un posible componente sistemático podría ser el tipo de método empleado (ej., una lista de adjetivos para medir el constructo “personalidad”, Gough, 1979). Otro posible componente sistemático, propio del tipo de PoS, puede deberse a consideraciones lingüísticas como la sinonimia o polisemia de palabras. Por ejemplo, varios adjetivos (o sustantivos o verbos) pueden presentar el mismo significado; a su vez, varios significados pueden corresponder a un mismo adjetivo (o sustantivo o verbo) (Lochter et al., 2016). Así, la representación expuesta para la medida de constructos reflejados en textos puede entenderse como un AFC de unicidades correlacionadas (Batista-Foguet y Coenders-Gallart, 2000; Marsh, Byrne y Craven, 1992) tipo PoS.

### **Examinar la calidad de los modelos de medida**

Para examinar la calidad de las escalas de medida derivadas de datos de SP estructurados o no estructurados (textos), se considerarán las siguientes propiedades: validez, fiabilidad, equidad, eficiencia y reproducibilidad. A continuación, se tratan las maneras de examinar tales propiedades en el contexto de la M-D/T-E-M.

- **Validez**

Hoy en día el entendimiento de la validez es el de un concepto general, el cual engloba una serie de tipos de evidencia que representan varias facetas de tal propiedad (Martínez, Hernández, & Hernández, 2006). Además de la validez de contenido, la cual se comienza a asegurar desde el plan y el desarrollo de la escala de medida, las demás alternativas de inferencia de validez se evalúan posterior a la aplicación de la escala. Para ello, en escenarios de datos de cuestionarios es usual aprovechar las estimaciones arrojadas por el CFA para calcular métricas que den cuenta de la validez convergente y la validez discriminante, como una representación de la validez de constructo (Aldás & Uriel, 2017; Fornell & Larcker, 1981; Rial et al., 200). Sin embargo, en datos de textos suele hablarse de validez interna y validez externa. La primera es referida a la confirmación de la estructura interna de la escala (ej., dimensionalidad; Short et al., 2010; Pandey y Pandey, 2017), para lo cual es útil el CFA y, la segunda, a la capacidad de generalización de hallazgos a otras poblaciones, entornos, tiempos, etc. (Shadish et al., 2002). Es decir, en el presente escenario confirmatorio de patrones subyacentes, la validez externa puede entenderse como la capacidad de la escala de medida para seguir siendo aplicable, con criterios de calidad (psicométrica), a otros conjuntos de datos (propios de diversos contextos, dominios y participantes).

La M-D/T-E-M hace uso de esta tipología de validez (interna, externa) para:

- (a) Justificar la necesidad de emplear un enfoque basado en múltiples muestras de validación (como mínimo en torno a la validez externa, lo cual también es demandado en campos de M-D/T).
- (b) Recoger, dentro de la denominación de validez externa, otras tipologías asociadas a tal fin, de modo que se favorezca el entendimiento en escenarios de M-D/T.

A continuación se describen los dos grupos de evidencias de validez por emplear en la M-D/T-E-M:

- **Validez interna de los patrones** (bondad de ajuste de la estructura interna de la escala de medida): Se examina mediante el estadístico Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) e índices de ajuste complementarios (Credé & Harms, 2015; Lévy & Varela, 2006), como son: RMSEA (root mean square error approximation), SRMR (standardized root mean square residual), CFI (comparative fit index), TLI (Tucker-Lewis index). Todo ellos se derivan del CFA con PoS correlacionadas.

Para interpretar tales índices es común el uso de valores de corte (ej., propuestos por Hu & Bentler, 1999; RMSEA < 0.06; SRMR < 0.08; CFI y TLI > 0.95) en escalas de medida basadas en cuestionarios (Lévy & Varela, 2006; Lorenz et al., 2021). Sin embargo, en

escalas de medida derivadas de textos, aunque tales valores de corte también han sido utilizados (ej., Kjellström & Golino, 2018; Pandey & Pandey, 2017), es poco conocida la utilidad e implicaciones de ellos, especialmente cuando se trabaja con factores de orden superior. De ahí que Credé & Harms (2015) critican el uso de valores de corte y comentan que los mejores modelos de medida son aquellos que, en general, presentan una  $\chi^2$  no significativa y, al mismo tiempo, valores bajos de RMSEA y SRMR, así como valores altos en los demás índices (CFI, TLI).

- **Validez externa de los patrones:** Incluye convergencia hacia medidas similares y diferenciación respecto a medidas de otros constructos al considerar diversidad de muestras. Estos rasgos pueden examinarse aprovechando las estimaciones del CFA con PoS correlacionadas, así como considerando las asociaciones entre la medida del constructo y otras medidas de referencia (Martínez, Hernández, & Hernández, 2006) con las que se presupone (ej., a partir de la teoría) alta y baja asociación (ej., correlación o contraste de grupos). La generalización se asegura por medio de múltiples conjuntos de datos, provenientes de diversidad de contextos y variables de referencia.

También incluye la predictibilidad desde los patrones (frente a una determinada variable respuesta). Esto se examina en términos de la capacidad predictiva (ej.,  $R^2$ ) de la medida del constructo frente a una determinada variable respuesta, a la cual se espera que la primera afecte (ej., liderazgo transformacional se asume como uno de los predictores del desempeño del líder ante sus seguidores, Avolio & Bass, 1991). Al respecto, no solo es útil la regresión tradicional, sino también métodos de M-D/T intensivos en aprendizaje automático (ej., random forest, árboles de regresión, bagging) Para más información sobre este tipo de métodos puede verse, entre otros libros, Gutierrez (2015) y James et al. (2013). Al igual que en la convergencia/diferenciación, la generalización de los hallazgos sobre la predictibilidad amerita el uso de múltiples muestras, contextos y variables respuesta.

- **Fiabilidad, equidad, reproducibilidad y eficiencia**

En lo que concierne a la fiabilidad, la M-D/T-E-M la asume desde la óptica de consistencia interna (ej., Bentler, 2007; Martínez, Hernández, & Hernández, 2006), por lo cual se sugiere la fiabilidad compuesta (usando estimaciones arrojadas por el CFA con PoS correlacionadas) y el alfa de Cronbach. A partir de Klein et al. (2000) y Stapleton, Yang, & Hancock (2016) puede establecerse la siguiente interpretación para tales métricas: valores de al menos 0.7 representan una fiabilidad aceptable, valores entre 0.5 y 0.7 sugieren una fiabilidad marginal, y valores por debajo de 0.5 indican una baja fiabilidad.



Respecto a la equidad, esta se soporta al encontrar ausencia de diferencias significativas en los scores de la escala de medida en observación, según factores personales como género o edad, los cuales suelen estar implicados en el dilema validez-diversidad. Dicho análisis puede llevarse a cabo por medio de regresión, análisis de varianza o SEM (ante modelos de medida complejos); en cualquier caso, en la M-D/T-E-M tal análisis se complementa al incluir varias muestras y/o estrategias de remuestreo (ej., bootstrapping). A través del análisis de la equidad, la M-D/T-E-M posibilita brindar ciertas garantías de que el uso de las escalas de medida resultantes, en escenarios de análisis de diferencias individuales, podrá hacerse de manera más imparcial. Es decir, independientemente de características discriminatorias asociadas al género, la edad y otros factores personales para los cuales el investigador/analista posea datos. Además, el investigador/analista, usuario de la M-D/T-E-M, deberá tomar en cuenta que no hay una definición consensuada de “equidad”, por lo que esta debe asumirse también considerando circunstancias sociales y políticas que rodeen el dominio de interés (AERA, APA, & NCME, 1999).

Con relación a la reproducibilidad, las tareas de lectura, preprocesamiento, análisis y visualización de datos que soportan la faceta metodológica de la M-D/T-E-M (véase otras facetas en secciones 5.12 – 5.15 ) están programadas en Python y R. Algunos códigos y sus salidas están disponibles en el material suplementario de varios subproductos de la presente tesis, en formato Rmarkdown (Xie, Allaire, & Grolemond, 2018), entre ellos Pérez-Rave, Fernández-Guerrero, & Correa-Morales (2020), (<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14783363.2020.1787824>). Esta práctica es relevante en el contexto de la M-D/T-E-M, dado que actualmente la mayoría de aplicaciones/estudios sobre constructos psicológicos/administrativos se despliegan bajo software comercial centrado en botones, el cual es caro y suele considerarse una “caja negra”. Este tipo de software no necesariamente permite cumplir el paradigma de la investigación reproducible, el cual apunta a la legitimación de la práctica de la ciencia abierta y recientemente está siendo sugerido por revistas y editores en áreas de ciencias sociales y humanas (Krause, 2016; Peng, 2011). Tal práctica en software libre como R o Python, a su vez, favorece la eficiencia, dado que los tiempos de ejecución de tareas por parte de la “máquina” son mínimos en comparación con las tareas humanas, sobre todo cuando se trabaja con grandes volúmenes de datos. Así, ambas propiedades, reproducibilidad y eficiencia, las cuales están asociadas, también cobran relevancia al considerar retos del big data y la industria 4.0 (Hyun- Park et al., 2017).

#### **Proceso 4: Evaluación de alternativas y decisión final**

Este proceso busca aprovechar los patrones confirmados por el proceso anterior para contextualizarlos en la toma de decisiones de SP, considerando cinco etapas, alusivas a: caso de

análisis/decisión multicriterio, evaluación de alternativas en los criterios, evaluación global de las alternativas, análisis de sensibilidad y reconocimiento de los límites/alcances de la solución sugerida.

Dicho diseño se basa en el marco general del ADM (Munier, Hontoria, & Jiménez-Sáez, 2019), con leves variaciones en las denominaciones y desagregaciones de sus etapas, pero diferenciado en cuanto al papel y el uso de los insumos que se están aprovechando (ej., patrones confirmados por el proceso 3) y algunas de sus formas de abordaje. Con relación a esto último, como se ha venido señalando desde la introducción de esta tesis, se reconoce una vez más a la M-D/T como la columna vertebral de la M-D/T-E-M, siendo el ADM un recurso asistencial. Si se desea profundizar en aplicaciones en las que el ADM es asumido como el eje central de los desarrollos, varios de ellos en contextos de SP, pueden verse Aghdaie, Zolfani, & Zavadskas (2013), Galinium (2017), Koutra et al. (2017), Peng et al. (2011) y Verma & Rajasankar (2017).

A continuación, se describen las etapas implicadas en este cuarto y último proceso de la M-D/T-E-M, en el ámbito de la interpretación metodológica que se le viene dando.

### **Reconocer y/o refinar el caso de análisis/decisión desde una óptica multicriterio**

En este apartado se plasman los elementos mínimos necesarios del caso multicriterio que, bajo la columna vertebral de la M-D/T y la asistencia del ADM en el dominio de la SP, guían el desarrollo y la interpretación de las etapas subsiguientes del último proceso de la M-D/T-E-M. Así, es esencial que el investigador/analista los reconozca con detalle y, considerando información externa a la M-D/T-E-M (políticas organizativas, vacantes disponibles, megatendencias identificadas respecto al cargo, entre otros aspectos), nutra dichos elementos para una representación/modelización lo más consistente posible con las realidades organizativas en las que se encuentre inmerso.

#### **(i) Propósito multicriterio**

Partiendo de la definición de Werner (2000) para la finalidad de la SP, e interpretándola/adaptándola al presente escenario de la M-D/T-E-M, el propósito analítico de interés se formula como:

*Elegir, entre un conjunto finito de candidatos preseleccionados para un cargo, aquel que bajo dos o más facetas de constructos psicológicos/administrativos clave en el contexto del cargo y la organización oferente, reúne las condiciones necesarias para ejecutar de forma eficaz, eficiente y prolongada las funciones del cargo.*

#### **(ii) Función analítica**

En la Ecuación 1, se ilustra el propósito multicriterio expuesto, junto con la restricción básica y parámetros implicados.

$$\text{Max } Z = \sum_j \sum_i W_i S_{ij} X_j \quad \text{con } \sum_j X_j = 1 \quad \text{Ec.1}$$

Donde  $Z$  representa el desempeño (favorabilidad, beneficio, ...) global arrojado por el proceso de decisión,  $X_j$  es una variable binaria que representa el evento de elegir o no el candidato  $j$  (alternativas). Sea  $S_{ij}$  el *score* obtenido por el candidato  $j$  en el  $i$ -ésimo criterio, y sea  $W_i$  el correspondiente peso (importancia relativa entre 0 y 1) del criterio  $i$ . Además, se está asumiendo que solo hay una vacante al cargo en consideración, por lo que el número de sujetos por seleccionar entre las alternativas se fija en 1. Nótese que tampoco se permite el cero (0), al asumir que la preselección de los candidatos se hizo adecuadamente, de modo que en el conjunto finito de alternativas se encuentra al menos uno que reúne las especificaciones mínimas para el cargo vacante. No obstante, tales parámetros pueden ser precisados por el investigador/analista, según los lineamientos prácticos bajo los que deba operar.

### (iii) Alternativas

Estas corresponden a cada uno de los candidatos preseleccionados para el cargo vacante. Tales candidatos son asumidos en el presente proceso de decisión como sujetos integrales desde la óptica emergente de pensamiento “blando” (foco de atención de la M-D/T-E-M), con el fin de llevar a cabo el análisis de diferencias individuales considerando constructos psicológicos/administrativos (ej., pensamiento crítico, liderazgo transformacional, habilidades de gestión de la salud mental en organizaciones).

### (iv) Criterios

Corresponde al conjunto finito de factores susceptibles de poseer un candidato preseleccionado a un cargo vacante, que desde la óptica de la organización oferente es considerado determinante del desempeño futuro del sujeto que llegue a desempeñar el cargo. Estos factores, en el marco de la M-D/T-E-M, son formalizados analíticamente a través de los patrones descubiertos por el proceso 2 de la M-D/T-E-M y confirmados psicométricamente por el proceso 3 (ej., constructo y/o sus dimensiones, tanto a nivel conceptual/taxonómico como en formato de escala de medida).

### (v) Peso de los criterios

En escenarios de ADM, la importancia de los criterios suele definirse mediante la valoración perceptual por parte los principales implicados en la decisión, usando métodos como comparaciones pareadas bajo la escala de Saaty (Saaty, 1980). La M-D/T-E-M, además de avalar la utilidad de tal recurso en el presente contexto, el cual asegura la generación de consensos soportados en el interpretativismo, también invita a hacer uso de otros recursos bajo

un enfoque guiado por los datos (data-driven approach), buscando aprovechar las potencialidades de la M-D/T. Es así como, en el caso de constructos multidimensionales, al contar con las cargas estandarizadas de las dimensiones del constructo (derivadas del CFA con PoS correlacionadas, proceso 3) y basados en Carrera (20006), es posible utilizarlas para crear un posible escenario menos subjetivo de referencia de pesos de las dimensiones del constructo, asumidas en este caso como los criterios.

En cualquiera de los dos casos (perceptual o basada en datos), se dispone de varias opciones de normalización de la importancia de los criterios. Para ello, se sugieren cuatro vías de uso frecuente en ambientes multicriterio (véase Munier, Hontoria, & Jiménez-Sáez, 2019), las cuales se basan en: suma de frecuencias, división entre el valor máximo, fórmula euclidiana y rango.

La Tabla 3 provee un ejemplo del uso de cargas arrojadas por el CFA con PoS correlacionadas, tomadas de Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2021b) para tal fin, considerando los nombrados métodos de normalización (Munier, Hontoria, & Jiménez-Sáez, 2019).

**Tabla 3.** Ejemplo del uso de cargas factoriales para establecer pesos de referencia considerando los métodos de normalización más usuales en ámbitos de ADM.

Constructo	TL	Métodos de normalización** basados en:			
		Suma de frecuencias	valor máximo	fórmula euclidiana	rango
Dimensiones o facetas de TL (en proceso 4: "criterios")	Cargas factoriales en el CFA				
	$\lambda_i^*$	$\lambda_i/\text{sum}(\lambda_i)$	$\lambda_i/\text{max}(\lambda_i)$	$\lambda_i/[\text{sum}(\lambda_i^2)]^{1/2}$	$[\lambda_i-\text{min}(\lambda_i)]/[\text{max}(\lambda_i)-\text{min}(\lambda_i)]$
II	0.526	22%	75%	44%	30%
IM	0.677	29%	97%	57%	90%
IS	0.451	19%	64%	38%	0%
IC	0.701	30%	100%	59%	100%

TL: Transformational leadership. II: Idealized influence, IM: Inspirational motivation, IS: Intelectual stimulus, IC: individual consideration. Se conservan en inglés, dado el amplio reconocimiento de tales siglas en la comunidad científica.

\* Estimaciones de un caso de descubrimiento (bajo MT) y confirmación de patrones (bajo CFA con PoS correlacionadas) de TL usando cartas a las accionistas emitidas por dirigentes de 186 compañías de la lista Fortune 2018. Tomadas de uno de los subproductos de la tesis: Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2021b).

\*\* De acuerdo con Munier, Hontoria, & Jiménez-Sáez, 2019.

*Fuente: elaboración propia.*

Nótese en la Tabla 3 que a pesar de la variación entre los valores de importancia relativa de los criterios ilustrados, prevalece la ordenación de estos (ej., franjas de colores) de mayor a menor, así: IC, IM, II, e IS. Sin embargo, dependiendo de los valores asumidos (ej. IS varía desde 0% hasta 64%), la suma ponderada final para cada alternativa podría cambiar drásticamente. De ahí la importancia de elegir un escenario de preferencias que represente los intereses de la organización y sus decisores clave, en el marco de una determinada SP en desarrollo y, además, llevar a cabo análisis de sensibilidad. Las siguientes secciones desarrollan tanto el uso de los pesos para obtener la medida de agregación final como el análisis de sensibilidad.

### **Evaluar las alternativas en cada criterio**

En esta etapa se construye la matriz de decisión multicriterio normalizada, en la cual las filas son las alternativas (candidatos) y las columnas los criterios. Además, las celdas (intersecciones filas-columnas) alojan los *scores* (normalizados), derivados de los resultados de cada candidato en cada criterio. En el caso de datos estructurados, tales *scores* se obtienen de los datos disponibles de SP previamente preprocesados y convertidos a escala de medida (ej., promedios o totales) (véase el proceso 3, Figura 4). En el caso de datos de textos, igualmente el proceso 3 le asignó una escala de medida a cada constructo y/o sus dimensiones (ej., basada en la ocurrencia normalizada de conjuntos de expresiones según PoS), por lo que también se dispone de este tipo de datos, relevantes para la presente etapa y proceso.

### **Realizar la evaluación global de las alternativas, ordenar e identificar la solución**

En esta etapa se identifican las alternativas no dominadas, entendidas como aquellas “que son mejores en al menos un criterio en comparación con otra alternativa y no hay ninguna alternativa mejor que ellas en todos los criterios” (Fontana & Cavalcante, 2014, p. 1621). Además, por medio de un indicador global (suma ponderada; véase Ec. 1) se agregan los *scores* de las alternativas (candidatos), considerando los pesos de los criterios (según el método de normalización empleado). Luego, se realiza la ordenación de candidatos (alternativas de decisión) y se identifica la “mejor” solución (mayor puntaje obtenido). Para esta etapa el ADM ofrece otros métodos, por ejemplo TOPSIS (véase sección 2.3.3), el cual amerita establecer un referente “ideal”. Sin embargo, como se mencionó en la formulación del caso multicriterio, se está asumiendo que el proceso de preselección de candidatos se hizo adecuadamente, lo cual brinda alta posibilidad de que al menos uno de los candidatos del conjunto de alternativas reúna las condiciones mínimas exigidas para el cargo. No obstante, también se mostró la posibilidad de relajar o modificar tal supuesto y representarlo en la función analítica.

### **Examinar la sensibilidad de la solución**

Esta sección explora el comportamiento de las alternativas no dominadas, considerando al menos cuatro escenarios de distribución de los pesos de los criterios: (a) actual, (b) igual peso para cada criterio y (c) derivados de al menos otros dos métodos de normalización, diferentes al empleado en el escenario actual. Así, los *scores* finales de cada alternativa (candidato) nuevamente se agregan por medio de la suma ponderada y se identifican las soluciones en cada caso. Luego, se examina qué tan sensible es la solución actual obtenida, frente a los cambios controlados en las preferencias (pesos de los criterios).

Al finalizar esta etapa, no solo se habrá identificado la “mejor” solución sugerida por la evidencia, sino que además es posible justificarla y reproducirla con base en datos y hechos. Además, se podrán brindar sugerencias al respecto, según la robustez/sensibilidad identificada, dados determinados cambios en las preferencias.

### **Reconocer los límites/alcances de la solución**

La M-D/T-E-M asume que la preselección de candidatos fue llevada a cabo de forma adecuada, para lo cual son útiles los métodos de recuperación de información desde una óptica de factores “duros” (véase Figura 5).

A su vez, es esencial que los criterios de decisión tratados en este cuarto y último proceso de la M-D/T-E-M hayan sido establecidos de manera racional, considerando mínimamente el contexto del cargo y de la organización. Ello está suficientemente desarrollado en el ámbito de la SP, al considerar aspectos como la planificación de la oferta de vacantes y definición de perfiles a un cargo (Alonso, Moscoso, & Cuadrado, 2015; Ployhart, & Schneider, 2012; Tippins, 2012; Zabaleta & Maurelis, 2005). Por consiguiente, la M-D/T-E-M asume que los datos de SP (véase proceso 1: reconocimiento de datos) que capturan/producen las organizaciones y ponen a disposición del analista/investigador, usuario de la M-D/T-E-M, obedecen a un razonamiento previo en la organización acerca de los factores esenciales que esta necesita evaluar en los candidatos a un determinado cargo vacante. Esto implica, entonces, dar por sentado que los constructos psicológicos/administrativos subyacentes en tales factores hayan sido definidos también de manera racional, consistentes con las necesidades organizativas y del cargo, ante los escenarios en los que están inmersos.

De igual forma, la M-D/T-E-M declara la necesidad de que el tomador de decisiones considere los límites y alcances de la solución obtenida a partir del último proceso. Ello amerita que sea consciente de hasta dónde dicha solución cambia ante los diversos escenarios de preferencias establecidas (para los criterios). Igualmente, se hace necesario tomar en cuenta información externa a la M-D/T-E-M, con el fin de razonar acerca de la viabilidad y pertinencia de tales preferencias relativas, no solo a corto plazo sino también a medio y largo plazo. Asimismo, se sugiere aprovechar tal información externa como insumo a la hora de comparar la solución sugerida con alternativas cercanas a su puntuación.

## **6. M-D/T-E-M asistiendo el descubrimiento y la confirmación de patrones**

Esta sección provee algunas de las evidencias de la validación empírica de la M-D/T-E-M, junto con la descripción de los datos de trabajo, para los cuales se procuró mantener la necesaria multiplicidad-diversidad de muestras reclamada para la validez de contenido (particularmente en datos de texto) y para la validez externa. Por ello, se incluyeron conjuntos de datos que varían en cuanto a tamaños (ej., cientos, miles), entornos (ej., cotidianos, formales), tipologías de generación de datos (ej., offline, online) y niveles organizativos (ej., estratégicos, tácticos/operacionales), por mencionar algunos.

En los subproductos derivados de la presente tesis podrá profundizarse en varios de los métodos y procedimientos expuestos en la interpretación metodológica de la M-D/T-E-M, así como en sus aplicaciones en constructos como liderazgo transformacional (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales, 2021b), pensamiento crítico en el trabajo (Pérez-Rave, Zapata-Jaramillo, & Jaramillo-Álvarez, 2021) y salud mental en las organizaciones (Pérez-Rave, Zapata-Jaramillo, & Jaramillo-Álvarez, 2020), en cuanto a datos de textos se refiere. Asimismo, para el caso de datos estructurados (derivados de cuestionarios de autoinforme), que es donde mayor desarrollo hay tanto en SP como en la gestión de organizaciones en general, también podrá encontrarse aplicaciones de tipo metodológico sobre la M-D/T-E-M, esta vez usando como caso de estudio el constructo calidad percibida sobre la sesión de clase (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & González-Echavarría, 2019).

De ahí que los apartados por exponer a continuación se centran en dar una idea general sobre las capacidades de la M-D/T-E-M para asistir el descubrimiento/confirmación de constructos psicológicos/administrativos y la toma de decisiones en la SP y áreas afines (que involucran este tipo de variables latentes). Para ello, se toma como principal ilustración algunas de las

aplicaciones de la M-D/T-E-M al constructo Liderazgo Transformacional (TL, en inglés), considerando datos de textos. Dicha tipología de datos es más compleja de aprovechar en comparación con los datos estructurados y, a su vez es a la que menos atención se le ha dado en la SP y áreas afines, pero que también se constituye en un campo prometedor, aún naciente (Campion et al., 2016; Kjellström & Golino, 2018; Pandey & Pandey, 2017; Ponizovskiy et al., 2020).

## 6.1 Validez de contenido de las soluciones de M-D/T-E-M


Considere un diccionario sobre TL (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales, 2021b), construido bajo los dos primeros procesos de la M-D/T-E-M, ya expuestos. Tomando en consideración a Nunnally (1978) sobre la importancia de asegurar este tipo de validez desde el desarrollo mismo de las escalas y siguiendo lo expuesto para el subproceso de “Validar el contenido de los patrones descubiertos” (véase Figura 4), fueron tres los conjuntos de datos que dieron lugar a la versión final de tal diccionario: 1073 palabras (sustantivos: 424; adjetivos: 209; verbos: 440; todos en inglés). A continuación, se describen tales conjuntos de datos, partiendo del contenido “semilla”, el cual se fue extendiendo con contenido científico y pragmático:

- **Corpus semilla:** 116 textos en total (29 registros por dimensión de TL). Contienen definiciones o descripciones (en inglés) precisas (debidamente seleccionadas) de cada dimensión de TL, obtenidas de : (a) artículos científicos localizados por medio de Scopus; (b) blogs profesionales-especializados en TL; (c) Wikipedia; (d) el manual formal de TL (MQL5x, Avolio & Bass, 1991; 1999; 2004).
- **Corpus científico:** 144 documentos conformados por títulos, resúmenes y palabras clave de artículos científicos en inglés, alusivos a TL o sus dimensiones. Un ejemplo de las expresiones de búsqueda utilizadas en Scopus para obtenerlos, es *TITLE ("Idealized influence" OR charism\*) AND TITLE-ABS-KEY ("transformational leadership")*.
- **Corpus pragmático:** 25 guías formales de liderazgo en general. Comprendió múltiples dominios: educación, militar, salud, negocios, entre otros (ej., “Australian Professional Standard for Principals and the Leadership Profiles”; Australian Institute for Teaching and School Leadership, 2014).

En la Tabla 4 se resumen los hallazgos para las cinco propiedades que propone la M-D/T-E-M en el proceso 3, propio de la “Confirmación de patrones” (véase Figura 4, subproceso de “validar el contenido...”).



**Tabla 4.** Evidencias consolidadas de validez de contenido para el caso del diccionario de TL.

Propiedades	Hallazgos																				
Balance de PoS	A partir de tablas de contingencia que relaciona PoS (adjetivos, sustantivos, verbos) y las dimensiones de TL (II, IM, IS, IC). - Vocabulario semilla: "Chisq: 2.008 ; p-value: 0.919; df: 6". - Vocabulario final: "Chisq: 4.121 ; p-value: 0.6603; df: 6". - Comparando homogeneidad entre semilla y final: " Chisq: 3.4095; df: 8; p-value: 0.9061".																				
Comunalidad del contenido	- Sustantivos: "Ck: 0.017. Global.terms: 7. {'level', 'nature', 'associate', 'knowledge', 'outcome', 'accountability', 'relationship'}". - Adjetivos: "Ck: 0.019. Global.terms: 4. {'best', 'transformational', 'next', 'organizational'}". - Verbos: "Ck: 0.016. Global terms: 7. {'develop', 'involve', 'identify', 'using', 'developing', 'might', 'know'}"																				
Convergencia / diferenciación del contenido	<p>Similaridades (coseno) entre vectores sobre TL y tres vectores de referencia</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>II</th> <th>IM</th> <th>IS</th> <th>IC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V<sub>h</sub></td> <td>0.765</td> <td>0.835</td> <td>0.751</td> <td>0.807</td> </tr> <tr> <td>V<sub>m</sub></td> <td>0.581</td> <td>0.575</td> <td>0.6</td> <td>0.578</td> </tr> <tr> <td>V<sub>l</sub></td> <td>0.461</td> <td>0.431</td> <td>0.461</td> <td>0.352</td> </tr> </tbody> </table> <p>Notas: - V<sub>h</sub>: vector alusivo a palabras usadas frecuentemente por personas con alto liderazgo transformacional ('team', 'members', 'provide', 'purpose', ..., Salter et al., 2013, p.65). - V<sub>m</sub>: vector alusivo a palabras usadas frecuentemente por personas con bajo liderazgo transformacional ('budget', 'solution', 'success', 'boos', 'production', 'deadline', 'immediately', ..., Salter et al., 2013, p.65). - V<sub>l</sub>: vector alusivo a palabras que reflejan negatividad (['antagonism', 'negativeness', 'negativism', 'adversity', 'deprecation', 'disapproval', ...], <a href="https://thesaurus.plus/">https://thesaurus.plus/</a>).</p>		II	IM	IS	IC	V <sub>h</sub>	0.765	0.835	0.751	0.807	V <sub>m</sub>	0.581	0.575	0.6	0.578	V <sub>l</sub>	0.461	0.431	0.461	0.352
	II	IM	IS	IC																	
V <sub>h</sub>	0.765	0.835	0.751	0.807																	
V <sub>m</sub>	0.581	0.575	0.6	0.578																	
V <sub>l</sub>	0.461	0.431	0.461	0.352																	
Coherencia del contenido	<p>Nubes de palabras (una muestra aleatoria de palabras del vocabulario) utilizadas para explorar la interpretación humana del diccionario de TL. Las etiquetas "A", "B", "C" y "D" son II, IM, IS, IC, respectivamente:</p>  <p>Resumen de resultados de 10 evaluadores eligiendo la nube de palabras más afín a cuatro declaraciones sobre las dimensiones de TL: Aciertos: II (9/10), IM (6/10), IS (5/10), IC (6/10). Asociación declaraciones – nubes (bajo tabla de contingencia tipo matriz de confusión): - Escenario original: "Chisq: 43.2; df: 9; p-value: 1.9808e-06". - Con remuestreo (5000 réplicas): "Chisq: 21824.4; df: 9; p-value: 0"</p>																				
Polaridad del contenido	% positivas (II: 0.15, IM: 0.21, IS: 0.13, IC: 0.15). % negativas (II: 0.02, IM: 0.01, IS: 0.06, IC: 0.01).																				

Fuente: consolidada a partir de Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2021b).

A partir de la Tabla 4 puede decirse lo siguiente acerca de las cinco propiedades propuestas en la M-D/T-E-M (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales, 2021b):

Con relación al balance de PoS, se encuentra que la estructura lingüística (distribución de PoS - sustantivos, adjetivos, verbos- en cada dimensión de TL) para el diccionario en consideración satisface dicho balance: los valores-p para los momentos inicial (tabla de contingencia basada en el corpus semilla) y final (tabla de contingencia luego de expandir el vocabulario usando contenido científico y pragmático) fueron 0.919 y 0.6603, respectivamente. Además, el contraste entre tales momentos (semilla vs final) sugiere que la expansión del vocabulario inicial no destruyó la estructura PoS subyacente en el corpus semilla (definiciones/descripciones formales de cada dimensión TL), arrojando un valor-p de 0.9061. Por lo tanto, el contexto latente (ej., interpretación y procesamiento cerebral de las palabras) en el contenido semilla (definiciones/descripciones formales) de las dimensiones de TL, continúa manteniendo su balance de PoS, a pesar de haber sido extendido con base en dominios/datos adicionales.

Respecto a la comunalidad del contenido, la Tabla 4 ofrece la proporción de expresiones compartidas por las dimensiones de TL al nivel de PoS ( $C_k$ , con k: adjetivos, sustantivos, verbos). En alusión a los sustantivos, siete de ellos (424 en total) son compartidos por todas las dimensiones de TL, lo que representa el 1.7% ( $C_k$ ) de contenido común. En cuanto a adjetivos y verbos, dichas proporciones ( $C_k$ ), fueron 1.9% y 1.6%, respectivamente. Estos resultados descartan eventuales problemas de asociaciones léxicas altas, que a futuro lleguen a camuflarse en forma de asociaciones entre dimensiones de TL.

En alusión a la convergencia/diferenciación del contenido del diccionario, la Tabla 4 provee las asociaciones (bajo similaridad coseno) entre vectores de las dimensiones de TL (consolidando sustantivos, verbos y adjetivos) y tres vectores de referencia. Estos últimos fueron seleccionados de tal modo que puedan suponerse asociaciones: altas -Vh-, medias -Vm- y bajas -VI- con las dimensiones de TL; los dos primeros (Vh y Vm) fueron elegidos a partir del estudio de Salter et al. (2013, p.65) sobre TL y, el último (VI), considera expresiones que infieren negativismo (tomadas de <https://thesaurus.plus/>). Nótese, entonces, que la evidencia proporcionada apoya la convergencia/diferenciación del contenido del diccionario desarrollado. De hecho, los vectores concernientes a las dimensiones de TL presentan más similitud con Vh (0.751 – 0.835; palabras utilizadas con frecuencia por líderes con una puntuación alta en TL, Salter et al., 2013, p.65) que con Vm (0.575 – 0.6; palabras utilizadas con frecuencia por líderes con puntuación baja en TL, Salter et al., 2013, p.65) y VI (0.352 - 0.461). Es decir, los resultados son consistentes con lo esperado. Por ejemplo, las asociaciones entre las dimensiones TL y VI deben (y así fue) ser las menores de todas (no necesariamente negativas, porque los vectores TL no se basan exclusivamente en adjetivos, sino también en sustantivos y verbos). En resumen, en todos los

casos las similitudes calculadas a partir de los vectores considerados (dimensiones TL y vectores de referencia) sugieren: (i) las dimensiones de TL comparten más información con ellas que con otras medidas (las similitudes coseno oscilaron entre 0.924 y 0.944; Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales, 2021b) y (ii) reflejan patrones de asociación esperados con las otras medidas (asociaciones alta, media, baja).

En cuanto a la coherencia del contenido, la Tabla 4 proporciona las nubes de palabras utilizadas para explorar la interpretación humana de un extracto aleatorio del diccionario. Las etiquetas "A", "B", "C" y "D" son II, IM, IS, IC, respectivamente. Tales etiquetas se ocultaron a diez evaluadores abordados (un profesor de doctorado, seis profesores de maestría y tres profesionales; todos en áreas de gestión). A estos se les presentaron cuatro declaraciones (definiciones formales para las dimensiones de TL) en secciones separadas, en el siguiente orden: declaraciones sobre IM, II, IC e IS (por ejemplo, motivación inspiracional: fomenta el entusiasmo entre los empleados y los inspira a superar el *statu quo* individual y organizativo para lograr mejores niveles de desempeño). En todas las dimensiones de TL los evaluadores eligieron las opciones correctas en al menos el 50% de los casos. Asimismo, la independencia entre nubes de palabras y declaraciones correctas fue rechazada con un valor Chi-cuadrado de 43.2 (9 grados libres) y un valor-p cercano a cero. Ello sugiere que el contenido del diccionario en estudio es interpretado adecuadamente por humanos.

Pasando a la polaridad del contenido, la Tabla 4 muestra que el diccionario en cuestión contiene más expresiones positivas que negativas en todas las dimensiones que lo conforman. Además, como es de esperar, IM presentó la mayor positividad (21% de sus expresiones) e IS la más baja (pero aún positiva; 13%), lo que es consistente con la noción de que (i) el pensamiento/comportamiento motivacional se caracteriza por un lenguaje emocional positivo; y (ii) el pensamiento/comportamiento intelectual, aunque se espera que sea de polaridad positiva al enmarcarse en el TL, también incluye algunas manifestaciones de duda razonables, preguntas, consideración de riesgos/oportunidades, imparcialidad y menos influencia emocional. Vale la pena señalar que no todas las palabras negativas deben permitirse en el escenario actual (TL), porque los adjetivos negativos (emociones en la mayoría de los casos) no tienen el mismo significado que los verbos o sustantivos "negativos". Por lo tanto, la M-D/T-E-M controla automáticamente la polaridad de los adjetivos de todas las dimensiones de TL durante los pasos de construcción/refinamiento de diccionarios. Por ejemplo, en el caso de IS, adjetivos como "estúpido", "miedo" y "obsoleto" se detectaron y eliminaron automáticamente durante el procesamiento del corpus semilla; y "negativo", "pobre" y "incorrecto" se excluyeron durante la etapa final (luego de considerar el corpus pragmático).

A partir de los hallazgos descritos y considerando la inclusión de los conjuntos de datos semilla, científico y pragmático en la construcción del diccionario de TL (1073 expresiones; sustantivos: 424; adjetivos: 209; verbos: 440), es razonable asumir que este satisface la validez de contenido.

## **6.2 Validez interna (bondad de ajuste) y fiabilidad de las soluciones de M-D/T-E-M**

Esta sección resume algunos de los resultados sobre TL (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales, 2021b), en lo que respecta a las propiedades: estructura interna de la escala y dos tipos de evidencias de fiabilidad.

Para examinar estas propiedades se conformaron tres conjuntos de datos de trabajo, concernientes a escenarios organizativos formales e individuales (cotidianos-blogs y de escenarios laborales-emulados):

- **Cartas a los accionistas – Fortune 1000:** corresponde a 186 cartas a los accionistas, generadas por los presidentes/gerentes de una muestra la lista de 1000 compañías Fortune 2018. Inicialmente, se eligieron 200 empresas de tal lista (aleatoriamente, 100 clasificadas en las primeras 200 posiciones y otras 100 de las últimas 200 posiciones). De estas, para 186 fue posible identificar las cartas en mención a través de Internet y, además, no presentaron errores al pasarlas de pdf a txt durante el preprocesamiento de datos. La distribución final quedó así: 105 cartas a los accionistas, emitidas por los presidentes/gerentes de las primeras 250 empresas en la lista Fortune 1000 (año 2018), y 81 concernientes a empresas ubicadas en las últimas 150 posiciones de tal lista.
- **Emulación de entrevistas laborales-online:** previa contratación con una plataforma online privada especializada en encuestas, se administraron siete preguntas tradicionales en entrevistas laborales a voluntarios (en tal plataforma) mayores de 18 años en localidades de Estados Unidos. Entre las nombradas preguntas (traducidas al español), están: "¿Cuéntame sobre ti?" "¿Cuéntame tus fortalezas?" y "¿Dónde te ves dentro de cinco años?" Se obtuvieron 152 respuestas, de las cuales el 84.2% (128 obs) son completas y válidas (ejemplo de respuestas no válidas: "Hun b number ntmu vicci chick bob B;" "No No No.").
- **Corpus de autores de blogs:** consta de 500 observaciones (publicaciones en blog) elegidas aleatoriamente de la muestra de entrenamiento usada por Ponizovskiy et al. (2020), que comprende 9960 observaciones y está disponible en: <https://osf.io/t9k56>.

En la Tabla 5 se aporta, a modo de evidencia, los resultados esenciales del CFA con PoS correlacionadas para el conjunto de datos “Cartas a los accionistas – Fortune 1000”, desplegado bajo los lineamientos descritos de la M-D/T-E-M (ej., véase Figura 4). Los detalles numéricos para los otros dos conjuntos de datos podrán verse en Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2021b).

La Tabla 5 contiene resultados sobre métricas de ajuste de la escala de medida, así como de las fiabilidades alfa de Cronbach y compuesta para tres estructuras de TL: factor único, primer orden (las cuatro dimensiones de TL) y segundo orden (las cuatro dimensiones de TL y un TL global). Cada una de ellas se estudió en dos formatos de PoS: básico (variables observables: scores de adjetivos, sustantivos y verbos) y compuesto (variables observables: scores representando sintagmas nominales, adjetivales y verbales). Los análisis se realizaron en R (R Core Team, 2021) utilizando *lavaan* (Rosseel, 2012) tanto bajo estimación por máxima verosimilitud (ML) como con ML con errores estándar robustos y una estadística de prueba escalada de Satorra-Bentler (MLM). Estas últimas se presentan entre paréntesis en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Resumen de CFA con PoS correlacionadas usando datos de *cartas a los accionistas – Fortune 1000* (n: 186 obs).

Estructuras	Chisq	df	Chisq/df	CFI	TLI	RMSEA	SRMR
PoS básico							
(A) Factor único	77.98 (50.518)	36	2.166 (1.403)	0.939 (0.956)	0.888 (0.919)	0.079 (0.058)	0.05
(B) 1° orden <sup>a, b</sup>	63.027 (41.032)	31	2.033 (1.323)	0.953 (0.97)	0.901 (0.936)	0.075 (0.052)	0.06
(C) 2° orden	64.321 (42.05)	33	1.949 (1.274)	0.954 (0.973)	0.909 (0.946)	0.072 (0.048)	0.06
Fiab. Compuesta	1° nivel: II (0.526), IM (0.677), IS (0.451), IC (0.701); 2° nivel: TL (0.94)						
Alfa de Cronbach	II (0.33), IM (0.68), IS (0.45), IC (0.69); TL.medio: 0.84; TL.global: 0.84						
PoS compuesto:							
(A) Factor único	787.384 (388.564)	36	21.8 (10.79)	0.644 (0.571)	0.348 (0.214)	0.336 (0.328)	0.11
(B) 1° orden <sup>b</sup>	113.499 (68.556)	31	3.661 (2.211)	0.961 (0.963)	0.917 (0.921)	0.12 (0.104)	0.06
(C) 2° orden <sup>b</sup>	119.13 (72.914)	33	3.61 (2.21)	0.959 (0.961)	0.918 (0.922)	0.119 (0.103)	0.06
Fiab. Compuesta	1° nivel: II (0.89), IM (0.93), IS (0.89), IC (0.93); 2° nivel: TL (0.85)						
Alfa de Cronbach	II (0.88), IM (0.93), IS (0.88), IC (0.93); TL.medio: 0.84; TL.global: 0.93						

<sup>a</sup> Matriz de covarianza de los residuos de las variables observadas no es definida positiva.

<sup>b</sup> Fijando una varianza negativa cerca de cero.

Chisq/df: razón Chi-cuadrado/grados de libertad.

Fuente: Extracto de Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2021b).

El despliegue de la M-D/T-E-M en las tres muestras descritas (“Cartas a los accionistas – Fortune 1000”, “Emulación de entrevistas laborales-online” y “Corpus de autores de blogs”;

Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales, 2021b) relevó que la representación de TL con PoS correlacionadas en los dos formatos del PoS (básico: sustantivos, verbos, adjetivos; compuesto: sintagmas nominal, verbal y adjetival) reflejan la plausibilidad del constructo latente de interés (TL).

En cuanto al formato básico de PoS (a, s, v), este mostró más plausibilidad al representar TL desde una perspectiva global. Ante los tres conjuntos de datos (corpora) utilizados, las estructuras de primer y segundo orden (esta última excepto en "Corpus de autores de blogs ", donde no convergió) para el constructo TL sugieren plausibilidad (ej., Chisq/df de 1.32 a 2.59 usando ML y 1.14 a 1.46 con MLM; y CFI mínimo: 0.91, SRMR máximo: 0.065). Sin embargo, un modelo más parsimonioso de TL (factor único) también fue notablemente plausible. Además, en el modelo de segundo orden, los factores de primer nivel (dimensiones TL) presentaron confiabilidades marginales (por ejemplo, confiabilidad compuesta: 0.33 a 0.69 en "cartas a accionistas"; 0.42 a 0.61 en "entrevistas de trabajo"). No obstante, el factor global (2° nivel de TL) presentó una fiabilidad compuesta muy alta (0.94 y 0.91 en "cartas a los accionistas" y "entrevista de trabajo", respectivamente).

Al interpretar globalmente estos resultados, el formato básico de PoS (a, n, v) es útil para representar TL bajo textos, en dos casos: (i) cuando el interés se centra en TL globalmente (por ejemplo, modelo de factor único) o (ii) cuando sus dimensiones se medirán como parcelas de PoS asegurando la emulación/representación de cualidades (adjetivos), entidades perceptuales (sustantivos) y acciones (verbos) del constructo global (TL). Las parcelas se emplean con frecuencia como indicadores de constructos multidimensionales en CFA (Weng, 2019), como por ejemplo TL (Aryee et al., 2012, promediando variables de las dimensiones de TL). Igualmente, estas son útiles en casos de: tamaños de muestra relativamente pequeños (Rahaman et al., 2020; Xie, 2020), gran número de indicadores para constructos (Lan y Chen, 2020), entre otros aspectos (Kishton y Widaman, 1994). Sin embargo, cuando sea necesario el enfoque de parcelas, la M-D/T-E-M posibilita que, en lugar de formarlas de manera aleatoria a partir de listas fusionadas de palabras, cada parcela incluya (promediando), dentro de cada dimensión de TL, tres elementos esenciales: cualidades (adjetivos), entidades perceptuales (sustantivos) y acciones (verbos) alusivas al constructo en estudio.

Para ilustrar tal estrategia bajo el formato de PoS básico, considere un CFA adicional, esta vez TL en función de cuatro variables observables (una parcela promediando scores de PoS en cada dimensión) (2 grados de libertad). En el corpus de cartas a los accionistas (n: 186 obs), los resultados fueron (entre paréntesis estimaciones de MLM): Chisq/df: 1.945 (1.576), CFI: 0.994 (0.995), TLI: 0.982 (0.984), RMSEA: 0.071 (0.062), SRMR: 0.021. Asimismo, las cargas factoriales fueron: 0.69 (II), 0.77 (IM), 0.70 (IS) y 0.89 (IC), y la fiabilidad compuesta para TL

fue de 0.849. Utilizando el corpus de entrevistas online (128 obs), fueron: Chisq/df: 0.1995 (0.1755), CFI: 1 (1), TLI: 1 (1), RMSEA: 0.000; SRMR: 0.009. Con cargas factoriales: 0.6 (II), 0.82 (IM), 0.68 (IS) y 0.66 (IC), y la fiabilidad compuesta de TL fue de 0.784.

Por otro lado, con respecto al formato de PoS compuesto (sn, sa, sv), la evidencia obtenida para el CFA con PoS correlacionados sugirió que, cuando el interés es contrastar teorías de manera integral (ej., factores de orden superior), dicho formato es preferible al PoS básico. En los tres corpus los modelos de TL de primer/segundo orden fueron plausibles y fiables. Por ejemplo, para el modelo de segundo orden utilizando el corpus de cartas a los accionistas, se obtuvo: Chisq/df: de 2.49 a 4.86 (con estimaciones de ML) y de 2.21 a 2.44 (con MLM); CFI mínimo: 0.959 y SRMR máximo: 0.09. Sin embargo, el modelo de factor único presentó un ajuste pobre (ej., Chisq/df variando de 18.7 a 56.6 con ML y de 10.79 a 27.9 con MLM). Además, las fiabilidades compuestas del modelo del segundo orden variaron de 0.89 a 0.93 para las dimensiones de TL, con 0.85 para el factor global (segundo nivel). En este mismo corpus, el alfa de Cronbach para las dimensiones osciló entre 0.88 y 0.93, mientras que para TL global (promediando las puntuaciones de las dimensiones) fue 0.84.

Nótese que en ambos casos (CFA con PoS correlacionados basados en formatos básico y compuesto), la multidimensionalidad de TL es plausible, lo que es consistente con varios trabajos que utilizan datos de autoinformes, como Avolio, Bass, & Jung (1999), Carless (2001) y Tejada, Scandura, & Pillai (2001). De hecho, como es de esperar, las correlaciones entre las puntuaciones agregadas derivadas de las PoS básicas (a, n, v) y las PoS compuestas (sn, sv, sa) fueron altas (II: 0.89, IM: 0.93, IS: 0.9, IC: 0.94; y TL: 0.96), lo que apoya la convergencia entre los dos tipos de medidas. Por consiguiente, para ilustrar empíricamente hallazgos derivados de la M-D/T-E-M en el caso de TL, las siguientes secciones se desarrollan utilizando el formato básico de PoS, promediando scores de adjetivos, sustantivos y verbos dentro de cada dimensión de TL bajo una estrategia de parcelas tipo PoS, así como también, promediando al nivel de dimensiones para obtener los scores de TL.

### **6.3 Validez externa de las soluciones de M-D/T-E-M**

En esta sección se proveen algunos de los resultados alusivos a asociaciones entre los scores producidos por la escala de TL y datos de diversas variables de referencia. Dichos datos fueron obtenidos en unos casos a través de fuentes secundarias y, en otros, fueron levantados directamente. Asimismo, algunos de ellos son originariamente de naturaleza estructurada (cuestionarios de autoinformes) y otros provienen de textos.

Para examinar la convergencia/diferenciación de la escala de interés se emplearon cinco tipos de datos de referencia (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales, 2021b):

- **Scores de valores personales y de variables LIWC2015:** 8869 obs., 30 variables de referencia, derivadas de previos análisis de textos. Se usó el conjunto de datos de entrenamiento (9660 obs) utilizado por Ponizovskiy et al. (2020); <https://osf.io/t9k56>. Uno de sus corpus fue “Blog Authorships Corpus” (Schler et al., 2006). Tal conjunto de datos comprende: (a) publicaciones en blogs, (b) scores de diccionario de valores personales (10 variables; desarrollado por Ponizovskiy et al., 2020), (c) scores de LIWC2015 (Pennebaker et al., 2015; elegidas 20 variables), y (d) la edad y el género de los blogueros. En la presente tesis se eliminaron automáticamente (en R) las observaciones fuera del intervalo:  $cuantil\ 1\% < puntuaciones\ de\ TL < cuantil\ 99\%$ .
- **Personalidad bajo MBTI, incluidas las últimas 50 publicaciones en blogs:** 8675 obs. (4 variables de referencia -binarias-, tipo perceptual). “Conjunto de datos del tipo de personalidad MBTI-Myers-Briggs” (8860 obs.) (<https://www.kaggle.com/datasnaek/mbti-type>). En esta tesis se eliminaron (en R) las observaciones fuera del intervalo:  $cuantil\ 1\% < puntuaciones\ de\ TL < cuantil\ 99\%$  para estimaciones más robustas. Además, las cuatro dicotomías MBTI se recodificaron a variables binarias (por ejemplo, 1. “Extraversión-E, 0. Introversión-I).
- **Corpus de ensayos de estudiantes y datos de cuestionario:** 179 obs. (2 variables de referencia, de tipo perceptual. Comprende: (a) 188 ensayos de estudiantes de carreras universitarias (8%) y técnicas (50%), así como de profesionales (42%) de psicología y ciencias de la gestión (en Colombia). El 95.2% de observaciones completaron un cuestionario de autoinforme sobre *laissez-faire* (media de cuatro ítems) y administración por excepción (activa; media de cuatro ítems); ítems de MLQ5x (Avolio & Bass, 2004). Primero, los participantes escribieron los ensayos y luego completaron el cuestionario. Además, a 100 de ellos se les aplicó otro cuestionario (96 respuestas completas), esta vez sobre rasgos de personalidad bajo NEO PI-R revised (Costa & McCrae, 2008).
- **Emulación de entrevistas laborales-online:** 128 obs. (2 variables de referencia, tipo datos perceptuales). Conjunto de datos ya descrito en el caso de validez interna, pero en esta ocasión también se toman en cuenta datos de dos constructos del cuestionario MLQ5x: “Satisfacción con el líder” (media de dos ítems; Avolio & Bass, 2004) y una medida derivada de promediar cuatro ítems del MLQ (uno de cada dimensión de TL), aquí denominado TL.one.mlq.
- **Compañías campeonas vs contendientes:** 60 obs. (comparación de grupos). Esto está inspirado en Pandey & Pandey (2017), pero en este caso se usan los Informes Anuales 2018 de dos muestras de compañías en la lista Fortune 1000: (a) *Campeonas*: grupo de



empresas mejor clasificadas en la lista 1000 Fortune (muestra aleatoria de 30 empresas de la posición 1 a 100). (b) *Contendientes*: muestra aleatoria de 30 empresas ubicadas entre la posición 901 a 1000).

Con respecto al conjunto de datos “Scores de valores personales y de variables LIWC2015” (n: 8869 obs), las correlaciones se exponen en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Correlaciones entre scores de TL (y sus dimensiones) y variables de referencia del conjunto de datos “1. Scores de valores personales y de variables LIWC2015”.

	II	IM	IS	IC	TL
IM	0.82****				
IS	0.76****	0.71****			
IC	0.83****	0.81****	0.89****		
TL	0.91****	0.89****	0.92****	0.96****	
seguridad <sup>a</sup>	0.08	-0.01	0.33*	0.24	0.19
conformidad <sup>a</sup>	0.34*	0.22	0.65****	0.52**	0.49**
tradicción <sup>a</sup>	0.12	0	0.21	0.15	0.13
benevolencia <sup>a</sup>	0.22	0.28	0.12	0.26	0.23
universalismo <sup>a</sup>	0.32	0.19	0.62****	0.50**	0.46**
auto-dirección <sup>a</sup>	0.61****	0.58****	0.76****	0.75****	0.74****
estimulación	0.32	0.25	0.50**	0.40*	0.41*
hedonismo <sup>a</sup>	-0.17	-0.06	-0.41*	-0.31	-0.27
logro <sup>a</sup>	0.48**	0.48**	0.56****	0.53****	0.56****
poder <sup>a</sup>	0.34*	0.22	0.61****	0.50**	0.47**
información	0.62****	0.63****	0.73****	0.77****	0.75****
perceptual	-0.36*	-0.35*	-0.41*	-0.40*	-0.41*
sexual	-0.26	-0.25	-0.27	-0.23	-0.28
recompensa	0.2	0.23	-0.16	-0.03	0.04
riesgo	0.21	0.16	0.36*	0.32	0.29
pasado	-0.53***	-0.47**	-0.68****	-0.66****	-0.65****
presente	0.55****	0.67****	0.35*	0.53****	0.56****
futuro	0.05	0.18	-0.27	-0.13	-0.07
relativo	-0.25	-0.23	-0.40*	-0.40*	-0.36*
movimiento	-0.41*	-0.34*	-0.63****	-0.58***	-0.55****
espacio	-0.18	-0.28	-0.09	-0.2	-0.2
tiempo	-0.15	-0.05	-0.41*	-0.34*	-0.28
trabajo	0.33*	0.29	0.60****	0.46**	0.47**
ocio	-0.32	-0.3	-0.44**	-0.45**	-0.42*
hogar	-0.57***	-0.49**	-0.63****	-0.64****	-0.63****
dinero	0.04	0	0.27	0.19	0.15

	II	IM	IS	IC	TL
religión	0.07	-0.04	0.14	0.08	0.07
muerte	-0.19	-0.3	-0.04	-0.12	-0.17
informal	-0.31	-0.22	-0.54***	-0.43**	-0.42**
insultos	-0.35*	-0.28	-0.52***	-0.41*	-0.43**

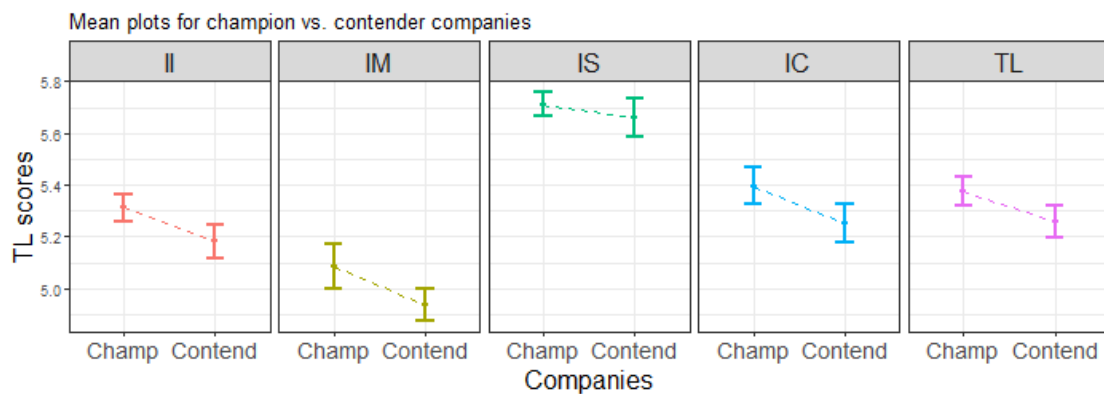
Notas:  $p < .0001$ \*\*\*\*,  $p < .001$ \*\*\*,  $p < .01$  \*\*,  $p < .05$  \*. \* Personal values dictionary based on textual data, desarrollado por Ponizovskiy et al. (2020). Las demás variables las arroja LIWC2015 (Pennebaker et al., 2015) y también fueron obtenidas desde el conjunto de datos de Ponizovskiy et al. (2020).

*Fuente: traducido y adaptado de Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2021b)*

La Tabla 6 muestra que las puntuaciones para todas las dimensiones de TL están correlacionadas positivamente (la mayoría de las cuales son significativas) con variables como 'conformidad' (0.22 a 0.65), 'estimulación' (0.58 a 0.76), 'logro' (0.48 a 0.56), 'poder' (0.22 a 0.61), 'presente' (0.35 a 0.67) y 'trabajo' (0.29 a 0.60). Estos resultados refuerzan la convergencia de escala, considerando medidas que se espera estén asociadas positivamente con TL. Asimismo, las puntuaciones de las dimensiones TL presentan asociaciones negativas (la mayoría son significativas) con variables como 'hedonismo' (-0.41 a -0.06), 'percepción' (-0.41 a -0.35), 'pasado' (-0.68 a -0.47), 'movimiento' (-0.63 a -0.34), 'ocio' (-0.45 a -0.3), 'hogar' (-0.64 a -0.49), 'informal' (-0.54 a -0.22) e 'insultos' (-0.52 a -0.28). Estos son evidencia a favor de la capacidad diferenciadora de la escala desarrollada.

Además, las correlaciones entre los scores de las dimensiones de TL presentaron valores altos (todos significativos), que van desde 0.76 (IS) hasta 0.89 (IS, IC), lo que también favorece la convergencia de la escala. Asimismo, estas correlaciones (entre dimensiones de TL) fueron mayores que las correlaciones con estas y otras variables, lo cual aboga por la capacidad discriminante de la escala. Además, entre las dimensiones de TL también hay capacidad de diferenciación; por ejemplo, aunque todas las dimensiones de TL se asociaron negativamente con el "hedonismo" (-0.41 a -0.06), solo IS fue estadísticamente significativo. De manera similar, IS fue la única dimensión que mostró asociaciones significativas con "riesgo" (0.36) y autodirección (0.33); además, la correlación más alta entre "poder" y dimensiones de TL fue con IS (0.61, significativo). Asimismo, II e IM evidenciaron una asociación positiva (no significativa) con 'recompensa' (0.2 y 0.22, respectivamente), mientras que IS fue negativa (no significativa; -0.16) e IC prácticamente nula (-0.03). Asimismo, la medida agregada de TL (promediando los scores de las dimensiones de TL) presentó correlaciones significativas que se esperaban. Por ejemplo, 'conformidad', 'universalismo', 'autodirección', 'logro', 'información', 'presente' y 'trabajo' se correlacionaron de manera positiva-significativa con TL, pero 'perceptual', 'pasado', 'relativo', 'movimiento', 'ocio', 'hogar', 'informal' e 'insultos' están correlacionados negativa- significativamente con TL.

En lo que respecta a los demás conjuntos de datos (“Personalidad bajo MBTI, incluidas las últimas 50 publicaciones en blogs”, “Corpus de ensayos de estudiantes y datos de cuestionario” y “Emulación de entrevistas laborales-online”, la evidencia resultante también arrojó hallazgos lógicos y consistentes con los esperado. Los valores numéricos podrán verse con detalle en Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2021b). No obstante, para ilustrar otro tipo de evidencia, diferente a los formatos ya expuestos, en la Figura 9 se proveen los resultados comparativos de los dos grupos de empresas alusivas al último conjunto de datos “Compañías campeonas vs contendientes” (basada en análisis de informes anuales de compañías de la lista Fortune 1000, año 2018).



**Figura 9.** Gráficos de medias de scores de TL por parte de los grupos en comparación (n: 60 obs., 30 para cada grupo).

*Fuente: Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2021b)*

Note, en la Figura 9, que en todas las dimensiones de TL (a excepción de IS), así como en TL global (promediando dimensiones), las empresas “campeonas” presentaron mayores puntajes en la escala de TL que las contendientes, lo que también fue respaldado analíticamente mediante pruebas t, obteniendo los siguientes intervalos de confianza al 95%: II (0.047, 0.211), IM (0.040, 0.255), IS (-0.034, 0.137), IC (0.045, 0.247) y TL (0.036, 0.201). Esta evidencia complementaria de un contexto formal-organizacional refuerza la convergencia (hacia el grupo campeón) y las capacidades diferenciadoras (respecto al grupo contendiente) de la escala TL desarrollada.

Interpretando globalmente la evidencia derivada del procesamiento/análisis de datos textuales y no textuales en contextos formales y casuales, es razonable sugerir que la escala arrojada por la M-D/T-E-M para el constructo TL presenta una notable validez externa en términos de sus capacidades de convergencia y diferenciación.

Con respecto a otra faceta de validez externa, esta vez en función de la capacidad predictiva de la escala, ello se confirmó en dos conjuntos de datos ya tratados (personalidad bajo MBTI y cartas a los accionistas-Fortune list 2018).

En el primer caso (8675 obs.; MBTI) se predijo, por separado, cada dicotomía de la personalidad MBTI a partir de los scores de las dimensiones de TL utilizando tres métodos de aprendizaje automático (regresión logística, árboles de clasificación y bagging) y dos submuestras (70% para entrenamiento y 30% para validación). Allí se encontró que los modelos aprendizaje automático basados en la escala desarrollada pueden contribuir razonablemente a la predicción de dicotomías de rasgos de personalidad (basados en MBTI), con una precisión de alrededor del 77% en extraversión-introversión, 62% en sensación-intuición, 86% en pensamiento-sentimiento y 57% en juzgar-percibir.

En el segundo caso (muestra de empresas Fortune 1000), se calcularon las correlaciones entre las puntuaciones de TL y dos indicadores financieros de las empresas incluidas: ingresos/activos y utilidades/activos (182 observaciones completas). Al respecto, se encontraron correlaciones significativas entre varias dimensiones de TL y los dos indicadores financieros. Por ejemplo, II correlacionó de forma positiva-significativa con ingresos/activos (0.214) y utilidades/activos (0.22), e IC con utilidades/activos (0.158). Asimismo, TL (puntajes promedio de sus dimensiones) también correlacionó positivamente con utilidades/activos (0.187).

## **6.4 Equidad, reproducibilidad y eficiencia de las soluciones de M-D/T–E–M**

### **6.4.1 Equidad**

Se consideraron conjuntos de datos de dos fuentes diferentes, ya tratados. El primer conjunto constó de 93 observaciones (“Corpus de ensayos de estudiantes...”); el segundo comprendió dos submuestras aleatorias (1000 y 4000 obs.) obtenidas de “Scores de valores personales y de variables LIWC2015”). Se ejecutaron cinco análisis de regresión para cada tamaño de muestra (93, 1000 y 4000 obs.) de manera independiente; cuatro para cada dimensión de TL y uno más para su promedio (TL). En cada caso, los scores de tales dimensiones y el constructo global se usaron como variables respuesta, en tanto que los factores género y edad se incorporaron como variables regresoras (dos de los factores más frecuentemente involucrados en el dilema validez-diversidad).

En la muestra de 93 observaciones, en ningún caso se encontró respaldo significativo (al nivel 0.05) para los efectos de la edad o el género; de hecho, si se relajara el criterio (a modo de ejercicio) a un nivel de significancia de 0.1, solo IS se destacaría en cuanto al género. Esto también se encontró en 4000 observaciones, pero no en 1000 observaciones. Asimismo, en la muestra grande (4000 obs.), II (-0.014, masculino) también resaltaría si se trabajase a un nivel de 0.1. En los otros casos (II, IM, IC y TL), el género y la edad no presentaron dicho comportamiento.

Para examinar exhaustivamente la importancia del género en las regresiones alusivas a IS y II basadas en múltiples escenarios de tamaño de muestra pequeño (93), mediano (1000) y grande (4000), se utilizaron regresiones bootstrap utilizando 8000 repeticiones en cada escenario. Los intervalos de percentiles al 95% para los coeficientes de género en las regresiones de IS fueron: (-0.1918, 0.0061) en escenarios pequeños, (-0.0425, 0.0363) en medianos y (-0.0375, 0.0008) en escenarios grandes. Asimismo, los intervalos para II fueron: (-0.1142, 0.1373) en muestras pequeñas, (-0.0348, 0.0335) en medianas y (-0.0309, 0.0023) en grandes. Nótese que, en todos los casos, los intervalos incluyeron el valor cero.

Al interpretar globalmente los resultados de las regresiones con y sin remuestreo, la evidencia sugirió que los factores personales tradicionales (género y edad) no están influyendo significativamente las puntuaciones producidas por la escala desarrollada. Por lo tanto, un problema clásico en datos de cuestionarios (dilema de validez-diversidad) podría no serlo en los datos de textos bajo la M-D/T-E-M. Los detalles de estos hallazgos se aportan en Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2021b).

## **6.4.2 Reproducibilidad y eficiencia**

En el Anexo A se plasman algunos extractos de visualizaciones de códigos y sus salidas, concernientes al desarrollo y validación de contenido (semiautomáticos) de la escala objeto de ilustración; asimismo, en el Anexo B se proveen extractos sobre el uso automático de la escala. Ello brinda una idea de la reproducibilidad de los hallazgos y de las potencialidades para futuros usos de la M-D/T-E-M, no solo a nivel de laboratorio y sino también para su extensión a mayor escala. Otro ejemplo de reproducibilidad de hallazgos, esta vez para datos estructurados, puede verse en el material suplementario de Pérez-Rave, Fernández-Guerrero, & Correa-Morales (2020), disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14783363.2020.1787824>

Con relación a una exploración de la eficiencia, es sabido las potencialidades de la “máquina” frente a las tareas humanas en cuanto a operaciones repetitivas bien planificadas, programadas y controladas. Sin embargo, para propiciar un panorama general al lector sobre tal eficiencia de la M-D/T-E-M, aún sin optimizar a gran escala sino ante su alcance procedimental a nivel de laboratorio, se probaron dos escenarios (usando i5-5200U CPU, 2.20GHz, 8GB) meramente exploratorios. En ellos se aplicó la escala de TL desarrollada (diccionario de TL), lo que internamente ameritó leer, preprocesar y medir, respectivamente, 50 y 136 cartas a los accionistas, y luego proveer los scores (en formato de tabla consolidada) de cada variable tipo PoS (sustantivos, adjetivos, verbos) para cada dimensión de TL.

El primer escenario (50 obs) consumió 17.74 segundos y, el segundo (136 obs.), 50.25 segundos (véanse extractos de las visualizaciones, en Anexo C). Estos resultados corresponden a 2.82

segundos por carta a los accionistas ante las 50 observaciones de prueba, así como a 0.34 en el escenario de las 136 cartas. Nótese las posibilidades de la M-D/T-E-M para asistir el proceso de SP y áreas afines con más eficiencia en comparación con tareas humanas.

En este caso particular es de gran interés el proceso 2, de descubrimiento de patrones en los datos de textos, dado que es en el cual hoy día se consume mayor tiempo, dinero y demás recursos cuando se trabaja bajo análisis de contenido de textos, en favor de la codificación y estructuración de los datos implicados. En esta ilustración, en menos de tres segundos por documento (carta a los accionistas) se desplegó internamente la lectura, el preprocesado de datos, la partición del texto en oraciones, el uso de PoS y patrones gramaticales, entre muchas otras operaciones propias del proceso 2. Además, con base en el vocabulario de TL se asignaron medidas numéricas a tales componentes y se produjeron indicadores de frecuencias, proporciones y otras medidas derivadas, (ej., basadas en logaritmo) para cada variable tipo PoS atribuida a cada dimensión de TL, dando lugar a una visualización como la expuesta en la Figura 10. Todo ello se logra en segundos ejecutando la función propia (*scoring\_dimens*).

- Apply the instrument (Score Matrix)

```
[18]: mat_scores_lidtrans=mt.scoring_dimens(mat_conf_glob,dicpos_II, dicpos_IM,dicpos_IS,dicpos_IC)
mat_scores_lidtrans
```

```
[18]:
```

	nwords_noun	nwords_adj	nwords_verb	nwords	nwords_tot	II.fn	II.fa	II.fv	II.p.N	II.p.A	...	lnIS.p.V	IC.f.n	IC.f.a	IC.f.v	IC.p.N	IC.p.f	
3M_2018_p2-6	477	133	179	789	1659	58	14	19	17.480410	4.219409	...	-4.175593	62	24	24	18.685955	7.233277	
Aetna_2018_p2-4	380	134	143	657	1253	35	10	22	13.966480	3.990423	...	-4.215924	31	7	13	12.370311	2.793299	
AIG_2018_p3-7	718	250	288	1256	2332	70	9	19	15.008576	1.929674	...	-4.556023	66	28	27	14.150943	6.003433	
Allstate_2018_p16-17	295	79	107	481	810	32	3	6	19.753086	1.851852	...	-4.346276	29	14	13	17.901235	8.641971	
Alphabet_2018	843	259	426	1528	3029	73	19	62	12.050182	3.136349	...	-4.418841	82	35	93	13.535820	5.777489	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Universal_2018_p20-22	363	105	144	612	1320	35	10	10	13.257576	3.787879	...	-4.834390	46	10	20	17.424242	3.787879	

**Figura 10.** Extracto de visualización (en Python) de la matriz de datos resultante de aplicar la escala de TL (basada en textos) a nuevos conjuntos de documentos.

*Fuente: elaboración propia.*

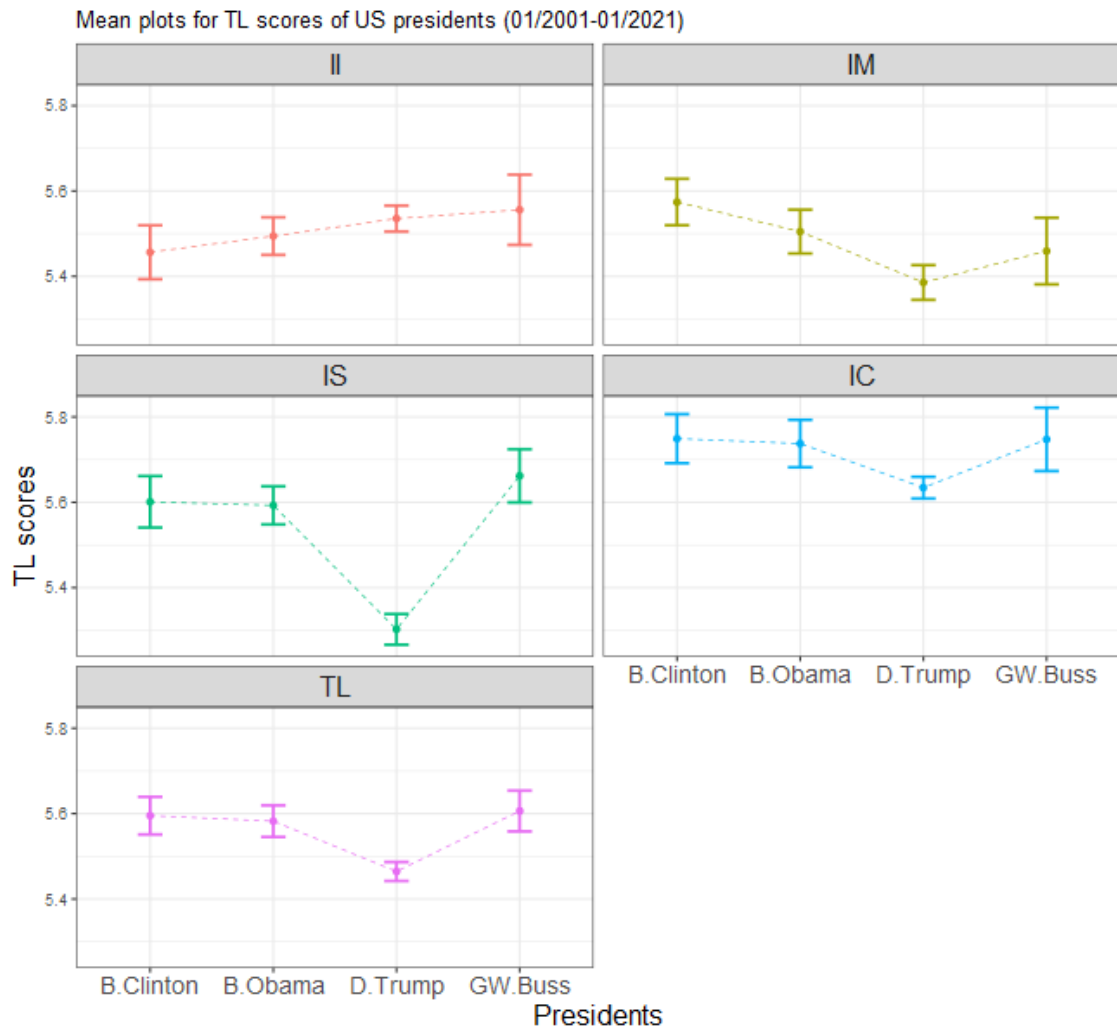
Pero ¿Cuánto tiempo habrían demandado las operaciones descritas si fuesen ejecutadas meramente bajo tareas humanas? Indudablemente, no solo el tiempo sino también los demás recursos, los sesgos y los niveles de experticia necesarios y las dificultades de reproducibilidad de los hallazgos, entre otras consideraciones, serían una desventaja notable al no contar con alternativas automatizadas que asistan las muchas otras capacidades humanas.

## **7. M-D/T-E-M asistiendo la evaluación de alternativas y la toma de decisiones de SP**

Para ilustrar el valor práctico de las soluciones de la M-D/T-E-M en cuanto el apoyo al análisis de diferencias individuales, a la fecha esta se ha desplegado en tres escenarios de prueba. Uno de ellos saca provecho de textos alusivos a transcripciones de discursos dados por cuatro expresidentes de Estados Unidos, otro considera textos producidos por docentes universitarios que se postularon a cargos de rectoría, y otro más corresponde a entrevistas a directivos organizacionales. Los dos primeros casos se analizaron bajo la escala de TL que se ha venido ilustrando, en tanto que el último abordó el constructo *generación de valor desde la analítica*. A modo de evidencia, se detalla el caso de los discursos presidenciales.

Al respecto, se recolectaron 208 discursos de expresidentes de Estados Unidos, disponibles en Brown (2017; <http://www.thegrammarlab.com>). Se eligieron los últimos cuatro presidentes en el período 01/2001 - 01/2021: B. Clinton (39 obs.), B.Obama (48 obs.), D. Trump (82 obs.) y GW.Bush (39 obs. ).

La Figura 11 expone los scores de cada uno de los expresidentes en mención, los cuales, para ilustrar y discutir las potencialidades del proceso 4 de la M-D/T-E-M, son asumidos como las alternativas de decisión. Asimismo, en tal ilustración cada una de las dimensiones de TL corresponde a los criterios de decisión.



**Figura 11.** Gráficos de medias con intervalos de confianza al 95% para los scores de los últimos cuatro presidentes de Estados Unidos (01/2001 - 01/2021) bajo la escala de TL desarrollada.

*Fuente: Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2021b).*

La Figura 11 muestra que la escala desarrollada bajo la M-D/T-E-M es un recurso útil, entre otras cosas, para asistir el "análisis de diferencias individuales". Este tipo de análisis es esencial para describir hasta qué punto los individuos se parecen entre sí (Loughry & McDonough, 2002) y predecir varias actuaciones. Así, la escala TL desarrollada mediante la M-D/T-E-M sugiere diferencias significativas entre el expresidente Trump y los demás analizados.

Nótese que el expresidente Trump presentó la puntuación más baja en IM, IS, IC y TL. Sin embargo, con respecto a II, los resultados no mostraron diferencias notables entre los expresidentes (ej., la mayor distancia fue entre "GW.Bush - B. Clinton", pero el valor p fue 0.0695, considerando la prueba de rangos de Tukey). Ahora bien, ¿qué tan razonables se muestran tales hallazgos al considerar evidencia arrojada por otros estudios al respecto?



Los resultados obtenidos son consistentes con trabajos recientes sobre TL, en los que el lenguaje, el comportamiento y otras facetas del expresidente Trump se mostraron más orientados hacia liderazgo transaccional en lugar de transformacional (Sternberg, 2020). Por ejemplo, según Salter et al. (2017, p. 65), "Donald Trump usó un porcentaje mayor ( $M = 2.51\%$ ) de palabras transaccionales que Ted Cruz ( $M = 1.28\%$ )".

Adicionalmente, las puntuaciones de Trump en II (ver Figura 11), comparadas con las obtenidas en los demás criterios (IM, IS, IC) son consistentes con Lunbeck (2017), el cual señala que los seguidores de Trump suelen presentar alta fascinación hacia él y, además, él es consciente de tal fascinación. Dicha atribución de influencia idealizada también se reportó en Williams et al. (2020, p. 11), quienes emplearon ítems del cuestionario MLQ (Avolio & Bass, 2004, 1991, 2004) y concluyeron, refiriéndose a expresidente Trump: "... alta puntuación en la variable computada, indicando percepciones de que él es altamente carismático".

Así, la presente ilustración práctica-internacional de análisis de diferencias individuales, derivada del uso de la escala de TL bajo la M-D/T-E-M (usando textos de discursos presidenciales), sugiere que el expresidente Trump presenta un estilo de liderazgo notablemente diferenciado del atribuido a los demás expresidentes aquí observados. De hecho, esta posición distintiva es consistente con Fenner y Piotrowski (2018, p. 11), cuando afirman que "el estilo ejecutivo del presidente Donald Trump ha generado una atención empírica y teórica sustancial".

Otra ilustración sobre las capacidades de la M-D/T-E-M para facilitar la evaluación de alternativas y la toma de decisiones final, en contextos de análisis de diferencias individuales, tiene que ver con las potencialidades de visualización automática de los aspectos tratados en el proceso 4 (ver diagrama de flujo en Figura 4). Al respecto, en la Figura 12 se aportan algunas de las visualizaciones tratadas en Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2021a).

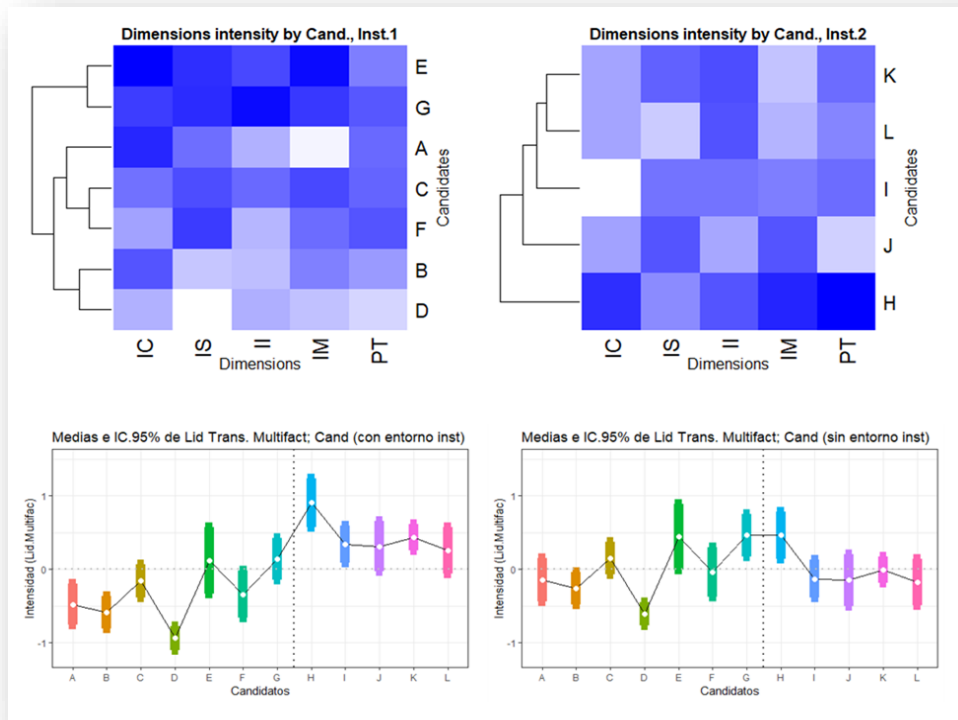


**Figura 12.** Ilustración de alternativas de visualización como apoyo a la toma de decisiones bajo la M-D/T-E-M.

*Fuente: Mosaico conformado con extractos de Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales (2021a), asociados al proceso 4 de la M-D/T-E-M en un escenario gerencial.*

El caso alusivo al mosaico de visualizaciones mostrado en la Figura 12 correspondió a un escenario de toma de decisiones estratégica, no de SP, pero sí de análisis de diferencias individuales que posibilitó ser abordado bajo el cuerpo de conocimiento de la M-D/T-E-M, particularmente de los procesos 2 y 4. En dicho caso se entrevistaron ocho dirigentes empresariales, cuyas transcripciones arrojaron ocho documentos estratégicos de entre 423 y 1241 palabras (3 a 5 páginas) por documento.

Asimismo, en la Figura 13 se proveen otras visualizaciones, ilustrativas de las potencialidades del cuarto proceso de la M-D/T-E-M, esta vez de un caso de análisis (aún en curso) sobre textos de propuestas rectorales en dos universidades colombianas.



**Figura 13:** Ilustración de alternativas de visualización como apoyo a la toma de decisiones bajo la M-D/T-E-M.

*Fuente: elaboración propia con base en análisis de propuestas rectorales bajo la M-D/T-E-M*

Véase, entonces, la utilidad de la M-D/T-E-M no solo para la generación de conocimiento exploratorio y confirmatorio, sino también para asistir la toma de decisiones práctica, sobre la base de mayor transparencia y justificación de las elecciones que se realicen. Ello aplica no solamente para ámbitos de SP sino también para muchas otras áreas interesadas en análisis de diferencias individuales, a partir de constructos psicológicos/administrativos.

La siguiente sección procede a discutir, de manera consolidada, la posición de la presente tesis doctoral con relación a la capacidad del cuerpo de conocimientos que configura la M-D/T-E-M para asistir la SP y áreas afines.

## 8. Capacidad global de la M-D/T-E-M para asistir la SP y áreas afines

La Tabla 7 provee una comparativa entre el enfoque que caracteriza a la M-D/T-E-M y los empleados por trabajos representativos en el ámbito de la investigación sobre constructos psicológicos/administrativos basados textos, los cuales, al igual que en el presente estudio, incorporaron adicionalmente datos estructurados como parte de la validación empírica. Uno de los trabajos de referencia es Pandey & Pandey (2017), publicado por la revista *Organizational Research Methods*, el cual construye principalmente a partir de Short et al. (2010) e Illia, Sonpar, & Bauer (2014) y aborda el tema desde una óptica de sintagmas nominales y verbales, aprovechando recursos de NLP. El otro es Ponizovskiy et al. (2020), publicado por la revista *European Journal of Personality*, que construye principalmente a partir de trabajos como Graham, Haidt, & Nosek (2009), Pietraszkiewicz et al. (2019) y Tausczik & Pennebaker (2010). Ponizovskiy et al. (2020) se enfoca en un constructo sobre valores personales, el cual analiza por medio de unigramas. Ambos trabajos incorporan múltiples conjuntos de datos y emplean estrictos controles en favor de deducir el cumplimiento de diversas propiedades psicométricas fundamentales.

**Tabla 7.** Comparación entre la M-D/T-E-M y marcos representativos sobre el estudio de constructos psicológicos/administrativos basados en textos

No.	Factores	Pandey & Pandey (2017)	Ponizovskiy et al. (2020)	M-D/T-E-M
1	Se basa principalmente en y extiende avances de:	Short et al. (2010) e Illia, Sonpar, & Bauer (2014).	Graham, Haidt, & Nosek (2009); Pietraszkiewicz et al. (2019) y Tausczik & Pennebaker (2010)	Pandey & Pandey (2017), Ponizovskiy et al. (2020) y Short et al. (2010).
2	Constructos de validación	Cultura organizacional (based on Denison & Neale, 2000; Cameron & Quinn, 1999; & O'Really et al., 1991).	Valores personales (basados en Schwartz, 1992; Schwartz et al., 2012).	Completo: TL (liderazgo transformacional; TL en inglés), considerando Avolio & Bass (1991, 1999, 2004). Sub-marco1 (M-D/T y SEM): pensamiento crítico en las organizaciones, salud mental en las organizaciones. Sub-marco2 (M-D/T y ADM): generación de valor desde la analítica
3	Orientación de refinamiento del diccionario para asegurar validez de contenido	Amplia-estrecha: lista grande de expresiones que se reducen utilizando evaluadores expertos (manualmente).	Amplia-estrecha: lista grande de expresiones que se reducen utilizando evaluadores expertos (manualmente) y EFA	Estrecha-Amplia: una lista de expresiones semilla (derivada del descubrimiento de patrones), las cuales se expanden de forma automática con base en similaridad semántica bajo un enfoque de diccionario distribuido y dos corpus (científico y pragmático).
4	Marco general de validez de contenido	(a) Reconocer cualitativamente el soporte teórico del constructo (incluyendo su definición y dimensionalidad), (b) crear esquemas de codificación (diccionario provisional) y (c) refinamiento/depuración de expresiones, a partir de revisión de expertos en el contenido (juzgan si los contenidos del diccionario representan adecuadamente el constructo y sus dimensiones). Corresponden a las sugerencias de Short et al. (2010). Ponizovskiy et al. (2020) usa también EFA.	(a) Reconocer cualitativamente el soporte teórico del constructo; (b) así como los patrones previamente descubiertos (estructura taxonómica, dimensionalidad, diccionario semilla); (c) expandir de forma automatizada el diccionario, a partir de corpora representativos en varios dominios (científico y pragmático); (d) ir refinando el vocabulario con base en cinco nuevas métricas.	
5	Métricas de validez de contenido	Una, basada en la evaluación de expertos (acuerdo entre codificadores).	Cinco: coherencia, balance de PoS, polaridad, comunalidad y convergencia/diferenciación embebida. Estas son obtenidas de forma automática a partir de una combinación de recursos lingüísticos, estadísticos y computacionales.	

No.	Factores	Pandey & Pandey (2017)	Ponizovskiy et al. (2020)	M-D/T-E-M
6	Inclusión de métodos de aprendizaje automático (machine learning)	Se sugiere para estudios futuros		Sí. Se usan para un nuevo método (votación embebida) de refinamiento automático de diccionarios, el cual emula la tradicional evaluación de expertos. Para ello se recurre un enfoque de vectores embebidos (ej., word2vec). Además, la propiedad convergencia/diferenciación embebida también se basa en ello. Además, se incorporan en el examen de la predictibilidad desde la escala, usando regresión logística, árboles de clasificación y bagging.
7	Diversidad de los conjuntos de datos	Múltiples, generados offline y derivados de entornos de organizaciones (ej., informes anuales y cartas a los accionistas).	Múltiples, generados offline/offline y derivados de entornos individuales (ej., blogs, ensayos).	Múltiples, generados offline/online y derivados de entornos individuales (publicaciones de blog, preguntas abiertas y ensayos) y organizativos (ej., informes anuales y cartas a los accionistas).
8	Representatividad de los dominios de los datos	Formales (niveles organizacionales estratégicos).	Cotidianos/casuales	Formales y casuales (niveles organizativos estratégicos y entornos cotidianos).
	Representación de las variables observables en modelos de medida del constructo	Corresponden a parcelas aleatorias a partir de una lista combinada expresiones (incorpora recursos de NLP para extraer sintagmas nominales y verbales)	Listas combinadas expresiones (sin incorporar recursos de NLP)	Listas combinadas de expresiones controlando PoS (ej., variable de sustantivos de la dimensión i). Es decir, cada variable corresponde a uno de los tipos de PoS, bajo uno de dos formatos: (a) básico (sustantivos: entidades perceptuales, adjetivos: cualidades, verbos: acciones alusivas al constructo), (b) compuesto (sintagmas nominales, adjetivales, verbales); también se ofrece la posibilidad de construir (c) parcelas (promediando PoS) asegurando la participación de PoS en cada faceta/dimensión del constructo. En cada caso se incorporan recursos de NLP.
9	Enfoque de examen de tipos de validez (interna, externa-incluyendo predictiva)	CFA de primer/segundo orden, contraste de grupos de referencia (mediante pruebas t), análisis de correlación con variables de referencia. Predictiva: regresión OLS y robusta.	Análisis de correlación con variables de referencia	CFA de primer/segundo orden con PoS correlacionados, análisis de correlación con variables de referencia, contraste de grupos de referencia. Predictiva: Análisis de correlación con variables de referencia y tres métodos de aprendizaje automático (regresión logística, árboles de clasificación y bagging).

No.	Factores	Pandey & Pandey (2017)	Ponizovskiy et al. (2020)	M-D/T-E-M
10	Análisis de equidad	No se aporta evidencia empírica	No se aporta evidencia empírica	Se basa en análisis de regresión (con y sin remuestreo) de las puntuaciones del constructo, según género y edad.
11	Valor práctico de las escalas	No es empíricamente ilustrado	No es empíricamente ilustrado	En el contexto del análisis de diferencias individuales. Se usa el constructo TL, considerando transcripciones de discursos de cuatro expresidentes de EE. UU., en el período 01/2001 – 01/2021. Además, el constructo <i>generación de valor desde la analítica</i> , usando transcripciones de entrevistas de ocho dirigentes.

*Fuente: elaboración propia.*

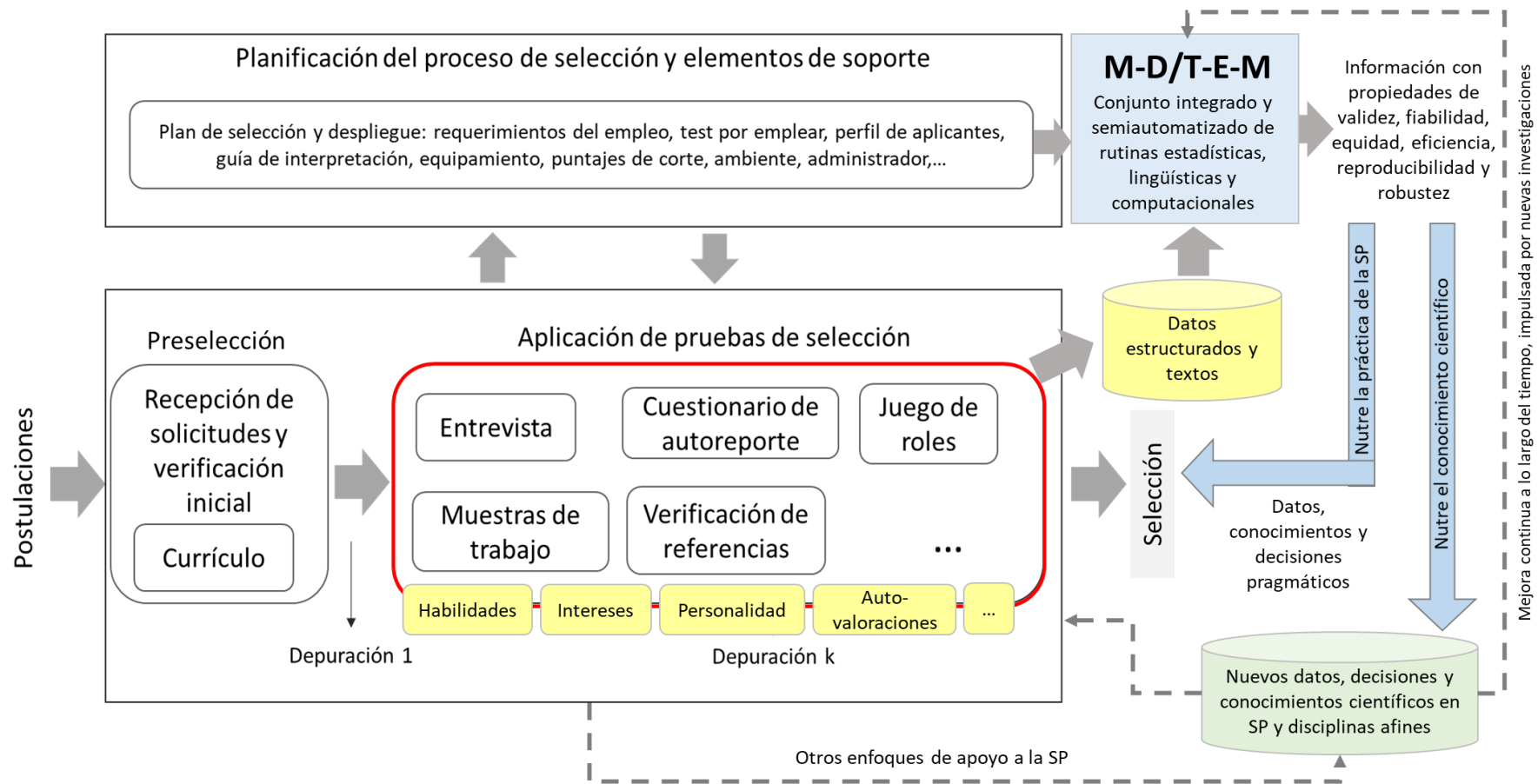
La Tabla 7 muestra que la M-D/T-E-M ha tomado en cuenta bases fundamentales de marcos reconocidos-especializados en la investigación sobre constructos psicológicos/administrativos basados en textos, útiles no solo para la SP sino también para otros ámbitos interesados en variables latentes. Sobre dichas bases y mediante rutinas creativas e integrativas complejas se ha sistematizado un conjunto de conocimientos que configuran la M-D/T-E-M, viables de aprehender, enseñar, aplicar, interpretar, transferir y mejorar en el tiempo, en dominios de SP y áreas afines. A partir de tal sistematización, la M-D/T-E-M contribuye con la extensión de valiosos aportes de trabajos previos en varios aspectos:

- (i) Potenciación de tareas automatizadas y semiautomatizadas para la creación de escalas tipo diccionarios, alusivas a constructos psicológicos/administrativos.
- (ii) Control y aprovechamiento analítico de PoS (calidades, entidades perceptuales y acciones alusivas al constructo), mediante la incorporación de recursos lingüísticos, estadísticos y computacionales.
- (iii) Representación de la medida del constructo basada en PoS correlacionadas y su confirmación en cuanto a validez interna, validez externa, fiabilidad y equidad.
- (iv) Generación de valor pragmático en situaciones de toma de decisiones relacionada con análisis de diferencias individuales (ej., caso expresidentes de Estados Unidos).
- (v) El proceso de configuración de la M-D/T-E-M y sus usos en múltiples/representativos conjuntos de datos, de corte nacional e internacional, a la fecha del depósito de esta tesis ha arrojado siete subproductos (artículos). Uno de ellos es tipo revisión/divulgación sobre SP y los seis restantes son de naturaleza metodológica-empírica, enmarcados en la analítica de gestión en general.

Bajo estas consideraciones es razonable inferir que el cuerpo de conocimientos que configuran la M-D/T-E-M, vistos desde lo ontológico, epistemológico, axiológico, praxeológico y metodológico tiene la capacidad de inspirar, respaldar, renovar y guiar futuras iniciativas investigación en áreas no solo de SP sino también en aquellas interesadas en constructos psicológicos/administrativos.

Ahora bien, con base en el marco de referencia sobre SP (véase sección 2) y la interpretación metodológica de la M-D/T-E-M (véase sección 5.1.6 y Figura 4), vale la pena ahondar en el papel práctico de la M-D/T-E-M, considerando los procesos cotidianos de la SP. Para ello, considere la Figura 14.





**Figura 14.** Enfoque de la práctica y la investigación en SP (y áreas afines) ante la M-D/T-E-M.

*Fuente: con base en y extendiendo a Alonso, Moscoso, & Cuadrado (2015); Ployhart, & Schneider (2012), Tippins (2012) y Zabaleta & Maurelis (2005)*

La Figura 14 refleja que el papel principal que cumple M-D/T-E-M, desde una interpretación metodológica, es el del aprovechamiento y la explotación de los datos generados por los procesos convencionales de la SP. Esto se logra a través de un conjunto integrado y semiautomatizado de rutinas estadísticas, lingüísticas y computacionales que asisten la práctica de la SP (y se realimentan de ella), y, a su vez, nutren el conocimiento científico (y se realimentan de él) en áreas de SP y disciplinas afines a constructos psicológicos/administrativos.

Así, la M-D/T-E-M inicialmente reconoce los datos de SP disponibles (proceso 1, Figura 4), lo cual le posibilita al investigador/analista ser consciente de los factores que estos representan, de las pruebas implicadas, de las variables de trabajo y de la naturaleza de estas. Luego, busca aprovechar exploratoriamente tales datos mediante el descubrimiento de patrones subyacentes (proceso 2), bien sea desde un enfoque conducido por la teoría o por los datos (o ambos), altamente intensivos en M-D/T. Esto deriva en modelos conceptuales o taxonómicos reflejados exploratoriamente en los datos de SP (con asistencia de otros datos cuando corresponda; ej., resúmenes de artículos científicos).

Seguido, da ciertas garantías de la calidad de tales patrones y sus escalas de medida (ej., diccionarios) (proceso 3), en busca de reducir la brecha entre la teoría y la práctica (en términos psicométricos, de eficiencia/reproducibilidad y de equidad). Para ello, toma en consideración recursos confirmatorios en contextos de SEM (ej., CFA), complementados con recursos lingüísticos/computacionales/estadísticos guiados por M-D/T (ej., balance de PoS, polaridad del contenido, coherencia, convergencia/diferenciación, votación embebida, representación de escalas de medida basadas en PoS correlacionadas).

Asimismo, la M-D/T-E-M contextualiza los patrones confirmados en el marco de decisiones multicriterio de SP (proceso 4) y asume, como criterios, las facetas/dimensiones de los constructos implicados y, como alternativas, los candidatos a un cargo vacante (ej., productores de textos y/o respuestas a cuestionarios). Además, posibilita llevar a cabo la fijación de pesos de los criterios aprovechando información disponible de tales procesos exploratorios y confirmatorios (ej., cargas factoriales), y también hace viable aprovecharla en la evaluación de las alternativas (ej., scores producidos por escalas confirmadas; enfoque guiado por textos). Posterior a ello, ofrece vías tradicionales en el ADM para la evaluación global de los candidatos (y su ordenación), así como para examinar la sensibilidad de la solución identificada ante cambios de preferencias en el investigador/analista u organización.

Adicionalmente, los procesos de la M-D/T-E-M tienen incorporadas, en su mayoría, tareas automatizadas (con potencial de extensión a gran escala) con apoyo de software libre como R y Python. Por tanto, desde la M-D/T-E-M se facilita respaldar, agilizar y dar mayor trazabilidad a

la SP, en cuanto a los insumos utilizados para la decisión, las operaciones analíticas implicadas en el proceso decisor y la solución sugerida.

Por consiguiente, resulta razonable asumir que el cuerpo de conocimientos mínimos expuestos en la presente tesis, que configuran la M-D/T-E-M en su estado actual, posibilitan embeber nuevas capacidades y recursos analíticos dentro de las rutinas ya existentes en las organizaciones, particularmente relacionadas con SP y funciones afines. Más aún, la inclusión de tal “granito de arena” (M-D/T-E-M) en el cuerpo de los valiosos conocimientos ya existentes de SP (y áreas relacionadas) es consistente con diversos retos que traen consigo corrientes emergentes como el big data y la industria 4.0 (Aceto, Persico, & Pescapé, 2020; Peruzzini & Stjepandic, 2018), en tópicos de: integración de datos/sistemas/áreas/disciplinas, toma de decisiones/generación de valor a partir de patrones en los datos, trazabilidad para incrementar la transparencia y la transversalización del conocimiento, y automatización para reducir el consumo de recursos y riesgos de fallos humanos.

## 9. Conclusiones y trabajo futuro

La M-D/T-E-M partió de asumir que los recursos teóricos-metodológicos orientados al entendimiento de constructos psicológicos/administrativos, desde una mirada psicométrica, son esenciales para contribuir a soluciones efectivas de la M-D/T en la SP y áreas afines. Igualmente reconoció que el estudio de tales constructos no se limita a datos derivados de cuestionarios de autoinforme, ya que el ser humano también manifiesta sus pensamientos, sentimientos, habilidades y creencias por medio del lenguaje natural (hablar o escribir). Así, a lo largo de todo el proceso de desarrollo de la M-D/T-E-M, incluyendo sus despliegues iniciales, se fue encontrando cada vez más soporte teórico, metodológico y empírico de la pertinencia y plausibilidad de dichos supuestos. Es decir, se fue reforzando cada vez más el hecho de que el lenguaje natural puede ser utilizado como medio para el estudio de constructos psicológicos/administrativos (exploratorios, confirmatorios y de toma de decisiones práctica). Ello es consistente, por ejemplo, con la capacidad de hablar de una emoción sin que esta se encuentre físicamente presente (Kazemzadeh et al., 2016, p. 5). Esto también va en sintonía con Moulin (1992), en cuanto a que un escritor/orador elige información relevante del mundo para elaborar una representación conceptual al respecto; luego, la transfiere mediante el discurso oral/escrito (nivel lingüístico), compartiendo con ello facetas alusivas a creencias, sentimientos, sensaciones, conocimientos, actitudes y comportamientos.

La M-D/T-E-M, para lograr una mejor comprensión y aprovechamiento de tales facetas psicológicas/administrativas, tiene en cuenta la inicialización, la expansión y el control de las PoS a lo largo de la creación, la representación, la validación y el uso de las medidas de constructos basadas en textos. En consecuencia, considerando el principio de composicionalidad semántica y la representación de diccionarios distribuidos, la M-D/T-E-M asume, observa y modeliza los constructos en mención desde una óptica más justificable y lingüísticamente completa, en comparación con la tradicional lista consolidada de palabras y/o parcelas aleatorias.

Por otro lado, la M-D/T-E-M también reconoce que el éxito de una solución de M-D/T debe estar determinado por estándares aceptables en el dominio de uso. De ahí que, al considerar el ámbito de la SP, en el cual no basta como criterio de éxito llevar consigo el *data-driven-approach*, la M-D/T-E-M adopta un enfoque que aprovecha tanto la teoría sobre el constructo (ej., significado, estructura, dimensionalidad, definiciones) como variedad de recursos lingüísticos, estadísticos y computacionales.

Además, luego de preparar el corpus semilla, la M-D/T-E-M transforma automáticamente los datos no estructurados (textos) en un formato estructurado y lleva a cabo pasos de expansión del diccionario cuyo desempeño inicial (validez de contenido) se examina y mejora con el apoyo de cinco nuevas propiedades (comunalidad, polaridad, coherencia, convergencia/diferenciación y balance de PoS). Este procedimiento expande el estándar actual de validación de contenido de constructos psicológicos/administrativos basados en textos, el cual es altamente dependiente de tareas humanas y se caracteriza por alta subjetividad, incapacidad de abordar muestras grandes y resulta difícil de reproducir/replicar. Por lo tanto, la M-D/T-E-M facilita la implementación de tareas automatizadas (o semiautomatizadas) que comprenden conjuntos de datos semilla, científicos y pragmáticos, sobre la asistencia de recursos lingüísticos, computacionales y estadísticos.

Así, contemplando las implicaciones cerebrales y lingüísticas de las PoS, al igual que el uso de un enfoque basado en teoría/datos, la multiplicidad/diversidad de conjuntos de datos estudiados y la evidencia empírica ilustrada, esta tesis sugiere que mediante el cuerpo de conocimientos que configuran la M-D/T-E-M es posible descubrir (de forma automática/semiautomática) patrones en los datos, con atribución verificable de validez, fiabilidad, equidad y valor práctico. Sobre este último, la M-D/T-E-M ha empleado una perspectiva multicriterio para favorecer la toma de decisiones de SP, que busca sacar provecho de los patrones descubiertos/confirmados, considerando aspectos como las facetas/dimensiones de los constructos y los scores inducidos desde los datos. Así, la M-D/T-E-M ha mostrado su capacidad para asistir decisiones de análisis de diferencias individuales, por medio de la integración de recursos de M-D/T en etapas generales del ADM. Ello hace posible que la M-D/T-E-M propicie la transparencia, la eficiencia y la justificación de las decisiones por emprender.

El cuerpo de conocimientos integrados bajo M-D/T como columna vertebral y asistidos por recursos de SEM y ADM representa una contribución original, bien se le mire al nivel de cada área (M-D/T, SEM, ADM) o al de la hibridación de métodos de analítica en escenarios de empresa. Así, las capacidades de la M-D/T-E-M para contribuir a la investigación y práctica de la SP y áreas afines, son consistentes con las tres vertientes teóricas de la M-D/T propuestas en Manila (2000) (de comprensión, probabilística y microeconómica).

Bajo la perspectiva de la comprensión (comprimir datos), la M-D/T-E-M se constituye en un conjunto de capacidades que posibilitan encontrar en datos de múltiples dominios, aquellas cualidades, entidades perceptuales y acciones relevantes sobre un determinado constructo en observación. Desde la óptica probabilística, la M-D/T-E-M se asume como un conjunto de capacidades que permiten descubrir estructuras a partir de datos comprimidos, reflejados en

frecuencias de PoS (ej., durante la validación de contenido) o puntuaciones de escalas de medida (ej., durante validación interna/externa). Del mismo modo, los procedimientos tradicionales en el análisis de datos de cuestionarios, como las pruebas de Chi-cuadrado, el análisis de correlación y el CFA, se justifican e incluyen en la M-D/T-E-M para examinar si existe evidencia empírica razonable sobre la plausibilidad de presuposiciones sobre el objeto de estudio (perspectiva probabilística). Además, considerando la perspectiva microeconómica, la M-D/T-E-M se muestra como un conjunto de capacidades para encontrar patrones procesables; es decir, la decisión "x" que conduce a la máxima utilidad  $f(x)$ . Esta mirada permitió la inclusión de métodos de aprendizaje automático en la M-D/T-E-M, para diseñar un nuevo método (votación embebida) y una nueva propiedad (convergencia/diferenciación de contenido embebido; Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales, 2021b), ambos basados en vectores embebidos (ej., word2vec). Además, también usó regresión logística, árboles de clasificación y bagging para analizar la capacidad predictiva de escalas de medida desde una perspectiva de aprendizaje supervisado.

En la presente experiencia investigativa (y sus subproductos), en cuanto a constructos reflejados en textos se estudiaron: liderazgo transformacional (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales, 2021b), pensamiento crítico en el trabajo (Pérez-Rave, Fernández-Guerrero, & González-Echavarría, 2020; Pérez-Rave, Zapata-Jaramillo, & Jaramillo-Álvarez, 2021), gestión de salud mental en las organizaciones (Pérez-Rave, Zapata-Jaramillo, & Jaramillo-Álvarez, 2020) y generación de valor desde la analítica (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & Correa-Morales, 2021a). En cuanto a los reflejados en datos estructurados, se consideraron calidad de la sesión de clase y satisfacción del estudiante (Pérez-Rave, Jaramillo-Álvarez, & González-Echavarría, 2019). Futuros estudios deberían validar la faceta metodológica de M-D/T-E-M, considerando estos y otros constructos psicológicos/administrativos. Otra línea de trabajo es el análisis de sensibilidad de las propiedades lingüísticas propuestas (comunalidad, coherencia, balance de PoS, polaridad y convergencia/diferenciación; todas ellas referidas al aseguramiento y validación del contenido), incorporando de forma premeditada violaciones y no violaciones de validez de contenido desde el punto de vista humano. Esto facilitaría examinar el grado en que dichas propiedades automatizadas (y sus métodos) no solo pueden asistir las tareas humanas sino además reemplazarlas. Los estudios futuros también pueden obtener beneficios de este trabajo, utilizando o bien de forma completa los cuatro procesos de la M-D/T-E-M (en su faceta metodológica) o bien uno de sus procesos, con miras a soluciones particulares (“ganancias tempranas”) exploratorias, confirmatorias o de toma de decisiones práctica. Todo ello, por ejemplo, vale la pena realizarlo a la luz de las perspectivas probabilística, microeconómica y de comprensión de datos.

# Anexos

## A. Anexo: Extractos de código y sus salidas, alusivos a generación y validación (de contenido) semiautomáticas de diccionarios de constructos (caso TL)

Supp 3. Outputs derived from the code (in Python) for the dictionary creation and content validation.

This document is a supplementary material (Supp3) for the article: "Psycho-Managerial Text Mining (PMTM) for studying psychological/managerial constructs from a theory/text-driven approach"

Apr 06, 2021

```
[1]: #Control time
print ("-----STARTING-----")
import time
t_initial = time.time()
nvotes=50

-----STARTING-----

[2]: import pandas as pd
import import_ipynb
import fnes.my_text_fun as mt
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from collections import counter
import pickle
from gensim.models import Word2Vec
from scipy.stats import chi2_contingency
```

### 3. Extracting an initial construct vocabulary using the seed corpus/corpora

- Reading data

```
[3]: datos = pd.read_csv("seed_corpus/sets3.csv",sep=";")
print(datos.columns)
datos.rename(columns={'Idealized Influence': 'II', 'Inspirational Motivation': 'IM', 'Intellectual Stimulation': 'IS', 'Individualized Consideration':
print(datos.iloc[0][0])
Index(['Idealized Influence', 'Inspirational Motivation',
      'Intellectual Stimulation', 'Individualized Consideration'],
      dtype='object')
Transformational leaders have associates who view them in an idealized way, and as such, these leaders wield much power and influence over their followers. They want to identify with the leaders and their mission. They develop strong feelings about such leaders, in whom they invest much trust and confidence. Transformational leaders arouse and inspire others with whom they work with a vision of what can be accomplished through extra personal effort. However, the leader who is personally charismatic with his or her "own agenda" is often set up as an idol, not idealized, and he or she falls way short of being transformational. Transformational leaders, who are socially oriented and are willing to inhibit their use of power, gain greater levels of long term performance by developing a higher level of autonomy, achievement, and performance in associates who follow them. Further, they encourage development, changes in their mission and vision, and, most importantly, achievement of each associate's full potential. These leaders risk the threat of replacement for the greater gain obtained when associates are fully capable of modifying and contributing to the leader's overall mission and goals.
```

## - PoS balance

```
[73]: mt.prop_balance(axII, axIM, axIS, axIC)
```

PoS balance analysis

	Frequency				Proportion			
	II	IM	IS	IC	II	IM	IS	IC
Nouns	110	95	119	100	0.425	0.401	0.398	0.360
Adjectives	42	45	62	60	0.162	0.190	0.207	0.216
Verbs	107	97	118	118	0.413	0.409	0.395	0.424

Chisq: 4.121 ; p-value: 0.6603 df: 6

```
[2]: dat = pd.read_csv("Paper 2021/tables_conj_prueba.csv", sep=";")
dat.index=['noun', 'adj', 'verb']
table1 = dat.iloc[:,1:5]
print(table1)
table2 = dat.iloc[:,5:9]
print(table2)
mt.compare2tables(table1, table2)
```

	II.1	IM.1	IS.1	IC.1
noun	89	89	134	104
adj	38	41	52	49
verb	97	87	117	104

	II.2	IM.2	IS.2	IC.2
noun	110	95	119	100
adj	42	45	62	60
verb	107	97	118	118

Test for comparing 2 contingency tables:

Chisq: 3.4095  
p-value: 0.9061  
Conclusion: Homogeneous tables



## B. Anexo: Breves extractos de código y sus salidas, alusivos al uso automático de diccionarios de constructos (caso TL)

```
Applying scales derived from M-D/T-E-M

By Jorge Iván Pérez Rave

[2]: import pandas as pd
import import_ipynb
import fnes.my_text_fun as mt
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from collections import Counter
import time
import pickle

importing Jupyter notebook from C:\Users\JPR\Dropbox\PhD Sistemas\Beca\Pro

[3]: ## A. Defining the reference model and its manifestations

Multifactor Leadership Questionnaire™ (MLQ – also known as the MLQ 5X short or the
```

```
Load dictionaries and quality properties

[4]: # Load English dictionary
a_file = open("lidtrans_dicti/dicp_II_prag2.pkl", "rb")
dicpos_II = pickle.load(a_file)
a_file.close()

a_file = open("lidtrans_dicti/dicp_IM_prag2.pkl", "rb")
dicpos_IM = pickle.load(a_file)
a_file.close()

a_file = open("lidtrans_dicti/dicp_IS_prag2.pkl", "rb")
dicpos_IS = pickle.load(a_file)
a_file.close()

a_file = open("lidtrans_dicti/dicp_IC_prag2.pkl", "rb")
dicpos_IC = pickle.load(a_file)
a_file.close()
```

## Corpora for validation

### Fortune companies - Letters

```
[9]: # First 50 best companies
t_iniglob = time.time()
t_ini = time.time()
#x = 'confirm_corpus/letters_18/first50_text'
x = 'confirm_corpus/letters_18/new_letters_first_new_text'
mat_conf_corpus = mt.frame_mult_docs2(x)
mat_conf_corpus
t_end = time.time()
print(t_end - t_ini)

8.000440835952759
```

```
[10]: # Last 50 best companies
t_ini = time.time()
#x = 'confirm_corpus/letters_18/last50_text'
x = 'confirm_corpus/letters_18/new_letters_last_new_text'
mat_conf_corpus2 = mt.frame_mult_docs2(x)
mat_conf_corpus2
t_end = time.time()
print(t_end - t_ini)

8.336019277572632
```

```
[11]: mat_conf_corpus['top'] = 'firstnew'
mat_conf_corpus2['top'] = 'lastnew'
mat_conf_glob = pd.concat([mat_conf_corpus, mat_conf_corpus2])
mat_conf_glob = mat_conf_glob.loc[mat_conf_glob['nwords_noun']>0]
mat_conf_glob = mat_conf_glob.loc[mat_conf_glob['nwords_adj']>0]
mat_conf_glob = mat_conf_glob.loc[mat_conf_glob['nwords_verb']>0]
mat_conf_glob.head()
```

	text	noun	adj	verb	nwords_noun	nwords_adj	nwords_verb	nwords	mwords_tot	top
Alcoa_2018_p4-6	letter to stockholder in the full two year tha...	[letter, stockholder, year, alcoa, corporation...	[full, independent, long, bright, strategic, c...	[operated, traded, emphasized, solidifying, en...	363	120	155	630	1172	firstnew
Ameriprise Financial_2018_p03-13	annual report dear fellow shareholder today am...	[report, shareholder, today, service, firm, bu...	[annual, fellow, tall, strongest, fiscal, prou...	[dear, ameriprise, stand, manage, invested, de...	1207	410	470	2087	4083	firstnew
Autoliv_2018_p6-7	dear shareholder a s we reflect on the past ye...	[shareholder, change, autoliv, industry, elect...	[dear, past, automo, tive, focused, strong, hi...	[reflect, look, spun, allowing, optimized, del...	327	113	123	563	1056	firstnew
AutoZone_2018_p3-6	autozone s pledge est autozoners always put cu...	[autozone, pledge, autozoners, customer, part...	[est, great, best, right, hard, fiscal, ample, ...	[put, know, look, got, want, thank, improved, ...	694	290	301	1285	2729	firstnew
Ball_2018_p2-8	commitment to decarbonization in mid we set a ...	[commitment, decarbonization, mid, greenhouse...	[bold, ghg, ghg, biennial, bold, ready, import...	[set, reduce, compared, strive, reduce, mining...	599	186	258	1043	1960	firstnew

### - Apply the instrument (Score Matrix)

```
[18]: mat_scores_lidtrans=mt.scoring_dims(mat_conf_glob,dicpos_II, dicpos_IM,dicpos_IS,dicpos_IC)
mat_scores_lidtrans
```

	nwords_noun	nwords_adj	nwords_verb	nwords	nwords_tot	II.f.n	II.f.a	II.f.v	II.p.N	II.p.A	...	IntS.p.V	IC.f.n	IC.f.a	IC.f.v	IC.p.N	IC.p.I
3M_2018_p2-6	477	133	179	789	1659	58	14	19	17.480410	4.219409	...	-4.175593	62	24	24	18.685955	7.23327:
Aetna_2018_p2-4	380	134	143	657	1253	35	10	22	13.966480	3.990423	...	-4.215924	31	7	13	12.370311	2.79329:
AIG_2018_p3-7	718	250	288	1256	2332	70	9	19	15.008576	1.929674	...	-4.556023	66	28	27	14.150943	6.00343:
Allstate_2018_p16-17	295	79	107	481	810	32	3	6	19.753086	1.851852	...	-4.346276	29	14	13	17.901235	8.64197:
Alphabet_2018	843	259	426	1528	3029	73	19	62	12.050182	3.136349	...	-4.418841	82	35	93	13.535820	5.77748:
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Universal_2018_p20-22	363	105	144	612	1320	35	10	10	13.257576	3.787879	...	-4.834390	46	10	20	17.424242	3.78787:

## C. Anexo: Visualizaciones de tiempos arrojados por el uso de la escala de TL en dos escenarios de datos (50 y 136 obs.)

```
8
Unisys_2018_p2-3      181      61      83      325      623      13      3      6      10.433387      2.407705 ...
50 rows x 41 columns
←
19]: mat_scores_lidtrans['top']=mat_conf_glob['top']
20]: mat_scores_lidtrans.to_excel("matdat_fortune/mat_scores_TL_lettersBnew.xlsx",sheet_name='mat_letters_newD')
t_endglob = time.time()
print(t_endglob - t_iniglob)
17.737276315689087
```

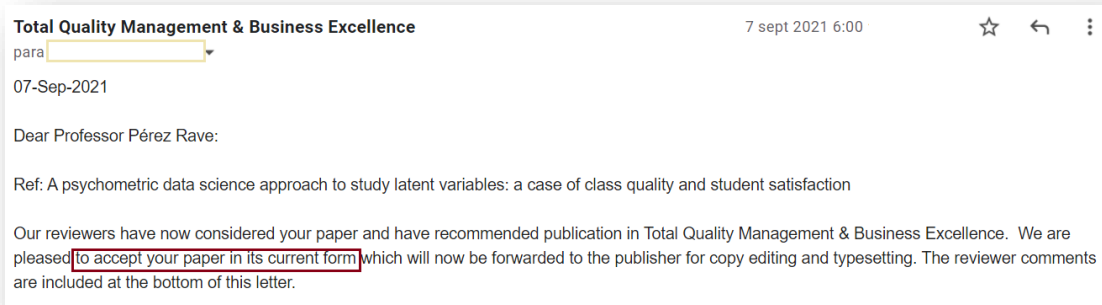
```
Woodward_2018_p2     192      76      67      335      602      17      4      4      14.119601      3.322259 ...
136 rows x 41 columns
←
19]: mat_scores_lidtrans['top']=mat_conf_glob['top']
20]: mat_scores_lidtrans.to_excel("matdat_fortune/mat_scores_TL_lettersE.xlsx",sheet_name='mat_letters_E')
t_endglob = time.time()
print(t_endglob - t_iniglob)
50.25139141082764
```

## D. Anexo: Artículos en evaluación (evidencia de la postulación)

TITLE	CREATED	SUBMITTED
Psycho-Managerial Text Mining (PMTM) for studying psychological/managerial constructs from a theory/text-driven approach <a href="#">View Submission</a>  <a href="#">Cover Letter</a>	23-Apr-2021	23-Apr-2021
Mental health in organizations from a text analytics approach: Taxonomic model, trends, and impact of Covid-19 <a href="#">View Submission</a>	19-Mar-2021	19-Mar-2021

Title:	<b>Understanding critical thinking in business from an integrative text-driven approach</b>
Author:	<b>Jorge Pérez Rave</b>
Email:	<b>jjprave@gmail.com</b>

## E. Anexo: Artículo aprobado para publicación



Clasificación en Publindex:

### TOTAL QUALITY MANAGEMENT AND BUSINESS EXCELLENCE

Calificación	Vigencia	Sires
A1	Ene 2021 - Dic 2021	Journal Citation Reports - JCR Journal Citation Reports - JCR Journal Citation Reports - JCR Journal Citation Reports - JCR Scimago Journal Rank - SJRScimago Journal Rank - SJRScimago Journal Rank - SJRScimago Journal Rank - SJR

ISSN: 1478-3371

## F. Anexo: Artículos publicados a la fecha



<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14783363.2020.1787824?journalCode=ctqm20>

Clasificación en Publindex:

### TOTAL QUALITY MANAGEMENT AND BUSINESS EXCELLENCE

Calificación	Vigencia	Sires
A1	Ene 2021 - Dic 2021	Journal Citation Reports - JCR Journal Citation Reports - JCR Journal Citation Reports - JCR Journal Citation Reports - JCR Scimago Journal Rank - SJRSimago Journal Rank - SJRSimago Journal Rank - SJRSimago Journal Rank - SJR

ISSN: 1478-3371



<http://www.revistaespacios.com/a20v41n22/a20v41n22p23.pdf>

Clasificación en Publindex:

### Espacios

Calificación	Vigencia	Sires
B	Ene 2019 - Dic 2020	Scimago Journal Rank - SJR

ISSN: 0798-1015

Original Article | Published: 28 July 2021

## Multi-criteria decision-making leveraged by text analytics and interviews with strategists

[Jorge Iván Pérez Rave](#) , [Gloria Patricia Jaramillo Álvarez](#) & [Juan Carlos Correa Morales](#)




[Journal of Marketing Analytics](#) (2021) | [Cite this article](#)

183 Accesses | [Metrics](#)

<https://link.springer.com/article/10.1057/s41270-021-00125-8>

Clasificación en Publindex:

### JOURNAL OF MANAGEMENT ANALYTICS

Calificación 	Vigencia 	Sires 
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
A2	Ene 2021 - Dic 2021	Scimago Journal Rank - SJRSimago Journal Rank - SJRSimago Journal Rank - SJRSimago Journal Rank - SJR

ISSN: 2327-0039

# Bibliografía

- Abbe, A., Grouin, C., Zweigenbaum, P., & Falissard, B. (2016). Text mining applications in psychiatry: a systematic literature review. *International journal of methods in psychiatric research*, 25(2), 86-100.
- Abuazab, A., Selamat, H., & Yusoff, R. (2017). Challenge of Text Mining in Clinical Decision Support System. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(20), 5261-5273.
- Aceto, G., Persico, V., & Pescapé, A. (2020). Industry 4.0 and health: Internet of things, big data, and cloud computing for healthcare 4.0. *Journal of Industrial Information Integration*, 18, 100129.
- Adejuwon, A., & Mosavi, A. (2010). Domain driven data mining—Application to business. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, 7(4), 41-44.
- Aghdaie, M., Zolfani, S., & Zavadskas, E. (2013). A hybrid approach for market segmentation and market segment evaluation and selection: an integration of data mining and MADM. *Transformations in Business & Economics*, 12(2B), 431-459.
- Ahmadi, H., Rad, M., Nazari, M., Nilashi, M., & Ibrahim, O. (2014). Evaluating the factors affecting the implementation of hospital information system (HIS) using AHP method. *Life Science Journal*, 11(3), 202-207.
- Akins, R. B., Tolson, H., & Cole, B. R. (2005). Stability of response characteristics of a Delphi panel: application of bootstrap data expansion. *BMC medical research methodology*, 5(1), 1-12.
- Al-Agili, M. Z., Mamat, M. B., Abdullah, L., & Maad, H. A. (2012). The factors influence students' achievement in mathematics: A case for Libyan's students. *World Applied Sciences Journal*, 17(9), 1224-1230.
- Aldás, J., & Uriel, E. (2017). *Análisis multivariante aplicado con R*. (2da ed.). Alfacentauro, Parainfo.
- Al-Moslmi, T., Albared, M., Al-Shabi, A., Abdullah, S., & Omar, N. (2019). A Comparative Study of Co-Occurrence Strategies for Building A Cross-Domain Sentiment Thesaurus. In *2019 First International Conference of Intelligent Computing and Engineering*. Hadhramout, Yemen.
- Alonso, P., Moscoso, S., & Cuadrado, D. (2015). Procedimientos de selección de personal en pequeñas y medianas empresas españolas. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 31(2), 79-89.
- Álvarez-Sánchez, A. (2016). Inconsistencia en la selección de personal en la empresa agrícola del Dr. Omar Paladines de la ciudad de Machala (Bachelor's tesis). Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador.



- American Educational Research Association (AERA), American Psychological Association (APA), & National Council on Measurement in Education (NCME). (1999). *Standards for educational and psychological testing*. American Educational Research Association.
- Aryee, S., Walumbwa, F. O., Zhou, Q., & Hartnell, C. A. (2012). Transformational leadership, innovative behavior, and task performance: Test of mediation and moderation processes. *Human Performance*, 25(1), 1-25.
- Athauda, R., Tissera, M., & Fernando, C. (2009). Data mining applications: Promise and challenges. In *Data Mining and Knowledge Discovery in Real Life Applications*. InTech.
- Avolio, B. J., Bass, B. M., & Jung, D. I. (1999). Re-examining the components of transformational and transactional leadership using the Multifactor Leadership. *Journal of occupational and organizational psychology*, 72(4), 441-462.
- Avolio, B., & Bass, B. (1991). *The full-range of leadership development*. Center for Leadership Studies. Binghamton, NY.
- Avolio, B. & Bass, B. (2004). *Multifactor Leadership Questionnaire* (3rd ed.). Manual and Sample Set. University of Nebraska and SUNY Binghamton, CA: Mind Garden.
- Balan, U., & Mathew, S. (2015). Online word of mouth using text mining: A review of literature and future directions. In *2015 IEEE Computational Intelligence: Theories, Applications and Future Directions (WCI)*, 1-6. IEEE.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17, 99-120.
- Bastida, M., & Moscoso, S. (2015). Steel barrier: Legal implications from a gender equal opportunity perspective. *The European Journal of Psychology Applied to Legal Context*, 7(1), 13-22.
- Batista-Foguet, J. M., & Coenders-Gallart, G. (2000). *Modelos de ecuaciones estructurales, cuadernos de estadística*. La Muralla. Madrid, España.
- Beier, M., & Ackerman, P. (2012). Time in personnel selection. In N. Schmitt (Ed.), *Oxford library of psychology. The Oxford handbook of personnel assessment and selection* (721-739). Oxford University Press.
- Bell, E., Bryman, A., & Harley, B. (2018). *Business research methods*. Oxford university press.
- Bentler, P. M. (2007). Covariance structure models for maximal reliability of unit-weighted composites. In *Handbook of latent variable and related models* (1-19). North-Holland.
- Bernal-Guerrero, A., Cárdenas-Gutiérrez, A. R., & Montoro-Fernández, E. (2020). Basic business knowledge scale for secondary education students. Development and validation with Spanish teenagers. *PloS one*, 15(7), e0235681.
- Binning, J., & Barrett, G. (1989). Validity of personnel decisions: A conceptual analysis of the inferential and evidential bases. *Journal of Applied Psychology*, 74(3), 478.

- Boran, F., Genç, S., & Akay, D. (2011). Personnel selection based on intuitionistic fuzzy sets. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 21(5), 493-503.
- Campbell, D., & Johansson, C. (1966). Academic interests, scholastic achievements and eventual occupations. *Journal of Counseling Psychology*, 13(4), 416.
- Campion, M. C., Campion, M. A., Campion, E. D., & Reider, M. H. (2016). Initial investigation into computer scoring of candidate essays for personnel selection. *Journal of Applied Psychology*, 101(7), 958.
- Carless, S. A. (2001). Assessing the discriminant validity of the Leadership Practices Inventory. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 74(2), 233-239.
- Carreras, E. (2006). El pronóstico en modelos estructurales: predecir la satisfacción del cliente. En: Lévy, J., & Varela, J. (2006). Modelización con estructuras de covarianzas en ciencias sociales. Temas esenciales, avanzados y aportaciones especiales, 453.
- Chavira, D., Lopez, J., Noriega, J., & Retamales, J. (2017). A multicriteria outranking modeling approach for personnel selection. In *2017 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)* (1-6). IEEE.
- Chen, C. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*, 114(1), 1-9.
- Cheng, E., & Li, H. (2005). Analytic network process applied to project selection. *Journal of construction engineering and management*, 131(4), 459-466.
- Chiavenato, I. (2007). *Administración de recursos humanos: el capital humano de las organizaciones*. Octava edición, McGraw-Hill.
- Chien, C., & Chen, L. (2008). Data mining to improve personnel selection and enhance human capital: A case study in high-technology industry. *Expert Systems with applications*, 34(1), 280-290.
- Chomsky, N. (1955). The logical structure of linguistic theory. Manuscript, Harvard University. Published in 1975, New York: Plenum.
- Colmenero, V. (2015). Nuevas tendencias en selección y reclutamiento de personal: el caso de BBVA (Trabajo fin de grado en relaciones laborales y recursos humanos, Facultad de derecho). Universidad de Almería, [http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3701/2584\\_PROYECTO%20ULTIMO-Revisado2.pdf?sequence=1](http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3701/2584_PROYECTO%20ULTIMO-Revisado2.pdf?sequence=1)
- Cooley, R., Mobasher, B., & Srivastava, J. (1997). Web mining: Information and pattern discovery on the world wide web. In *Proceedings Ninth IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence* (558-567). IEEE.
- Costa Jr, P. T., & McCrae, R. R. (2008). *The Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R)*. Sage Publications, Inc.

- Credé, M., & Harms, P. D. (2015). 25 years of higher-order confirmatory factor analysis in the organizational sciences: A critical review and development of reporting recommendations. *Journal of Organizational Behavior*, 36(6), 845-872.
- Crestani, F. (1997). Application of spreading activation techniques in information retrieval. *Artificial Intelligence Review*, 11(6), 453-482.
- Cronbach, L. (1968). *Fundamentos de la exploración psicológica*. Ed. Revolucionaria, Instituto cubano del libro. La Habana, Cuba.
- Crossan, M. M., Lane, H. W., & White, R. E. (1999). An organizational learning framework: From intuition to institution. *Academy of management review*, 24(3), 522-537.
- Dağdeviren, M. (2010). A hybrid multi-criteria decision-making model for personnel selection in manufacturing systems. *Journal of Intelligent manufacturing*, 21(4), 451-460.
- De Bruijn, L., & Martin, J. (2002). *Literature mining in molecular biology*. In Proceedings of the EFMI Workshop on Natural Language Processing in Biomedical Applications (1-5).
- De Raad, B. (2000). *The big five personality factors: the psycholexical approach to personality*. Hogrefe & Huber Publishers.
- De Soete, B., Lievens, F., & Druart, C. (2013). Strategies for dealing with the diversity-validity dilemma in personnel selection: Where are we and where should we go? *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 29(1), 3-12.
- Denyer, D., & Tranfield, D. (2009). Producing a systematic review. In D. A. Buchanan & A. Bryman (Eds.), *The Sage handbook of organizational research methods* (p. 671–689). Sage Publications Ltd.
- Dhliwayo, P., & Coetzee, M. (2020). Cognitive intelligence, emotional intelligence and personality types as predictors of job performance: Exploring a model for personnel selection. *SA Journal of Human Resource Management*, 18, 13.
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., & Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2(7), 162-167.
- Dickens, W., & Flynn, J. (2001). Heritability estimates versus large environmental effects: the IQ paradox resolved. *Psychological review*, 108(2), 346.
- Digman, J. M. (1990). Personality structure: emergence of the Five Factors Model. *Annual Review of Psychology*, 41,417-440.
- Dinno, A. (2018). paran: Horn's Test of Principal Components/Factors. R package version 1.5.2. <https://CRAN.R-project.org/package=paran>.
- Espinosa, K. (2017). An Empirical Study on End-to-End Sentence Modelling. In Proceedings of ACL 2017. *Student Research Workshop*, 128-135.

- Esty, K., Griffin, R., & Schorr-Hirsh, M. (1995). *Workplace diversity. A managers guide to solving problems and turning diversity into a competitive advantage*. Avon, MA: Adams Media Corporation.
- Evers, A., Anderson, N., & Smit-Voskuijl, O. (2005). *The Blackwell handbook of personnel selection* (Eds., Vol. 1). John Wiley & Sons.
- Farahi, S., Abad, M., Farahi, S., & Abadi, M. (2014). Choice theory and effective learning. *International Journal of Psychology and Behavioral Research*, Special issue, 1(14), 325-329.
- Farr, J., & Tippins, N. (2017). *Handbook of employee selection*. Taylor & Francis.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). From data mining to knowledge discovery in databases. *AI Magazine*, 17(3), 36–53.
- Feinerer, I., & Hornik, K. (2018). tm: Text Mining Package. R package version 0.7-6. <https://CRAN.R-project.org/package=tm>
- Fenner, C. J., & Piotrowski, C. (2018). Communication theory in leadership research: Which theories predominate. *Psychology & Education: An Interdisciplinary Journal*, 55(2), 10-18.
- Firth, J. R. (1957). A synopsis of linguistic theory, 1930-1955. *Studies in linguistic analysis*, Special Vol., *Philological Society*, 1-32.
- Fontana, M. E., & Cavalcante, C. A. V. (2014). Use of Promethee method to determine the best alternative for warehouse storage location assignment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 70(9-12), 1615-1624.
- Fornell, C., & Larcker, D. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement errors. *Journal of Marketing Research*, 18, 39–50.
- Fteimi, N., Basten, D., & Lehner, F. (2019). Advancing Automated Content Analysis in Knowledge Management Research: The Use of Compound Concepts. *International Journal of Knowledge Management (IJKM)*, 15(1), 53-68.
- Fyshe, A., Sudre, G., Wehbe, L., Rafidi, N., & Mitchell, T. M. (2019). The lexical semantics of adjective–noun phrases in the human brain. *Human brain mapping*, 40(15), 4457-4469.
- Galinium, M. (2017). Integrating data mining technique and AHP in market analysis to propose new product development in real estate. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, (166(1), 012030). IOP Publishing.
- García, T. (2003). *Etapas del proceso investigador. Instrumentación. El cuestionario como instrumento de investigación/evaluación*. España: Almendralejo.
- Garten, J., Hoover, J., Johnson, K. M., Boghrati, R., Iskiwitch, C., & Dehghani, M. (2018). Dictionaries and distributions: Combining expert knowledge and large-scale textual data content analysis. *Behavior Research Methods*, 50(1), 344-361.
- Gibney, R., & Shang, J. (2007). Decision making in academia: A case of the dean selection process. *Mathematical and Computer Modelling*, 46(7-8), 1030-1040.

- Goldberg, L. (1993). The structure of phenotypic personality traits. *American psychologist*, 48(1), 26-34.
- Golec, A., & Kahya, E. (2007). A fuzzy model for competency-based employee evaluation and selection. *Computers & Industrial Engineering*, 52(1), 143-161.
- González, F. (2003). Apuntes acerca de algunos conceptos básicos de investigación cualitativa. *Sapiens, Revista Universitaria de Investigación*, 4(1), 107-132.
- Gottfredson, L. (1997). Why g matters: The complexity of everyday life. *Intelligence*, 24(1), 79-132.
- Gough, H. G. (1979). A creative personality scale for the adjective check list. *Journal of personality and social psychology*, 37(8), 1398.
- Graham, J., Haidt, J., & Nosek, B. A. (2009). Liberals and conservatives rely on different sets of moral foundations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 96, 1029–1046.
- Gutiérrez, D. D. (2015). *Machine learning and data science: an introduction to statistical learning methods with R*. Technics Publications.
- Haan, H., Streb, J., Bien, S., & Rösler, F. (2000). Individual cortical current density reconstructions of the semantic N400 effect: Using a generalized minimum norm model with different constraints (L1 and L2 norm). *Human Brain Mapping*, 11(3), 178-192.
- Han, S., & Lee, G. (2016). A Preliminary Study on Text Mining-Based Human Resource Allocation in a Construction Project. In *ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction* (33, 1). Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics & Property.
- Harris, C. (2017). Finding the Best Job Applicants for a Job Posting: A Comparison of Human Resources Search Strategies. In *2017 IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW)* (189-194). IEEE.
- Hart, S. (1971). Axiology: Theory of values. *International Phenomenological Society*, 32, 29–41.
- Herpertz, S., Nizielski, S., Hock, M., & Schütz, A. (2016). The relevance of emotional intelligence in personnel selection for high emotional labor jobs. *PloS one*, 11(4), e0154432.
- Hjørland, B. (2005). Empiricism, rationalism and positivism in library and information science. *Journal of Documentation*, 61(1), 130-155.
- Holland, J. (1997). *Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments* (3rd ed.). Psychological Assessment Resources.
- Horn, J. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, 30, 179-185.
- Hough, L., & Oswald, F. (2000). Personnel selection: Looking toward the future-Remembering the past. *Annual review of psychology*, 51(1), 631-664.

- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria versus New Alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6, 1-55.
- Hua, L. (2016). A data science approach to pattern discovery in complex structures with applications in bioinformatics. *Dissertations*. 70.
- Hwang, C., & Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making*. Springer-Verlag.
- Hyun-Park, S., Seon Shin, W., Hyun-Park, Y., & Lee, Y. (2017). Building a new culture for quality management in the era of the Fourth Industrial Revolution. *Total Quality Management & Business Excellence*, 28(9-10), 934-945.
- IBM (2012). IBM SPSS Modeler Text Analytics 15 user's guide. Armonk, N.Y: Author.
- Illia, L., Sonpar, K., & Bauer, M. W. (2014). Applying co-occurrence text analysis with ALCESTE to studies of impression management. *British Journal of Management*, 25, 352-372.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning* (112, 18). New York: springer.
- Jayaraj, V., & Mahalakshmi, V. (2015). Augmenting efficiency of recruitment process using IRCF text mining algorithm. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(16).
- Jereb, E., Rajkovic, U., & Rajkovic, V. (2005). A hierarchical multi-attribute system approach to personnel selection. *International Journal of Selection and Assessment*, 13(3), 198-205.
- Jiménez, J. C., Sánchez, J. G., & Aguilar, F. G. (2006). Guía técnica para la construcción de cuestionarios. *Odisea Revista electrónica de pedagogía*, 3(6).
- Jockers, M. (2014). *Text analysis with R for students of literature*. New York: Springer.
- Joshi, P. (2017). *Artificial intelligence with python*. Packt Publishing Ltd.
- Judge, T. (2009). Core self-evaluations and work success. *Current Directions in Psychological Science*, 18(1), 58-62.
- Judge, T., & Kammeyer-Mueller, J. (2007). Personality and career success. *Handbook of career studies*, 59-78.
- Kaiser, H. (1970). A second generation Little Jiffy. *Psychometrika*, 35, 401-15.
- Kazemzadeh, A., Gibson, J., Georgiou, P., Lee, S., & Narayanan, S. (2016). A Socratic epistemology for verbal emotional intelligence. *PeerJ Computer Science*, 2, e40.
- Kelemenis, A., & Askounis, D. (2010). A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection. *Expert systems with applications*, 37(7), 4999-5008.

- Khwaja, M. G., Mahmood, S., & Zaman, U. (2020). Examining the Effects of eWOM, Trust Inclination, and Information Adoption on Purchase Intentions in an Accelerated Digital Marketing Context. *Information*, 11(10), 478.
- Kishton, J. M., & Widaman, K. F. (1994). Unidimensional versus domain representative parceling of questionnaire items: An empirical example. *Educational and psychological measurement*, 54(3), 757-765.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele University, 33(2004), 1-26.
- Kjellström, S., & Golino, H. (2018). Mining concepts of health responsibility using text mining and exploratory graph analysis. *Scandinavian journal of occupational therapy*, 1-16.
- Klein, K., Bliese, P., Kozlowski, S., Dansereau, F., Gavin, M., Griffin, M., . . ., Bligh, M. (2000). Multilevel analytical techniques: Commonalities, differences, and continuing questions. In K. J. Klein & S. W. J. Kozlowski (Eds.), *Multilevel theory, research, and methods in organizations: Foundations, extensions, and new directions* (512–553). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Korayem, M., Crandall, D., & Abdul-Mageed, M. (2012). Subjectivity and sentiment analysis of arabic: A survey. In *International conference on advanced machine learning technologies and applications*, 128-139. Springer. Berlin, Heidelberg.
- Koutra, G., Barbounaki, S., Kardaras, D., & Stalidis, G. (2017). A Multicriteria Model for Personnel Selection in Maritime Industry in Greece. In *2017 IEEE 19th Conference on Business Informatics (CBI)* (1, 287-294). IEEE.
- Krause, A. (2016). Reproducible Research in Real Estate: A Review and an Example. *Journal of Real Estate Practice and Education*, 19(1), 69-85.
- Kubr, M. (2007). *La consultoría de Empresas*. México, D.F.: Limusa
- Kumar, A., & Paul, A. (2016). *Mastering text mining with R*. Packt Publishing Ltd.
- Kumari, M. (2012). Data Driven Data Mining to Domain Driven Data Mining. *Global Journal of Computer Science and Technology*, 11(23).
- Kumova, S., & Karaođlan, B. (2011). Measuring collocation tendency of words. *Journal of Quantitative Linguistics*, 18(2), 174-187.
- Kwartler, T. (2017). *Text mining in practice with R*. John Wiley & Sons.
- Lahitani, A. R., Permanasari, A. E., & Setiawan, N. A. (2016). Cosine similarity to determine similarity measure: Study case in online essay assessment. In *2016 4th International Conference on Cyber and IT Service Management* (1-6). IEEE.
- Lane, G. G. (2000). *The Beginner's Guide to the Bootstrap Method of Resampling*.
- Ledolter, J. (2013). *Data mining and business analytics with R*. John Wiley & Sons, New Jersey.

- Lévy, J., & Varela, J. (2006). *Modelización con estructuras de covarianzas en ciencias sociales. Temas esenciales, avanzados y aportaciones especiales*. A Coruña: Netbiblo.
- Li, D. (2007). Compromise ratio method for fuzzy multi-attribute group decision making. *Applied soft computing*, 7(3), 807-817.
- Liddy, E. D. (1998). Enhanced text retrieval using natural language processing. *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology*, 24(4), 14-16.
- Lievens, F., Van Dam, K., & Anderson, N. (2002). Recent trends and challenges in personnel selection. *Personnel Review*, 31(5), 580-601.
- Liu, X. (2016, June). Institutional Dilemmas and the Development of Chief Information Officer System: a case from Shanghai. In Proceedings of the 17th International Digital Government Research Conference on Digital Government Research (pp. 220-225).
- Lochter, J. V., Zanetti, R. F., Reller, D., & Almeida, T. A. (2016). Short text opinion detection using ensemble of classifiers and semantic indexing. *Expert Systems with Applications*, 62, 243-249.
- Loper, E., & Bird, S. (2002). NLTK: the natural language toolkit. Department of Computer and Information Science. arXiv preprint cs/0205028.
- Lorenz, T., Heinitz, K., Beer, C., & van Woerkom, M. (2021). Adaptation and validation of a German version of the Strengths Use and Deficit Correction (SUDCO) questionnaire. *Plos one*, 16(1), e0245127.
- Loughry, W. J., & McDonough, C. M. (2002). Phenotypic variability within and between litters of nine-banded armadillos. *Southeastern Naturalist*, 1(3), 287-298.
- Lozano, J. F. (2011). *Qué es la ética de la empresa. Colección saber*. Editorial Proteus. Madrid.
- Lunbeck, E. (2017). The allure of Trump's narcissism. Available at: [www.lareviewofbooks.org/article/the-allure-of-trumps-narcissism/#!](http://www.lareviewofbooks.org/article/the-allure-of-trumps-narcissism/#!) (accessed 02 April 2021).
- Marsh, H., Byrne, B., & Craven, R. (1992). Overcoming problems in confirmatory factor analyses of MTMM data: The correlated uniqueness model and factorial invariance. *Multivariate Behavioral Research*, 27(4), 489-507.
- Martin, A., Haxby, J. V., Lalonde, F. M., Wiggs, C. L., & Ungerleider, L. G. (1995). Discrete cortical regions associated with knowledge of color and knowledge of action. *Science*, 270(5233), 102-105.
- Martínez, M., Hernández M., & Hernández, M. (2006). *Psicometría*. Madrid: Alianza Editorial.
- Marttunen, M., Lienert, J., & Belton, V. (2017). Structuring problems for Multi-Criteria Decision Analysis in practice: A literature review of method combinations. *European Journal of Operational Research*, 263(1), 1-17.
- Maykut, P., & Morehouse, R. (2002). *Beginning qualitative research: A philosophical and practical guide*. Routledge.



- Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2013). Efficient estimation of word representations in vector space. In *2013 Proceedings of Workshop at ICLR*. <https://arxiv.org/pdf/1301.3781.pdf>.
- Moheno, J. M., & Calzada, M. A. H. (2008). Las prácticas de recursos humanos y su relación con el desempeño percibido de las pequeñas empresas. *Forum empresarial*, 13(2), 23-43. Universidad de Puerto Rico.
- Moriyama, I. (1968). Indicators of social change. Problems in the measurements of health status. New York: Russell Sage Foundation; 9, 593.
- Moulin, B. (1992). Conceptual-graph approach for the representation of temporal information in discourse. *Knowledge-Based Systems*, 5(3), 183-192.
- Müller, H., Kenny, E., & Sternberg, P. (2004). Textpresso: an ontology-based information retrieval and extraction system for biological literature. *PLoS biology*, 2(11), e309, 1984-1998.
- Munier, N., Hontoria, E., & Jiménez-Sáez, F. (2019). Strategic Approach in Multi-Criteria Decision Making. Springer International Publishing.
- Murphy, K. (2012). Individual differences. In: Schmitt, N. (2012). *Personnel assessment and selection* (3, 31-47). Oxford, N.Y
- Nargesian, F., Samulowitz, H., Khurana, U., Khalil, E. B., & Turaga, D. S. (2017). Learning Feature Engineering for Classification. In *IJCAI Proceedings of the Twenty-Sixth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-17)* (2529-2535).
- Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard Jr, T., Boykin, A., Brody, N., Ceci, S., Ha, I., Diane, F., Loehlin, J., Perloff, R., Sternberg, R., & Urbina, S. (1996). Intelligence: Knowns and unknowns. *American psychologist*, 51(2), 77.
- Ngai, E., & Lee, P. (2016). A Review of the literature on Applications of Text Mining in Policy Making. In *PACIS 2016 Proceedings* (343).
- Noboa, J. E., Zurita, D. G., Barros, V., Arízabal, S. C., & Brito, C. P. (2019). Sistemas estadísticos en la validación de encuestas para levantamiento de datos relacionados a la enseñanza de Física Experimental en Guayaquil utilizando una Hoja de Cálculo. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E21), 48-57.
- Nunkoo, R., & Ramkissoon, H. (2012). Structural equation modelling and regression analysis in tourism research. *Current Issues in Tourism*, 15(8), 777-802.
- Nunnally, J. & Bernstein, I. (1995). *Teoría psicométrica* (3ª ed). México, D.F.: Editorial McGrawHill Latinoamericana.
- Nunnally, J. (1978). *Psychometric theory*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Nussbaum, M., Singer, M., Rosas, R., Castillo, M., Flies, E., Lara, R., & Sommers, R. (1999). Decision support system for conflict diagnosis in personnel selection. *Information & Management*, 36(1), 55-62.

- Odedwade, T. (2013). An Application of a Thesaurus Process Model to Human Resource Business Process Modeling (Master Thesis Harold and Inge Marcus, Department of Industrial and Manufacturing Engineering). The Pennsylvania State University.
- Ortega López, I. L., Dupotey Varela, N. M., Reyes Hernández, I., Verdecia Rosés, M. E., Veranes Vera, Y., Sagaró Yi, N. D. L. C., ..., & Barroso Barrientos, A. (2017). Content design and validation of a Standard Operating Procedure to provide pharmacotherapy follow-up for the elderly in Cuba. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 53(2).
- Pandey, S., & Pandey, S. K. (2017). Applying natural language processing capabilities in computerized textual analysis to measure organizational culture. *Organizational Research Methods*, eprint published December 19, 2017, <https://doi.org/10.1177/1094428117745648>.
- Parkar, F., & Irshad, A. (2017). Application of total quality management principles for benchmarking production standards in construction.
- Patrick, D., Burke, L., Gwaltney, C., Leidy, N. Martin, M., Molsen, E., & Ring, L. (2011). Content validity—establishing and reporting the evidence in newly developed patient-reported outcomes (PRO) instruments for medical product evaluation: ISPOR PRO Good Research Practices Task Force report: part 2—assessing respondent understanding. *Value in Health*, 14 (8), 978-988.
- Pellini, A., & Jones, H. (2011). A Study of ADB's Knowledge Taxonomy.
- Peña, D. (2002). *Análisis de datos multivariantes* (24). Madrid: McGraw-hill.
- Peng, R. (2011). Reproducible research in computational science. *Science*, 334(6060), 1226-1227.
- Peng, Y., Zhang, Y., Tang, Y., & Li, S. (2011). An incident information management framework based on data integration, data mining, and multi-criteria decision making. *Decision Support Systems*, 51(2), 316-327.
- Pennebaker, J., Boyd, R., Jordan, K., & Blackburn, K. (2015). The development and psychometric properties of LIWC2015. Austin, TX: University of Texas at Austin.
- Pérez-Rave, J. (2012). *Revisión sistemática de literatura en ingeniería*. Editorial Universidad de Antioquia (1ª edición). Medellín, Colombia.
- Pérez-Rave, J. (2019). *Revisión sistemática de literatura en Ingeniería. Ampliada y actualizada. Idinnov* (2ª edición). Medellín, Colombia.
- Pérez-Rave, J., Jaramillo-Álvarez, G., González-Echavarría, F. (2019). A psychometric data science approach to study latent variables: a case of class quality and student satisfaction. [*Manuscript approved for publication*], *Total Quality Management & Business Excellence*.
- Pérez-Rave, J., Correa-Morales, J., & González-Echavarría, F. (2019). A machine learning approach to big data regression analysis of real estate prices for inferential and predictive purposes. *Journal of Property Research*, 36(1), 59-96.
- Pérez-Rave J, Fernández-Guerrero R, Correa-Morales J (2020) Critical thinking and continuous improvement: a scientific text mining approach. *Total Quality Management & Business Excellence*, 1-27.

- Pérez-Rave, J., Jaramillo-Álvarez, G., & Correa-Morales, J. (2020). Desafíos y oportunidades de la minería de datos/texto en la selección de personal. *Revista Espacios*, 41(22).
- Pérez-Rave, J., Zapata-Jaramillo, C., & Jaramillo-Álvarez, G. (2020). Mental health in organizations from a text analytics approach: Taxonomic model, trends, and impact of Covid-19. [*Manuscript submitted for publication*].
- Pérez-Rave, J., Zapata-Jaramillo, C., & Jaramillo-Álvarez, G. (2021). Understanding critical thinking in business from an integrative text-driven approach. [*Manuscript submitted for publication*].
- Pérez-Rave, J., Jaramillo-Álvarez, G., & Correa-Morales, J. (2021a). Multi-criteria decision-making leveraged by text analytics and interviews with strategists. *Journal of Marketing Analytics*, published: 28 July 2021, <https://link.springer.com/article/10.1057/s41270-021-00125-8>.
- Pérez-Rave, J., Jaramillo-Álvarez, G., & Correa-Morales, G. (2021b). Psycho-Managerial Text Mining (PMTM) for studying psychological/managerial constructs from a theory/text-driven approach. [*Manuscript submitted for publication*].
- Peruzzini, M., & Stjepandić, J. (2018). Editorial to the special issue “Transdisciplinary analytics in supply chain management”. *Journal of Management Analytics*, 5(2), 75-80.
- Pervin, L. (1980). *Personality theory and assessment*, Wiley, N.Y
- Pietraszkiewicz, A., Formanowicz, M., Gustafsson Sendén, M., Boyd, R. L., Sikström, S., & Sczesny, S. (2019). The big two dictionaries: Capturing agency and communion in natural language. *European journal of social psychology*, 49(5), 871-887.
- Piotrowski, B. (2009). La axiología y la educación. *Educación y educadores*, 3, 127-138.
- Plomin, R., & Rende, R. (1991). Human behavioral genetics. *Annual review of psychology*, 42(1), 161-190.
- Ployhart, R., & Schneider, B. (2012). *The social and organizational context of personnel selection*. In: *Personnel assessment and selection* (4, 49-67). Oxford, N.Y
- Ployhart, R., Schneider, B., & Schmitt, N. (2006). *Staffing organizations: Contemporary practice and theory* (3rd ed.). N.Y, Lawrence Erlbaum & Associates.
- Ponizovskiy, V., Ardag, M., Grigoryan, L., Boyd, R., Dobewall, H., & Holtz, P. (2020). Development and Validation of the Personal Values Dictionary: A Theory-Driven Tool for Investigating References to Basic Human Values in Text. *European Journal of Personality*, 34(5), 885-902.
- Pyburn Jr, K. M., Ployhart, R. E., & Kravitz, D. A. (2008). The diversity–validity dilemma: Overview and legal context. *Personnel Psychology*, 61(1), 143-151.
- Qiu, F., Li, Z., & Wang, J. (2016). A data-driven approach to improve wind dispatchability. *IEEE Transactions on Power Systems*, 32(1), 421-429.

- Rahaman, H. S., Camps, J., Decoster, S., & Stouten, J. (2020). Ethical leadership in times of change: the role of change commitment and change information for employees' dysfunctional resistance. *Personnel Review*, 50(2), 630-647.
- Randhawa, J., & Sethi, A. (2017). An Empirical Study to Examine the Role Smart Manufacturing in Improving Productivity and Accelerating Innovation. *International Journal of Engineering and Management Research (IJEMR)*, 7(3), 607-615.
- Reyes, I., Cruzata, Y., Vidal, M. F., Bermúdez, I. B., Nambatya, W., Perrand, M. V., & Dutok, C. M. (2013). Evaluación de un procedimiento para brindar seguimiento farmacoterapéutico a pacientes hospitalizados. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 44(1), 66-78.
- Rial, A., Valera, J., Abalo, J., & Lévy, J. (2006). El análisis factorial confirmatorio. En: Lévy, J., & Varela, J. (Dir. y Comp.), *Modelización con estructuras de covarianzas en ciencias sociales* (119–143). Editorial Netbiblo S.L. (Editora: Seco, C). La Coruña, España.
- Robertson, I., & Smith, M. (2001). Personnel selection. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 74(4), 441–472.
- Roque, I. A., Lafargue, B. L. F., Aguirre, C. R., Oliva, E. O., & Marrero, A. G. (2015). Construcción y validación del cuestionario “Satisfacción de usuarios externos con el servicio de salud ocupacional”. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 16(3), 55-63.
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1-36.
- Saaty, T. (1980). *Analytic hierarchy Process*. N.Y, McGrall Hill.
- Saaty, T. (1996). *Decision making with dependence and feedback: The analytic network process*. Pittsburgh. RWS Publications.
- Salgado, J. F. (2017). Personnel selection. In *Oxford Research Encyclopedia of Psychology*.
- Salter, C., Green, M., Hodgson, M., & Joyner, N. (2013). The language of transformational leaders: Communicating to the needs of followers. *The Journal of American Academy of Business*, 19(1), 60-68.
- Salter, C., Hargrove, D., Duncan, P. A., Coleman, D., & Woodhull, M. (2017). Do Emergent Leaders Speak Transformational Language: A Study of the Language and Non-Verbal Behavior of Donald Trump and Senator Ted Cruz Announcement for Candidacy Speeches. *Journal of Leadership, Accountability and Ethics*, 14(1), 58.
- Sari S., & Adriani, M. (2019). Applications of tf-idf concept to improve monolingual and cross-language information retrieval based on word embeddings. In *AISS '19: Proceedings of the International Conference on Advanced Information Science and System*, 16, 1-6.
- Schler, J., Koppel, M., Argamon, S., & Pennebaker, J. (2006). Effects of age and gender on blogging. In N. Nicolov, F. Salvetti, M. Liberman, & J. Martin (Eds.), *Proceedings of 2006 AAAI spring symposium on computational approaches for analyzing weblogs* (199–205). Menlo Park, CA: AAAI Press.

- Selsaas, L. R., Agrawal, B., Rong, C., & Wiktorski, T. (2015). AFFM: Auto feature engineering in field-aware factorization machines for predictive analytics. In *2015 IEEE International Conference on Data Mining Workshop (ICDMW)*, 1705-1709.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Boston, MA: Houghton Mifflin and Company
- Shehu, M., & Saeed, F. (2016). An adaptive personnel selection model for recruitment using domain-driven data mining. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 91(1), 117-129.
- Shih, H., Shyur, H., & Lee, E. (2007). An extension of TOPSIS for group decision making. *Mathematical and Computer Modelling*, 45(7-8), 801-813.
- Short, J. C., Broberg, J. C., Cogliser, C. C., & Brigham, K. H. (2010). Construct validation using computer-aided text analysis (CATA) an illustration using entrepreneurial orientation. *Organizational Research Methods*, 13(2), 320-347.
- Silge, J., & Robinson, D. (2017). *Text Mining with R: A tidy approach*. O'Reilly Media, Inc.
- Sivaram, N., & Ramar, K. (2011). Knowledge Engineering to aid the recruitment process of an Industry by identifying superior selection criteria. *ICTACT Journal on soft computing*, 138-144.
- Smith, D., Hanges, P., & Dickson, M. (2001). Personnel selection and the five-factor model: Reexamining the effects of applicant's frame of reference. *Journal of Applied Psychology*, 86(2), 304.
- Stapleton, L. M., Yang, J. S., & Hancock, G. R. (2016). Construct meaning in multilevel settings. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 41(5), 481-520.
- Stegmann J (2014) Paradigm shifts. Part II. Reverse Transcriptase. Analysis of reference stability and word frequencies. *arXiv preprint arXiv:1412.2416*.
- Strohmeier, S., & Piazza, F. (2013). Domain driven data mining in human resource management: A review of current research. *Expert Systems with Applications*, 40(7), 2410-2420.
- Strong Jr, E. (1943). *Vocational interests of men and women*. Stanford University Press. Stanford.
- Su, H., & Linderman, K. (2016). An Empirical Investigation in Sustaining High-Quality Performance. *Decision Sciences*, 47 (5), 787-819.
- Swanson, R., & Holton, E. (2005). *Research in organizations: Foundations and methods in inquiry*. Berrett-Koehler Publishers.
- Taboada, M., Brooke, J., Tofiloski, M., Voll, K., & Stede, M. (2011). Lexicon-based methods for sentiment analysis. *Computational linguistics*, 37(2), 267-307.
- Tai, W. & Hsu, C. (2006). A realistic personnel selection tool based on fuzzy data mining method. In *9th Joint International Conference on Information Sciences (JCIS-06)*. Atlantis Press.

- Tausczik, Y. R., & Pennebaker, J. W. (2010). The psychological meaning of words: LIWC and computerized text analysis methods. *Journal of Language and Social Psychology*, 29, 24–54.
- Teece D, Pisano G, & Shuen A (1997) Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic management journal*, 18(7), 509-533.
- Teece, D., Pisano, G., & Shuen, A. (1999). Dynamic capabilities and strategic management. *Knowledge and strategy*, 77-115.
- Tejeda, M., Scandura, T., & Pillai, R. (2001). The MLQ revisited: Psychometric properties and recommendations. *The leadership quarterly*, 12(1), 31-52.
- Tippins, N. (2012). Implementation Issues in employee selection testing. In: Schmitt, N. (2012). *Personnel assessment and selection*, cap 39, 881-902, Oxford, N.Y
- Torgerson, C. (2003). *Systematic reviews*. Bloomsbury Publishing.
- Torregrosa, J.R. (1985). Ortega y la psicología social histórica. *Revista de psicología social*, 0, 55-63.
- Ullman, J. (2001). Structural equation modeling. In B. G. Tabachnick & L. S. Fidell (Eds.), *Using multivariate statistics* (4th ed.). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Van Vianen, A. E., Taris, R., Scholten, E., & Schinkel, S. (2004). Perceived fairness in personnel selection: Determinants and outcomes in different stages of the assessment procedure. *International Journal of Selection and Assessment*, 12(1-2), 149-159.
- Vargas, A. (2010). La praxis de Consejos Comunales y la Visión de las Élités sobre la Democracia Participativa.
- Varian, H. R. (2014). Big data: New tricks for econometrics. *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 3-28.
- Vattimo, G. (1992). Metafísica, violencia, secularización. *La secularización de la filosofía. Hermenéutica y posmodernidad* (63-88). Barcelona: Gedisa.
- Verma, M., & Rajasankar, J. (2017). A thermodynamical approach towards group multi-criteria decision making (GMCDM) and its application to human resource selection. *Applied Soft Computing*, 52, 323-332.
- Vidal, R. V. V. (2013). To be human is to be creative. *AI & society*, 28(2), 237-248.
- Wang, Y. M., & Elhag, T. M. (2006). Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment. *Expert systems with applications*, 31(2), 309-319.
- Weng, Y. (2019). The Nature of Multidimensional Constructs Represented by Item Parcels in Structural Equation Modeling. *Chinese Journal of Psychology*, 61(1), 25-50.

- Wenzel, R., & Van Quaquebeke, N. (2018). The double-edged sword of big data in organizational and management research: A review of opportunities and risks. *Organizational Research Methods*, 21(3), 548-591.
- Werner, J. (2000). Implications of OCB and contextual performance for human resource management. *Human resource management review*, 10(1), 3-24.
- Williams, E. A., Pillai, R., McCombs, K., Lowe, K. B., & Deptula, B. J. (2020). Adaptive and maladaptive narcissism, charisma, and leadership performance: A study of perceptions about the presidential leadership of Donald Trump. *Leadership*, 16(6), 661-682.
- Williams, T., Betak, J., & Findley, B. (2016). Text mining analysis of railroad accident investigation reports. In *2016 Joint Rail Conference (V001T06A009-V001T06A009)*. American Society of Mechanical Engineers.
- Wilson, T., Wiebe, J., & Hoffmann, P. (2005). Recognizing contextual polarity in phrase-level sentiment analysis. In *Proceedings of the conference on human language technology and empirical methods in natural language processing (347-354)*. Association for Computational Linguistics.
- Wirth, R., & Hipp, J. (2000). CRISP-DM: Towards a standard process model for data mining. In *Proceedings of the 4th international conference on the practical applications of knowledge discovery and data mining (1, 29-39)*. Springer-Verlag. London, UK.
- Witten, I., Don, K., Dewsnip, M., & Tablan, V. (2004). Text mining in a digital library. *International Journal on Digital Libraries*, 4(1), 56-59.
- Xie, L. (2020). The impact of servant leadership and transformational leadership on learning organization: a comparative analysis. *Leadership & Organization Development Journal*, 41(2), 220-236.
- Xie, Y., Allaire, J. J., & Grolemond, G. (2018). R markdown: The definitive guide. CRC Press.
- Yaghmaei, F. (2003). Content validity and its estimation. *Journal of Medical Education Spring*, 3(1), 25-27
- Zabaleta, G., & Maurelis, J. (2005). Reclutamiento y selección de recursos humanos. Caso de estudio: LTI Costacaripe Beach Hotel. Universidad de Oriente, Guatamare. <http://ri2.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/4709/2/TESIS-658.311-Z12-2005.pdf>
- Zayas, P. (2010). *Los fundamentos teórico-metodológicos de la selección de personal*. Edición electrónica. [www.eumed.net/libros/2010e/826](http://www.eumed.net/libros/2010e/826), 2010.
- Zhang, S., & Liu, S. (2011). A GRA-based intuitionistic fuzzy multi-criteria group decision making method for personnel selection. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 11401-11405.
- Zhang, Y., Chen, M., & Liu, L. (2015). A review on text mining. In *2015 6th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS) (681-685)*. IEEE.

Zhou, L., & Zhang, D. (2003). NLPiR: A theoretical framework for applying natural language processing to information retrieval. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54(2), 115-123.

Zorrilla, S., & Torres, M. (1992). *Guía para elaborar la tesis*. Editorial McGRAW–Hill.