

PERSONAS: RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

DOI: <https://doi.org/10.35588/mfpwd493>

Evaluación del personal académico y de investigación por amplificación de puntuaciones de acuerdo con su proximidad a objetivos institucionales

Appraisal of academic and research staff by amplification of scores according to their proximity to institutional objectives

Avaliação do pessoal académico e de investigação através da amplificação das pontuações de acordo com a sua proximidade aos objectivos institucionais

Edición Nº53 – Agosto de 2025

Artículo Recibido: 24 de enero de 2025

Aprobado: 15 septiembre de 2025

Publicado: 01 de octubre de 2025

Autor:

Julio Sergio Santana Sepúlveda¹

Resumen:

En el presente estudio se aborda el problema de la tensión que existe entre los objetivos individuales del personal académico y de investigación, y los objetivos estratégicos de la institución en que labora, con el fin de desarrollar una metodología para la evaluación de su desempeño, que tome en cuenta tanto los objetivos individuales, en el contexto de la libertad académica, como los mencionados objetivos estratégicos institucionales. Con

¹ PhD., Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, México. Correo electrónico: ssantana@tlaloc.imta.mx, <https://orcid.org/0000-0003-4245-3705>

ese propósito, se propone una métrica de similitud, basada en la distancia Manhattan para medir la proximidad entre los objetivos individuales y los institucionales, que permite generar un factor de amplificación de la puntuación individual. La nueva puntuación *amplificada* puede ser utilizada para generar incentivos al trabajo, en términos de promociones de puesto o estímulos económicos.

Palabras clave: evaluación del desempeño, personal académico y de investigación, distancia Manhattan, métricas de similitud, series de tiempo.

Abstract:

The issue of tension between the individual objectives of academic and research staff and the strategic objectives of the institution in which they work is addressed in this study, to develop a methodology for their appraisal that takes into account both individual objectives, in the context of academic freedom, and the above-mentioned institutional strategic objectives. To this end, a similarity metric is proposed, based on the Manhattan distance, to measure the proximity between individual and institutional objectives, which allows generating an amplification factor for individual scores. The new amplified score can be used to generate work incentives, such as job promotions or financial benefits.

Keywords: performance appraisal, academic and research staff, Manhattan distance, similarity metrics, time series.

Resumo:

Este estudo aborda a questão da tensão entre os objetivos individuais do pessoal acadêmico e de investigação e os objetivos estratégicos da instituição em que trabalham, para desenvolver uma metodologia para sua avaliação que leve em consideração tanto os objetivos individuais, no contexto da liberdade acadêmica, quanto os objetivos estratégicos institucionais acima mencionados. Para tanto, é proposta uma métrica de similaridade, baseada na distância Manhattan, para medir a proximidade entre objetivos individuais e institucionais, o que permite gerar um fator de amplificação para pontuações individuais. A nova pontuação amplificada pode ser usada para gerar incentivos de trabalho, como promoções de emprego ou benefícios financeiros.

Palavras-chave: avaliação de desempenho, pessoal acadêmico e de investigação, distância Manhattan, métricas de similaridade, séries temporais.

1. Introducción

La evaluación del desempeño individual del recurso humano en cualquier empresa es una tarea que depende de diversos factores pero que, en general, debe apoyar *con énfasis* la consecución de los objetivos estratégicos de la empresa (Cuesta-Santos, 2021, pp. 613-614). Esto significa que, en las empresas, el desempeño individual puede ser evaluado, con una buena aproximación, si se cuantifica en qué medida el individuo contribuye al logro de esos objetivos, por medio de la valoración de aquellos productos y resultados que aportan a ello. En virtud de la libertad académica (Columbia University, 2005), en el ambiente académico y de investigación, sin embargo, la tarea es sensiblemente más compleja. Egginton (2010, p. 122), mediante la fórmula en la Ecuación 1 (ver **Figura N°1**), que se presenta a continuación, distingue tres dimensiones fundamentales que deberían considerarse en la evaluación del desempeño del personal académico.

Figura N°1. Ecuación 1.

$$B^* = F(E \times M \times N) \quad (1)$$

Fuente: Egginton (2010, p. 122).

donde,

- B^* : Comportamiento organizacional.
- E : Expectativas institucionales.
- M : Motivaciones de trabajo individuales.
- N : Normas de grupo informales.

Entonces, la primera dimensión serían las expectativas institucionales, E , que se traducen en los objetivos estratégicos de la institución. La segunda dimensión serían las motivaciones de trabajo individuales, M , que señalan hacia dónde dirige el individuo sus esfuerzos de trabajo. Finalmente, la tercera dimensión serían las normas de grupo

informales, N , que abarcan las interacciones de los individuos en y con diversos grupos en el entorno de trabajo.

El presente trabajo está encaminado al desarrollo de una evaluación del desempeño individual que, de manera integral, incluya las dos primeras de las tres dimensiones señaladas anteriormente². Con este propósito, el planteamiento considera el análisis de las siguientes preguntas:

1. ¿Qué elementos de trabajo individuales (productos y resultados) se toman en cuenta en la evaluación del desempeño en ambientes académicos?
2. ¿De qué manera se puede medir el valor relativo de cada uno de esos elementos?
3. ¿Cómo evaluar la contribución los elementos de trabajo individuales al logro de los objetivos estratégicos de la institución sin menoscabar el valor de esos elementos?

En el entorno de estas preguntas, como caso de estudio se propone el Sistema de Valoración Profesional del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), que es una institución de educación, investigación y desarrollo tecnológico del gobierno mexicano (Presidencia de la República, 2001). Este sistema será el punto de partida para el análisis de las preguntas.

Aunque el análisis descriptivo toma en cuenta las tres preguntas, en particular, la tercera pregunta y su respuesta representan el énfasis planteado por la propuesta del presente trabajo; esto es, el enfoque aquí estará en medir de qué manera los elementos individuales de trabajo (la dimensión M) contribuyen al logro de los objetivos institucionales (la dimensión E).

2. ANTECEDENTES

2.1 Antecedentes teóricos

² Como se verá en la [Sección 2.1](#), la segunda dimensión (M) subsume a la tercera (N).

En los medios académicos y de investigación, se ha manifestado en las últimas décadas un desplazamiento de los modelos administrativos colegiados, basados en la libertad académica o de cátedra, hacia modelos más de tipo gerencial que propenden hacia la evaluación del personal académico y de investigación, contra metas institucionales (Deem, 1998, 2001; Marquina, Perez Centeno y Reznik, 2021; Van den Brink, Fruytier y Thunnissen, 2013). Muchas veces, esas metas se definen a partir de metas más generales del sector gubernamental o por presiones de agentes externos tales como posibles clientes del sector privado que pudieran aliviar los costos que la academia y la investigación representan para el sector público (Deem, 2001; Marquina, Perez Centeno y Reznik, 2021). En este contexto, se hace necesario implementar modelos de evaluación de desempeño que puedan medir, por una parte, los productos o resultados del personal académico y de investigación y, por otra, la concordancia de esos productos o resultados con las metas institucionales.

En su análisis del comportamiento social en el entorno de los procesos administrativos, Getzels y Guba (1957) hablan del comportamiento de los individuos que ocupan distintas posiciones en las estructuras de los “sistemas sociales”, entre los cuales se coloca a instituciones de diversa índole, incluidas las instituciones académicas y de investigación. Ese comportamiento se da y se define en medio de una tensión entre las expectativas de la institución y las motivaciones de trabajo individuales, lo que se puede representar mediante la siguiente Ecuación 2³ (ver **Figura N°2**):

Figura N°2. Ecuación 2.

$$B^* = F(E \times M) \quad (2)$$

Fuente: Getzels y Guba (1957).

donde,

³En su artículo Getzels y Guba (1957), expresan la ecuación como $B = f(R \times P)$ donde, B es el comportamiento observado, R es el rol institucional y P es la personalidad del individuo que ocupa un puesto en la estructura de la institución. Se ha cambiado aquí la nomenclatura para que los símbolos concuerden con los empleados en el presente artículo.

- B^* : Comportamiento organizacional.
- E : Expectativas institucionales.
- M : Motivaciones de trabajo individuales.

Egginton (2010), a partir de los hallazgos de Getzels y Guba (1957), amplía el concepto del comportamiento organizacional e incorpora las normas de grupo informales como un elemento adicional de la nueva Ecuación 3 ampliada (ver **Figura N°3**):

Figura N°3. Ecuación 3.

$$B^* = F(E \times M \times N) \quad (3)$$

Fuente: Egginton (2010).

donde, aparte de lo anotado en la Ecuación 2, se tiene que:

- N : Normas de grupo informales.

Esas normas de grupo informales, se agregan a la Ecuación 3, a partir de las definiciones propuestas por Hoy y Miskel (2008, pp. 14-31), quienes consideran que hay organizaciones informales que emergen dentro de una organización formal y que afectan su desempeño, por medio de sus propias normas, valores y sentimientos informales. Finalmente, esas normas informales se expresan en las motivaciones de trabajo individuales (M), o sea que, desde el punto de vista del propósito del presente escrito, que es la evaluación numérica de los productos y resultados del individuo, M subsume a N , de manera que aquí será suficiente considerar, como punto de partida, la Ecuación 2.

2.2 El Sistema de Valoración Profesional del IMTA

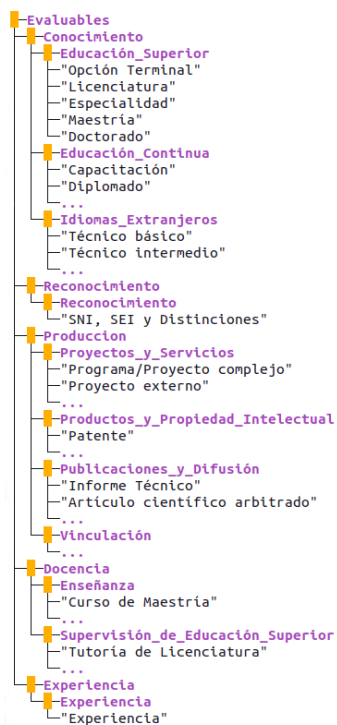
El Sistema de Valoración Profesional del IMTA es un instrumento informático que habilita la evaluación de sus investigadores (denominados Tecnólogas y Tecnólogos del Agua) de acuerdo con las líneas descritas en Santana-Sepúlveda y Quevedo-Tiznado (2024) y que se a continuación se resume.

Para el proceso de evaluación de personal de investigación del IMTA, se dividen los conceptos a evaluar en **categorías**, que a su vez se dividen en **subcategorías**, para finalmente aterrizar en los conceptos a los que, de aquí en adelante denominaremos *tipos* (de producto o resultado) y que son los *elementos de trabajo individuales* aludidos en la Sección 1. En la **Figura N°4** se muestra un fragmento del árbol en el que se presentan las categorías (Conocimiento, Reconocimiento, Docencia, etc.), las subcategorías (Educación Superior, Educación Continua, Supervisión de Educación Superior, etc.) y los *tipos* (“Opción Terminal”, “Licenciatura”, “Tutoría de Licenciatura”, etc.).

Cada uno de los *tipos* de producto tiene asociada una puntuación que se aplica a cada uno de los productos del *tipo* que reporta la persona evaluada. Por ejemplo, el *tipo* “Artículo científico arbitrado” tiene asociada una puntuación de 12; de modo que si, en el período considerado, la persona evaluada, produjo 3 de esos artículos, estaría acumulando $3 \times 12 = 36$ puntos, por ese concepto.

Aunque no es el propósito del presente trabajo determinar el valor relativo de cada tipo de producto, cabe mencionar que, para ello se ha considerado, entre otras cosas, el tiempo promedio invertido, el nivel académico aproximado requerido para su desarrollo y su importancia en los indicadores usados para evaluar a la institución.

Figura N°4. Árbol de categorías, subcategorías y tipos de producto.



Fuente: elaboración propia.

Las puntuaciones acumuladas de los tipos de producto se van agregando a las subcategorías a las que pertenecen para así obtener la puntuación correspondiente a cada subcategoría. Esas puntuaciones se vierten, automáticamente, en una tabla de resumen, como la mostrada en la **Tabla N°1**, en los renglones de color blanco de la columna etiquetada como **Valoración Bruta**. En esa columna, los renglones color verde representan las categorías madre de las subsecuentes subcategorías. Allí se acumulan las puntuaciones de las subcategorías correspondientes. Por ejemplo, la categoría “Docencia”, tiene como subcategorías “Enseñanza” y “Supervisión de Educación Superior”, con puntuaciones acumuladas de 4,338 y 1,158, respectivamente; por lo tanto, la puntuación acumulada de “Docencia” es $4,338 + 1,158 = 5,496$.

Tabla N°1. Tabla de resumen de evaluación.

Categoría/Subcategoría de valoración	Ponderaciones		Ponderaciones		Valoración Profesional	
	Peso de categoría	Puntuación máxima	Peso de subcategoría	Puntuación máxima	Valoración Bruta (puntos)	Valoración Neta (puntos)
Conocimiento	40.0%	4,000	100.0%		4,233	3,593
Educación Superior			80.0%	3,200	3,840	3,200
Educación Continua			12.0%	480	273	273
Idiomas extranjeros			8.0%	320	120	120
Reconocimiento	5.0%	500	100.0%		2,033	500
SNI, SEI y Distinciones			100.0%	500	2,033	500
Producción	40.0%	4,000	100.0%		6,040	3,460
Proyectos y servicios			35.0%	1,400	3,483	1,400
Productos y Propiedad intelectual			35.0%	1,400	860	860
Publicaciones y Difusión			20.0%	800	1,241	800
Vinculación			10.0%	400	456	400
Docencia	5.0%	500	100.0%		5,496	500
Enseñanza			60.0%	300	4,338	300
Supervisión de Educación Superior			40.0%	200	1,158	200
Experiencia	10.0%	1,000		1,000	1,418	1,000
Total	100.0%	10,000		10,000	19,220	9,053

Fuente: elaboración propia, con datos del SVP del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

La **Tabla N°1** muestra un resumen de las operaciones ejecutadas en la valoración individual tal y como se hace actualmente. Las dos columnas etiquetadas como **Puntuación máxima**, establecen los *umbrales* que no deben rebasar las categorías o subcategorías, señaladas en cada renglón. Esos valores se calculan de acuerdo con los porcentajes asentados en las columnas etiquetadas como **Peso de categoría** y **Peso de subcategoría**, respectivamente.

El concepto de los *umbrales* parte de la idea de que hay un *Investigador o Trabajador ideal* que en su vida laboral tendría una puntuación acumulada máxima de productos que, en este caso, es de 10,000 puntos, como se puede ver en el **Total** de la primera columna etiquetada como **Puntuación máxima** en la **Tabla N°1**. Para referencia futura, a esa puntuación se le denominará *puntuación máxima individual*. A su vez, esa puntuación máxima se distribuye entre las categorías de acuerdo con los porcentajes indicados en la columna etiquetada como **Peso de categoría**, y luego los puntos resultantes por categoría se distribuyen entre sus subcategorías hijas, de acuerdo con los porcentajes indicados en la columna etiquetada como **Peso de subcategoría**. Cuando se instauró el sistema, esos porcentajes, en ambos casos, provenían de las metas que se establecían a la Institución para evaluar su desempeño. Al final, el resultado son los *umbrales* o *puntuaciones máximas por subcategoría* que se registran en la segunda columna etiquetada como **Puntuación máxima**. Esto se traduce en que la **Valoración Neta** se

calcula como un recorte de la **Valoración Bruta** por subcategoría, ya que no puede rebasar los *umbrales* determinados para cada subcategoría. Por esta razón, en el ejemplo de la **Tabla N°1**, el total de la **Valoración Bruta**, de 19,220, se ve reducido al total de la **Valoración Neta** a un valor de 9,053, que es la que actualmente se utiliza como la puntuación asignada al individuo con fines de promoción y asignación de estímulos económicos.

2.3 Composiciones y series de tiempo

Para simplificar la discusión en este documento, se considerarán las puntuaciones acumuladas sólo a nivel de subcategoría, aunque éstas se pueden acumular para determinar la puntuación correspondiente a la categoría madre. Al final, la puntuación acumulada en todas las subcategorías constituye lo que se denominará *Puntuación Total*. Esa puntuación estará dada por la fórmula en la Ecuación 4 (ver **Figura N°5**).

Figura N°5. Ecuación 4.

$$B = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (4)$$

Fuente: Elaboración propia.

donde,

- n : número de subcategorías.
- C_i : puntuación acumulada correspondiente a la subcategoría i .
- B : puntuación total.

Si se divide por B , ambos lados de la igualdad anterior se obtiene la Ecuación 5 (ver **Figura N°6**):

Figura N°6. Ecuación 5.

$$1 = \frac{C_1}{B} + \frac{C_2}{B} + \dots + \frac{C_n}{B} = r_1 + r_2 + \dots + r_n \quad (5)$$

Fuente: Elaboración propia.

donde,

- $r_i = \frac{C_i}{B}$: es la proporción de la puntuación de la subcategoría i con relación a la puntuación total, que, multiplicada por 100, podría verse como el porcentaje de puntos de esa subcategoría en relación con la puntuación total.

Al arreglo (ver **Figura N°7**)

Figura N°7. Ecuación 6.

$$\mathbf{r} = \langle r_1, r_2, \dots, r_n \rangle \quad (6)$$

Fuente: Elaboración propia.

se le denominará *composición* de la puntuación. En un momento dado, a cada investigadora o investigador de la institución, a los que en adelante se denominará individuos, se le puede asociar una de estas composiciones, por esta razón a los arreglos, $\mathbf{r}$, se les llamará también *composiciones individuales*.

Aparte de la propiedad de que la suma de todos sus elementos es la unidad, las composiciones tienen la propiedad de que son secuencias ordenadas, si bien, su ordenamiento es arbitrario, aunque debe ser el mismo para que puedan compararse entre sí. Como secuencias que son, se les puede tratar como series de tiempo, ya que, de acuerdo con Thomson y Emery (2014, pp. 425-426), el calificativo “*de tiempo*” atribuido a estas series, se utiliza sólo por razones históricas y añade que, aparte del dominio del tiempo, estas series pueden tener como dominio el espacio. Extendiendo ese concepto, en el presente trabajo, se considerarán las composiciones como *series de tiempo, con los números naturales como dominio*, representado por los subíndices i , en los elementos del arreglo $\mathbf{r}$ de la Ecuación 6.

En las ciencias sociales, las series de tiempo se han utilizado con diversos propósitos (Box-Steffensmeier, Freeman, Hitt y Pevehouse, 2014; Shin, 2017); sin embargo, como en la mayoría de los casos las series se refieren registro histórico de eventos de índole social, su dominio es el tiempo. Las series, definidas aquí como *composiciones*, son un registro ordenado de las aportaciones de los individuos a los tipos de productos susceptibles de ser evaluados por *la institución* en un solo *instante* y que, por tener el mismo ordenamiento, debería ser posible comparar cualesquiera dos de ellas.

2.4 Composición deseable

De acuerdo con las tareas que tenga asignadas la institución, se puede proceder a definir una *composición deseable*, esto es, un conjunto ordenado de las proporciones *deseables* de las puntuaciones de las subcategorías en relación a la puntuación total (ver **Figura N°8**):

Figura N°8. Ecuación 7.

$$\mathbf{p} = \langle p_1, p_2, \dots, p_n \rangle \quad (7)$$

Fuente: Elaboración propia.

donde,

- p_i : proporción *ideal* o *deseable* de la puntuación de la subcategoría i en relación con la puntuación total.
- $\mathbf{p}$: composición deseable.

La composición deseable, debería entonces capturar las *expectativas institucionales* que se han señalado en la descripción de la Ecuación 2 como la dimensión E . Esta composición mantiene la misma propiedad indicada anteriormente para todas las composiciones, de que la suma de todos sus elementos es la unidad. El hacer pública la composición deseable, teóricamente podría motivar a los individuos de la institución a organizar su trabajo para aportar productos en aquellas subcategorías que ayudaran a

aproximar su composición individual r , a la composición deseable p . Este tema apunta a que, de alguna manera, cualquier composición individual se pueda comparar con la composición deseable.

3. Metodología

3.1 Objetivo

En la evaluación de desempeño, la puntuación total del individuo al final impacta en dos aspectos: la posibilidad de una promoción a un nivel superior y la entrega de estímulos económicos por un buen desempeño. En su revisión de la literatura, Gorbaneff, Torres y Cardona (2009) muestran de qué manera los *incentivos* han sido y pueden ser utilizados para promover el buen desempeño de los trabajadores; ese será el principio rector del presente trabajo. Por esa razón, en la propuesta de evaluación del desempeño de personal académico o de investigación que se presenta aquí, en vez de operar a partir de *castigos*, como lo son los recortes a su puntuación obtenida legítimamente por su producción (véase la [Sección 2.2](#)), lo hace por medio de *incentivos* que promueven la producción en aquellas áreas (subcategorías) que más interesan a la institución. Esto es, en vez de *castigar* las puntuaciones que excedan ciertos *umbrales*, la idea será *premiar* la similitud de una composición individual del individuo, con la composición *deseable*. Así, su calificación consistirá de un factor, $f \geq 1$, que multiplica su puntuación *bruta*, B , para obtener una puntuación *premiada* o *amplificada* (ver **Figura N°9**):

Figura N°9. Ecuación 8.

$$B^* = f \cdot B \quad (8)$$

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, el objetivo del presente trabajo es determinar el valor de f , de acuerdo con la similitud entre dos composiciones dadas, una composición individual, r , y la composición deseable, p .

3.2 Similitud entre dos composiciones

El primer problema a resolver es medir la similitud entre dos composiciones, a saber: una composición individual, $\mathbf{r}$, y la composición deseable, $\mathbf{p}$. Hay diversas maneras de medir la similitud entre series de tiempo, que se ajustan o seleccionan de acuerdo con las características de las series y los propósitos de la medición (Kljun, Teršek y Štrumbelj, 2020; Lhermitte, Verbesselt, Verstraeten y Coppin, 2011). Una característica importante de las series de tiempo empleadas aquí y definidas como composiciones, es que están *normalizadas*, es decir, tienen el mismo número de elementos, en el mismo orden y la suma de todos ellos es la unidad. Para el caso particular de una composición individual, $\mathbf{r}$, y la composición deseable, $\mathbf{p}$, esto se expresa de acuerdo con la Ecuación 9 (ver **Figura N°10**):

Figura N°10. Ecuación 9.

$$\begin{aligned} r_1 + r_2 + \dots + r_n &= \sum_{i=1}^n r_i = 1 \\ p_1 + p_2 + \dots + p_n &= \sum_{i=1}^n p_i = 1 \\ r_i &\geq 0, p_i \geq 0, \forall i \end{aligned} \quad (9)$$

Fuente: Elaboración propia.

Al restringir las composiciones de esta manera, resulta apropiado utilizar como métrica de similitud, ya sea la distancia Euclidiana o la distancia Manhattan, también conocida como distancia del taxista (Aubrey, 2018). Debido a la necesidad de contar con una métrica que acote los valores de la distancia, como se verá más adelante, la distancia Manhattan posee cualidades que la hacen más adecuada para resolver el problema planteado aquí. Para aplicar la métrica de la distancia Manhattan, $\mathbf{r}$ y $\mathbf{p}$ se consideran como dos puntos en el espacio n -dimensional ($\mathbb{R}^n$). La distancia Manhattan entre esos dos puntos está dada por la Ecuación 10 (ver **Figura N°11**):

Figura N°11. Ecuación 10.

$$d = \sum_{i=1}^n |r_i - p_i| \quad (10)$$

Fuente: Aubery (2018).

Intuitivamente, si la distancia Manhattan entre los dos puntos es cero, quiere decir que se trata del *mismo* punto; es decir, hay una completa similitud entre los dos puntos. Cabe preguntar si hay una cota superior para el valor de d . Como $\sum_{i=1}^n r_i = 1$ y $\sum_{i=1}^n p_i = 1$, se puede demostrar que $0 \leq d \leq 2$; esto es, el valor máximo de d es 2. Con el objeto de distinguir las contribuciones de cada subcategoría, i , a la métrica anterior, la Ecuación 10 se puede reescribir así (ver **Figura N°12**):

Figura N°12. Ecuación 11.

$$\begin{aligned} d_i &= |r_i - p_i| \\ d &= \sum_{i=1}^n d_i \end{aligned} \quad (11)$$

Fuente: Elaboración propia.

Llámesese a d_i , *distancia* de la subcategoría i , que indica cuánto se aleja la proporción de la puntuación de la subcategoría i , de la proporción correspondiente de la puntuación en la composición deseable, p_i ; esto es, cuánto se aleja r_i de p_i . Si las dos series de números son iguales, entonces, $d = 0$; si, por el contrario, las dos series son completamente diferentes, entonces, $d = 2$. Así pues, d se puede utilizar como medida de similitud, con 0 para indicar la máxima similitud y 2 para indicar que no hay similitud.

3.3 Factor de amplificación f

Una vez que se ha encontrado una medida *acotada* de la similitud entre las dos composiciones, es posible establecer una correspondencia entre estos valores y los valores del factor de amplificación, cuyo máximo se establecerá como 2. Es decir, $1 \leq f \leq 2$. La correspondencia en cuestión se muestra en la **Tabla N°2**.

Tabla N°2. Correspondencia entre d y f .

Descripción	Valor de d	Valor de f
Máxima similitud	0	$f_0 = 2$
Ninguna similitud	2	1

Fuente: Elaboración propia.

La **Tabla N°2** manifiesta que el máximo *premio* que se podría obtener, en caso de una similitud *perfecta* con la composición deseable, sería la duplicación de la puntuación total, mientras que para el caso de ninguna similitud, la puntuación total queda *intacta*. Esto, por supuesto, se puede variar de acuerdo con el valor asignado a la constante $f_0 > 1$, que define el valor máximo de f . De manera simple, para los valores intermedios de d , se puede establecer una relación lineal con f , como se muestra en la **Figura N°15**. Así que f se puede calcular a partir de d con la fórmula la Ecuación 12 (ver **Figura N°13**).

Figura N°13. Ecuación 12.

$$f = f_0 - \frac{(f_0 - 1)}{2}d \quad (12)$$

Fuente: Elaboración propia.

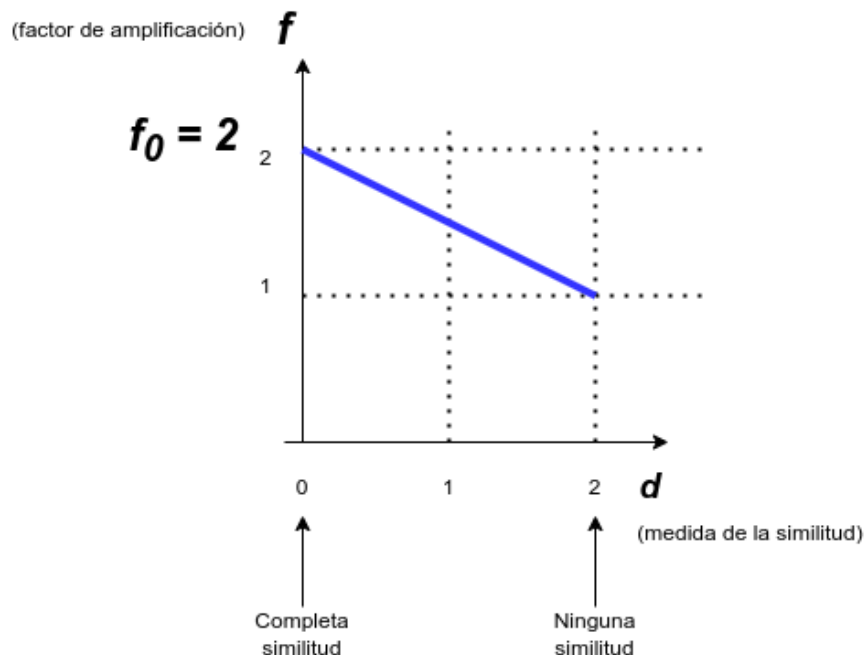
donde, si, como se ha propuesto, $f_0 = 2$, (ver **Figura N°14**).

Figura N°14. Ecuación 13.

$$f = 2 - \frac{1}{2}d \quad (13)$$

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°15. Relación lineal entre d y f .



Fuente: Elaboración propia.

Y la amplificación de la puntuación, como se dijo anteriormente, estaría dada por $B^* = f \cdot B$.

3.4 Atribución de las amplificaciones a cada subcategoría

El factor de amplificación f opera sobre la puntuación total del individuo; esto podría ser suficiente en términos de obtener una evaluación total del individuo con fines de estímulos o incentivos al trabajo. Sin embargo, el individuo pudiera desear tener una idea de cómo contribuye la puntuación de cada subcategoría a la formación del factor de amplificación general. Esto es, tener alguna manera de *repartir la culpa* entre las aportaciones a cada una de las subcategorías que conforman la composición individual. Ello equivaldría a tener un factor de amplificación particular, f_i , para cada subcategoría C_i , y que al aplicarse a la puntuación de cada subcategoría, al final se obtuviera también la misma puntuación amplificada, B^* , así (ver **Figura N°16**):

Figura N°16. Ecuación 14.

$$f_1 \cdot C_1 + f_2 \cdot C_2 + \dots + f_n \cdot C_n = B^* = f \cdot B$$

$$C_i^* = f_i \cdot C_i \quad (14)$$

Fuente: Elaboración propia.

donde, C_i^* es la puntuación amplificada correspondiente a la subcategoría i .

La idea sería calcular los factores de amplificación individuales, correspondientes a cada subcategoría, f_i , a partir de las contribuciones individuales de la subcategoría a la medida de similitud dada por la *distancia Manhattan*. Es decir, obtener f_i a partir de d_i . Sin embargo, debido a la manera como se ha construido el factor de amplificación f , este acercamiento es complicado. Así, aquí se propone un camino alternativo:

1. Considerar que el incremento en la puntuación total, esto es, $\Delta B = B^* - B$, proviene de características asociadas a cada una de las subcategorías consideradas. Esto es, hay un *incremento particular* asociado a cada subcategoría: $(C_1 + \Delta C_1) + (C_2 + \Delta C_2) + \dots + (C_n + \Delta C_n) = B^*$; donde $C_i^* = C_i + \Delta C_i$.
2. Cada subcategoría contribuye con una porción al incremento en la puntuación total; esto es, $\Delta B = \Delta C_1 + \Delta C_2 + \dots + \Delta C_n$, de donde se puede obtener: $k_1 \cdot \Delta B + k_2 \cdot \Delta B + \dots + k_n \cdot \Delta B = \Delta B$, con $\sum_{i=1}^n k_i = 1$. Sea $\Delta C_i = k_i \cdot \Delta B$, el incremento o contribución a la puntuación total de la subcategoría i .
3. El problema es, entonces, determinar cada uno de los índices *de contribución* $k_1, k_2, \dots, k_n$, tomando en cuenta, por una parte, cómo la puntuación de la subcategoría correspondiente, i , se *apegó* (es *similar*) o no a la proporción de la puntuación total, señalada como deseable, representada por el índice d_i , y, por otra, la puntuación aportado por la subcategoría a la puntuación total, representada por el índice r_i (ver la Ecuación 9). Estos dos aspectos se analizan en las siguientes secciones.

3.4.1 La similitud entre dos series numéricas revisitada

Se ha establecido anteriormente, que la similitud entre dos composiciones está dada por *distancia Manhattan*, d . De manera particular, la contribución de cada subcategoría a esa distancia está dada por el índice d_i . Tanto d como d_i , en general, están acotados entre 0 y 2, aunque, adicionalmente, d_i está acotado entre 0 y d . Para d , un valor de 0 indica la

máxima similitud, mientras que un valor de 2 indicaría *ninguna* similitud. Esto es, el valor de d crece a medida que la similitud decrece. Sin embargo, para el tipo de operaciones que se harán posteriormente, es conveniente tener un índice de similitud que sea creciente con ella. Esto es, que el índice sea mayor a medida que la similitud crece y, viceversa, que sea menor a medida que la similitud decrece. Se construirá aquí dicho índice a partir del índice d_i . Como d_i está acotado entre 0 y d , se tiene que $d_i \leq d$. Entonces, se definirá d_i^* de la siguiente manera (ver **Figura N°17**):

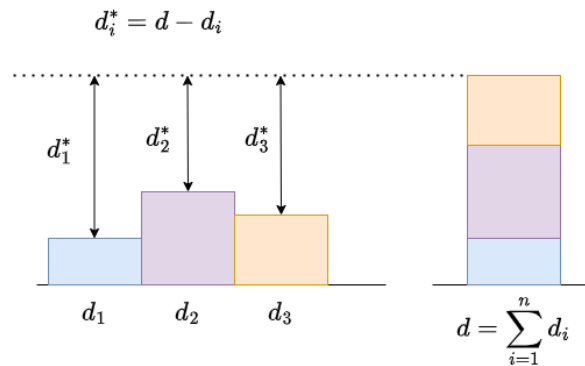
Figura N°17. Ecuación 15.

$$\begin{aligned} d_i^* &= d - d_i \\ d_i^* &\geq 0 \end{aligned} \quad (15)$$

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura ilustra la construcción de estos índices (ver **Figura N°18**):

Figura N°18. Construcción de los índices de similitud d_i^* .



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la **Figura N°18** que $d_2^* < d_3^* < d_1^*$, lo cual representa el orden correcto, de menor a mayor similitud, que se da entre las subcategorías correspondientes.

3.4.2 Contribución de las puntuaciones individuales a la puntuación total, r_i , y su interacción con la medida de similitud, d_i^*

Como ya se dijo antes, los índices r_i representan la proporción en que la subcategoría i contribuye a la puntuación total del individuo. Así que, aparte de cómo se *apega* la

subcategoría a la composición deseable, su contribución a la puntuación total debe tomarse en cuenta en la construcción del índice k_i que establece la proporción de su contribución al incremento en la puntuación total. Entonces los índices k_i deberán provenir de una interacción entre los índices d_i^* y los índices r_i . Esto es, (ver **Figura N°19**)

Figura N°19. Ecuación 16.

$$k_i = k_i(d_i^*, r_i) \quad (16)$$

Fuente: Elaboración propia.

Una de las maneras de representar la interacción entre dos cantidades es por medio de su producto, $s_i = d_i^* \cdot r_i$, de modo que, (ver **Figura N°20**)

Figura N°20. Ecuación 17.

$$k_i = k_i(s_i); \quad \text{con} \quad s_i = d_i^* \cdot r_i \quad (17)$$

Fuente: Elaboración propia.

Si además, (ver **Figura N°21**)

Figura N°21. Ecuación 18.

$$s_1 + s_2 + \dots + s_n = \sum_{i=1}^n s_i = S \quad (18)$$

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, (ver **Figura N°22**)

Figura N°22. Ecuación 19.

$$\frac{s_1}{S} + \frac{s_2}{S} + \dots + \frac{s_n}{S} = \sum_{i=1}^n \frac{s_i}{S} = 1 = \sum_{i=1}^n k_i = k_1 + k_2 + \dots + k_n \quad (19)$$

Fuente: Elaboración propia.

y entonces, finalmente se puede considerar que (ver **Figura N°23**)

Figura N°23. Ecuación 20.

$$k_i = \frac{S_i}{S} \quad (20)$$

Fuente: Elaboración propia.

Con lo que se ha concluido la construcción de los índices k_i , que se usarán para calcular el incremento o contribución a la puntuación total de la subcategoría i , ΔC_i , de la siguiente manera (ver **Figura N°24**):

Figura N°24. Ecuación 21.

$$\Delta C_i = k_i \cdot \Delta B = \frac{S_i}{S} \cdot \Delta B \quad (21)$$

Fuente: Elaboración propia.

La única salvedad aquí es que cuando el valor de $S = 0$, se podría provocar una división por *cero* en las ecuaciones anteriores. Para evitar eso, en este caso, se usarían los valores de la composición deseable, p_i , es decir (ver **Figura N°25**):

Figura N°25. Ecuación 22.

$$k_i = \begin{cases} p_i, & \text{si } S = 0 \\ \frac{S_i}{S}, & \text{si } S \neq 0 \end{cases} \quad (22)$$

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3 Puntuaciones amplificadas atribuidas a cada subcategoría

A partir de lo anterior, es muy sencillo ahora determinar las puntuaciones amplificadas atribuidas a cada una de las subcategorías. Simplemente se suman los incrementos ΔC_i a cada una de las puntuaciones originales C_i (ver **Figura N°26**):

Figura N°26. Ecuación 23.

$$C_i^* = C_i + \Delta C_i \quad (23)$$

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4 Cálculo de los factores de amplificación por subcategoría, f_i

También, de manera colateral, se puede, si se quiere, construir los factores de amplificación por subcategoría. Como $C_i^* = C_i + \Delta C_i$ y también $C_i^* = f_i \cdot C_i$ (ver la Ecuación 14 y la Ecuación 23), f_i se puede calcular así (ver **Figura N°27**):

Figura N°27. Ecuación 24.

$$f_i = \begin{cases} 1, & \text{si } C_i = 0 \\ \frac{C_i^*}{C_i}, & \text{si } C_i \neq 0 \end{cases} \quad (24)$$

Fuente: Elaboración propia.

4. Resultados y discusión

A partir de las fórmulas desarrolladas en las secciones anteriores, ya se está en posibilidades de construir un nuevo sistema de evaluación del personal académico y de investigación del IMTA o de instituciones similares. Para ello, se partirá de un caso ficticio con solo tres subcategorías arbitrarias, p.ej., “Proyectos y Servicios”, “Educación Continua” y “Publicaciones y Difusión”. La implementación del sistema se hará mediante una tabla de cálculo como la que se muestra en la **Figura N°28**.

Figura N°28. Nuevo sistema de evaluación con fórmulas referenciadas.

	(4)	(7)	(5) (6)	(11)	(15)	(17)	(22)	(21)	(23)	(24)	
subcategorías	C:puntuación	p	r	dif (r-p)	abs.dif (di)	d*=d-di	si=di*ri	ki=si/S	ΔCi	Ci*	f calc
1	60	0.5	0.545455	0.04545	0.04545455	0.04545	0.02479	0.4478	47.0149	107.0149	1.7836
2	20	0.2	0.181818	-0.0182	0.01818182	0.07273	0.01322	0.2388	25.0746	45.07463	2.2537
3	30	0.3	0.272727	-0.0273	0.02727273	0.06364	0.01736	0.3134	32.9104	62.91045	2.097
total (B)	110	1	1	Dist (d)	0.09090909	S=	0.05537	1	105	215	
	fo			f	punt (B*)	ΔB					
	2			1.95455	215	105					
	(10) (11)	(12)	(8)	(18)							

Fuente: elaboración propia.

En el interior de las cajas de texto rojas, que apuntan hacia columnas o celdas de la tabla en la **Figura N°28**, se muestran las referencias a la numeración de las fórmulas desarrolladas y mostradas en las ecuaciones del texto del presente artículo, que se utilizaron para la construcción de las columnas o las celdas señaladas. Por ejemplo, la caja que señala la columna con encabezado **r**, contiene el texto “(5) (6)”, lo que indica que para generar esa columna se utilizaron la Ecuación 5 y la Ecuación 6. Por otra parte, la tabla está dividida en dos secciones separadas por una barra-columna de color verde intenso. La primera sección se refiere al cálculo del factor de amplificación, f , mientras que la segunda, se refiere al cálculo de la atribución de amplificación por subcategoría, al que se refiere la [Sección 3.4](#).

Para mostrar la operación este nuevo sistema de evaluación, a continuación se proponen varios ejemplos sencillos. Posteriormente se mostrará como se aplica al caso real mostrado en la **Tabla N°1**.

4.1 Aplicación a ejemplos

A continuación se presentan ejemplos sencillos de la operación del sistema con solo tres subcategorías.

4.1.1 Ejemplo 1. Inicia con composición perfecta

En el primer ejemplo, un individuo inicialmente ha acumulado 50, 20 y 30 puntos en cada subcategoría respectivamente, para dar una puntuación total de 100 puntos, tal como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla N°3. Ejemplo 1 Inicia con composición perfecta.

subcategorías	C:puntuación	p	r	dif (r-p)	abs.dif (di)		d*=d-di	si=di*ri	ki=si/S	ΔC_i	Ci*	f calc
1	50	0.5	0.5	0	0		0	0	0.5	50	100	2
2	20	0.2	0.2	0	0		0	0	0.2	20	40	2
3	30	0.3	0.3	0	0		0	0	0.3	30	60	2
total (B)	100	1	1	Dist (d)	0		S=	0	1	100	200	
		fo		f	punt (B*)	ΔB						
		2		2	200	100						

Fuente: elaboración propia.

Para este ejemplo también se propone una composición deseable $\mathbf{p} = \langle 0.5, 0.2, 0.3 \rangle$, tal como se muestra en la columna etiquetada con $\mathbf{p}$. La composición individual es $\mathbf{r}$, y, de acuerdo con la fórmula dada en la Ecuación 5, se obtiene dividiendo las puntuaciones de las subcategorías por el total, 100. Lo que, en este caso, da como resultado una composición individual de $\mathbf{r} = \langle 0.5, 0.2, 0.3 \rangle$; la cual se muestra en la columna etiquetada con $\mathbf{r}$. Como se puede observar, las dos composiciones son idénticas, y al aplicar la fórmula en la Ecuación 11, esto da como resultado que el valor de la *distancia (Manhattan)* sea $d = 0$. Si se aplica la fórmula en la Ecuación 12, con $f_0 = 2$, para obtener el factor de amplificación, f , a partir de d , se llega, en este caso a $f = 2$. Finalmente, para obtener la puntuación *amplificada*, se aplica la fórmula en la Ecuación 8, y se obtiene $B^* = 200$, lo que se muestra en la celda etiquetada con **punt (B*)** en la **Tabla N°3**.

Con referencia a la atribución de las amplificaciones a cada subcategoría, nótese que, en la columna etiquetada como $\mathbf{ki=si/S}$, al aplicar la fórmula en la Ecuación 22, se ha tomado el valor correspondiente a p_i , ya que $S = 0$. Los valores ΔC_i se calculan multiplicando cada uno de los índices k_i por el valor de $\Delta B = 100$. Finalmente, las puntuaciones *amplificadas* atribuidas a cada categoría resultan en la duplicación de cada una de las puntuaciones originales por categoría.

¿Qué pasaría si en la siguiente evaluación el individuo incrementa su puntuación en 10 para la primera subcategoría? Es decir, ahora la primer subcategoría tiene una puntuación de 60. La **Tabla N°4** muestra esa situación:

Tabla N°4. Ejemplo 1 ... avanza y su composición ya no es perfecta.

subcategorías	C:puntuación	p	r	dif (r-p)	abs.dif (di)	d*=d-di	si=di*ri	ki=si/S	ΔCi	Ci*	f calc
1	60	0.5	0.545455	0.04545	0.04545455	0.04545	0.02479	0.4478	47.0149	107.0149	1.7836
2	20	0.2	0.181818	-0.0182	0.01818182	0.07273	0.01322	0.2388	25.0746	45.07463	2.2537
3	30	0.3	0.272727	-0.0273	0.02727273	0.06364	0.01736	0.3134	32.9104	62.91045	2.097
total (B)	110	1	1	Dist (d)	0.09090909	S=	0.05537	1	105	215	
		fo		f	punt (B*)	ΔB					
		2		1.95455	215	105					

Fuente: elaboración propia.

En este caso, la similitud entre **p** y **r** ya no es *tan* perfecta, sin embargo, es bastante buena: $d = 0.0909$, con lo que se tiene todavía un buen factor de amplificación: $f = 1.9545$, y por lo tanto, la puntuación amplificada es de, $B^* = 215$.

En cuanto a la atribución del resultado, asignada a las subcategorías, puede interpretarse que la subcategoría *responsable del desacomodo*, la primera, en este caso, aporta menos a la amplificación de la puntuación total amplificada, lo que queda manifiesto en la columna etiquetada como **f calc** en la **Tabla N°4**.

4.1.2 Ejemplo 2. Inicia con composición no perfecta

En este ejemplo se elabora sobre el ejemplo anterior, con la misma composición deseable $\mathbf{p} = \langle 0.5, 0.2, 0.3 \rangle$. A diferencia del ejemplo anterior, aquí el individuo omite aportar puntuación en una de las subcategorías, la primera, en este caso, como se puede observar en la **Tabla N°5**.

Aquí, la *distancia* se calcula como $d = 1$, y para este valor la fórmula para obtener el factor de ampliación arroja un resultado de $f = 1.5$, por lo que la puntuación amplificada es de $B^* = 150$.

El cálculo de los índices k_i no representa ningún problema en este caso, dado que la suma $S \neq 0$. Sin embargo, como la puntuación original de la primer categoría es cero, esto es, $C_i = 0$, el factor calculado para esa subcategoría de acuerdo con la fórmula en la Ecuación 24, se establece como 1 (última columna de la tabla).

Tabla N°5. Ejemplo 2 Inicia con una composición que no es perfecta.

subcategorías	C:puntuación	p	r	dif (r-p)	abs.dif (di)	d*=d-di	si=di*ri	ki=si/S	ΔCi	Ci*	f calc
1	0	0.5	0	-0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	1
2	50	0.2	0.5	0.3	0.3	0.7	0.35	0.4667	23.333	73.33333	1.4667
3	50	0.3	0.5	0.2	0.2	0.8	0.4	0.5333	26.667	76.66667	1.5333
total (B)	100	1	1	Dist (d)	1	S=	0.75	1	50	150	
		fo		f	punt (B*)	ΔB					
		2		1.5	150	50					

Fuente: elaboración propia.

Supóngase que el individuo continúa en su política de no aportar puntos a la primer subcategoría y en una siguiente evaluación, sólo agrega 10 puntos a la segunda subcategoría. Los resultados de su evaluación se pueden ver en la **Tabla N°6**.

Tabla N°6. Ejemplo 2 Avanza para mantener una composición imperfecta.

subcategorías	C:puntuación	p	r	dif (r-p)	abs.dif (di)	d*=d-di	si=di*ri	ki=si/S	ΔCi	Ci*	f calc
1	0	0.5	0	-0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	1
2	60	0.2	0.545455	0.34545	0.34545455	0.65455	0.35702	0.4816	26.4883	86.48829	1.4415
3	50	0.3	0.454545	0.15455	0.15454545	0.84545	0.3843	0.5184	28.5117	78.51171	1.5702
total (B)	110	1	1	Dist (d)	1	S=	0.74132	1	55	165	
		fo		f	punt (B*)	ΔB					
		2		1.5	165	55					

Fuente: elaboración propia.

En este caso, después de los cálculos correspondientes, el factor de amplificación no cambia, esto es $f = 1.5$, pero la puntuación final amplificada si cambia, en virtud de que la puntuación bruta inicial aumentó de 100 a 110, así: $B^* = 165$.

Al insistir en no aportar a la primer subcategoría, sino a la segunda, el índice de amplificación correspondiente a la segunda subcategoría baja un poco, de 1.4667 a 1.4415, como se puede observar en la columna **f calc** de la **Tabla N°6**.

4.1.3 Ejemplo 3. Inicia con composición perfecta, con subcategoría no deseable

En este ejemplo se ilustra lo que pasa en un caso extremo en el que, en la composición deseable, p , se considere que alguna de las subcategorías no aporta nada para *lo deseable*; esto es, que su valor sea 0. Se inicia entonces aquí con una composición deseable $p = \langle 0, 0.5, 0.5 \rangle$ en el que a la primer subcategoría le corresponde un valor de 0.

Supóngase que el individuo a evaluar, se apeg a la *restricción* establecida por la composición deseable, y sólo aporta proporcionalmente en las subcategorías que tienen valor en esa composición. La **Tabla N°7** muestra los efectos de esas aportaciones.

Tabla N°7. Ejemplo 3 Composición perfecta con una subcategoría en 0.

subcategorías	C:puntuación	p	r	dif (r-p)	abs.dif (di)		d*=d-di	si=di*ri	ki=si/S	ΔCi	Ci*	f calc
1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1
2	50	0.5	0.5	0	0		0	0	0.5	50	100	2
3	50	0.5	0.5	0	0		0	0	0.5	50	100	2
total (B)	100	1	1	Dist (d)	0		S=	0	1	100	200	
		fo		f	punt (B*)	ΔB						
		2		2	200	100						

Fuente: elaboración propia.

En este caso, por apegarse estrictamente a la composición deseable, su puntuación es premiada con un factor de amplificación $f = 2$, y por lo tanto su puntuación amplificada es $B^* = 200$.

En cuanto a la asignación de *responsabilidades* por subcategoría, los incrementos en la puntuación se atribuyen exclusivamente a las dos subcategorías cuyos índices p_i tienen valor.

Supóngase ahora que en la siguiente evaluación decide aportar 5 puntos a la primer subcategoría, esto es, a la que tiene un peso de 0 en la composición deseable. La situación resultante se muestra en la **Tabla N°8**.

Tabla N°8. Ejemplo 3 Avanza, aportando a la subcategoría en 0.

subcategorías	C:puntuación	p	r	dif (r-p)	abs.dif (di)	d*=d-di	si=di*ri	ki=si/S	ΔCi	Ci*	f calc
1	5	0	0.047619	0.04762	0.04761905	0.04762	0.00227	0.0323	3.22581	8.225806	1.6452
2	50	0.5	0.47619	-0.0238	0.02380952	0.07143	0.03401	0.4839	48.3871	98.3871	1.9677
3	50	0.5	0.47619	-0.0238	0.02380952	0.07143	0.03401	0.4839	48.3871	98.3871	1.9677
total (B)	105	1	1	Dist (d)	0.0952381	S=	0.07029	1	100	205	
		fo		f	punt (B*)	ΔB					
		2		1.95238	205	100					

Fuente: elaboración propia.

La puntuación final amplificada sigue aumentando, aunque el factor de amplificación cambió del *perfecto* 2 a $f = 1.9524$. Pero, como se puede ver en la columna f calc de la **Tabla N°8**, el factor de amplificación particular de la subcategoría en la que se aportó es $f_1 = 1.6452$, inferior a las otras dos subcategorías.

Finalmente, supóngase que el individuo insiste en aportar a la misma subcategoría y en la siguiente evaluación, le añade 15 puntos más. El resultado se puede observar en la **Tabla N°9**.

Tabla N°9. Ejemplo 3 Insiste en aportar a la misma subcategoría.

subcategorías	C:puntuación	p	r	dif (r-p)	abs.dif (di)	d*=d-di	si=di*ri	ki=si/S	ΔCi	Ci*	f calc
1	20	0	0.1667	0.16667	0.16666667	0.166667	0.02778	0.1176	11.76471	31.76471	1.588235
2	50	0.5	0.4167	-0.0833	0.08333333	0.25	0.10417	0.4412	44.11765	94.11765	1.882353
3	50	0.5	0.4167	-0.0833	0.08333333	0.25	0.10417	0.4412	44.11765	94.11765	1.882353
total (B)	120	1	1	Dist (d)	0.33333333	S=	0.23611	1	100	220	
		fo		f	punt (B*)	ΔB					
		2		1.83333	220	100					

Fuente: elaboración propia.

En este caso, su factor de amplificación se disminuye a $f = 1.8333$, con lo que su puntuación amplificada sube a $B^* = 220$. Sin embargo, los valores de los factores individuales por subcategoría son $f = < 1.5882, 1.8824, 1.8824 >$. Esto muestra que mientras más se aporte a una subcategoría de *valor* inferior, la puntuación amplificada correspondiente a dicha subcategoría, tenderá a disminuir.

4.2 Aplicación a caso real

Es relativamente sencillo modificar el instrumento de evaluación actual (SVP) para ajustarse a la nueva valoración de puntuaciones. La **Tabla N°10** muestra la manera de hacerlo para un caso real:

La tabla superior de la **Tabla N°10** es una reproducción de la mostrada en la **Tabla N°1** y se incluye aquí como referencia, dado que algunos de sus elementos se utilizan para cálculos de la tabla inferior. Junto con la explicación dada en la [Sección 2.2](#), en ella se muestra la manera como se hace actualmente la evaluación de personal académico y de investigación en la institución.

En la tabla inferior de la **Tabla N°10**, se muestra la propuesta que se ha explicado en la [Sección 3](#). Los renglones de esta tabla corresponden a los renglones de la tabla superior y representan las subcategorías del sistema. En la propuesta, se parte de la **Valoración Bruta**, que es la misma de la tabla superior y que corresponde a la columna “**C:puntuación**” de las tablas de los ejemplos presentados en la [Sección 4.1](#). En todos los casos, los renglones representan las subcategorías del sistema de valoración. La tarea es entonces, reproducir las operaciones mostradas en las tablas de dichos ejemplos para el caso real. Esencialmente, la diferencia de los ejemplos de la [Sección 4.1](#) con el caso real presentado, es el número de subcategorías; aquí son 11, mientras que allá eran sólo tres.

En general, la **Composición deseable** se puede obtener de multiplicar el porcentaje **Peso de subcategoría** por el porcentaje de su correspondiente **Peso de categoría**. La **Composición individual** se calcula a partir de las puntuaciones (**Valoración Bruta**), dividiendo la puntuación correspondiente a cada subcategoría entre el total. Los demás cálculos se hacen de la forma que ya se presentó en los ejemplos de la [Sección 4.1](#).

Tabla N°10. Nueva propuesta de valoración para casos reales.

Categoría/Subcategoría de valoración	Ponderaciones		Ponderaciones		Valoración Profesional	
	Peso de categoría	Puntuación máxima	Peso de subcategoría	Puntuación máxima	Valoración Bruta (puntos)	Valoración Neta (puntos)
Conocimiento	40.0%	4,000	100.0%		4,233	3,593
Educación Superior			80.0%	3,200	3,840	3,200
Educación Continua			12.0%	480	273	273
Idiomas extranjeros			8.0%	320	120	120
Reconocimiento	5.0%	500	100.0%		2,033	500
SNI, SEI y Distinciones			100.0%	500	2,033	500
Producción	40.0%	4,000	100.0%		6,040	3,460
Proyectos y servicios			35.0%	1,400	3,483	1,400
Productos y Propiedad intelectual			35.0%	1,400	860	860
Publicaciones y Difusión			20.0%	800	1,241	800
Vinculación			10.0%	400	456	400
Docencia	5.0%	500	100.0%		5,496	500
Enseñanza			60.0%	300	4,338	300
Supervisión de Educación Superior			40.0%	200	1,158	200
Experiencia	10.0%	1,000		1,000	1,418	1,000
Total	100.0%	10,000		10,000	19,220	9,053

Nuevo Sistema de Valoración										
Categoría/Subcategoría de valoración	Valoración Bruta (B=Ci)	Composición deseable (p)	Composición individual (ri)	Distancia Manhattan (d)	Similitud (di*)	Interacción (si=di* x ri)	Índice de contribución ki= si / S	Contrib ΔCi = ki x ΔB	Nueva Puntuación Ci* = Ci + ΔCi	fi calculado
Conocimiento	4,233									
Educación Superior	3,840	0.3200	0.1998	0.1202	0.5457	0.1090	0.1900	2,436	6,276	1.63
Educación Continua	273	0.0480	0.0142	0.0338	0.6320	0.0090	0.0156	200	473	1.73
Idiomas extranjeros	120	0.0320	0.0062	0.0258	0.6401	0.0040	0.0070	89	209	1.74
Reconocimiento	2,033									
SNI, SEI y Distinciones	2,033	0.0500	0.1058	0.0558	0.6101	0.0645	0.1125	1,442	3,475	1.71
Producción	6,040									
Proyectos y servicios	3,483	0.1400	0.1812	0.0412	0.6246	0.1132	0.1973	2,530	6,013	1.73
Productos y Propiedad intelectual	860	0.1400	0.0447	0.0953	0.5706	0.0255	0.0445	571	1,431	1.66
Publicaciones y Difusión	1,241	0.0800	0.0646	0.0154	0.6504	0.0420	0.0732	939	2,180	1.76
Vinculación	456	0.0400	0.0237	0.0163	0.6496	0.0154	0.0269	344	800	1.76
Docencia	5,496									
Enseñanza	4,338	0.0300	0.2257	0.1957	0.4702	0.1061	0.1850	2,371	6,709	1.55
Supervisión de Educación Superior	1,158	0.0200	0.0603	0.0403	0.6256	0.0377	0.0657	842	2,000	1.73
Experiencia	1,418	0.1000	0.0738	0.0262	0.6397	0.0472	0.0823	1,055	2,473	1.74
Total	19,220	1.0000	1.0000	0.6659	6.6586	0.5737	1.0000	12,821	32,041	
	fo	f	Puntuación Amplificada (B*)	Diff puntuación ΔB = B*-B						
	2	1.6671	32,041	12,821						

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, la composición individual no es totalmente diferente de la composición deseable, pero tampoco es totalmente similar, por lo que el factor de amplificación calculado es $f = 1.6671$, con lo que de la puntuación bruta, $B = 19220$, se llega a una puntuación amplificada de $B^* = f \cdot B = 32041$.

5. Conclusiones

En el presente trabajo, se ha abordado la tensión entre los objetivos individuales del personal académico y de investigación, y los objetivos estratégicos de la institución en la que labora. Con esa perspectiva, se ha desarrollado una metodología para su evaluación, que toma en cuenta, por una parte, las motivaciones de los individuos en el contexto de

la libertad académica y, por otra, los mencionados objetivos estratégicos. Para lograrlo, se ha recurrido a una métrica de la similitud empleada entre *series de tiempo*, conocida como la *distancia Manhattan*, a partir de la cuál se ha generado un factor de amplificación de la puntuación lograda individualmente por la producción del personal.

La puntuación amplificada, a partir del factor de amplificación, puede ser utilizada para emitir incentivos en términos de promociones o estímulos económicos, que promuevan un mejor desempeño en el trabajo académico y de investigación.

La metodología se ha desarrollado a partir de un caso de estudio: el sistema de valoración profesional de Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; sin embargo, es adaptable a otras instituciones que utilicen un sistema de evaluación del desempeño similar, basado en puntuaciones generadas a partir de tareas o productos del trabajo académico y de investigación.

Referencias Bibliográficas

Aubrey, K. (2018). *Generalizing and Transferring Mathematical Definitions from Euclidean to Taxicab Geometry*. (Tesis doctoral, College of Arts; Sciences at Georgia State University). <https://doi.org/10.57709/12521263>

Box-Steffensmeier, J. M., Freeman, J. R., Hitt, M. P. y Pevehouse, J. C. (2014). *Time series analysis for the social sciences*. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/9780521691550>

Columbia University. (2005). Statement on Academic Freedom. *First Global Colloquium of University Presidents*.

Cuesta-Santos, A. (2021). *Tecnología de gestión de recursos humanos*. CITMATEL.

Deem, R. (1998). 'New managerialism' and higher education: The management of performances and cultures in universities in the United Kingdom. *International studies in sociology of education*, 8(1), 47-70. <https://doi.org/10.1080/0962021980020014>

Deem, R. (2001). Globalisation, new managerialism, academic capitalism and entrepreneurialism in universities: Is the local dimension still important? *Comparative education*, 37(1), 7-20. <https://doi.org/10.1080/03050060020020408>

Egginton, B. (2010). Introduction of Formal Performance Appraisal of Academic Staff. *Educational Management Administration y Leadership*, 38, 119-133.
<https://doi.org/10.1177/1741143209351660>

Getzels, J. W., y Guba, E. G. (1957). Social behavior and the administrative process. *The school review*, 65(4), 423-441.

Gorbaneff, Y., Torres, S. y Cardona, J. F. (2009). El concepto de incentivo en administración. Una revisión de la literatura. *Revista de Economía Institucional*, 11(21), 73-91.

Hoy, W. K. y Miskel, C. G. (2008). *Educational administration: Theory, research, and practice* (8th ed.). McGraw-Hill.

Kljun, M., Teršek, M. y Štrumbelj, E. (2020, septiembre). A review and comparison of time series similarity measures. [https://erk.fe.uni-lj.si/2020/papers/kljun\(a_review\).pdf](https://erk.fe.uni-lj.si/2020/papers/kljun(a_review).pdf)

Lhermitte, S., Verbesselt, J., Verstraeten, W. W. y Coppin, P. (2011). A comparison of time series similarity measures for classification and change detection of ecosystem dynamics. *Remote sensing of environment*, 115(12), 3129-3152.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.06.020>

Marquina, M. M., Perez Centeno, C. G. y Reznik, N. (2021). Institutional influence of academics in Argentinean public universities in a context of external control. *Acta Paedagogica Vilnensia*, 46(4), 54-72. <https://doi.org/10.15388/ActPaed.2021.46.4>

Presidencia de la República. (2001, octubre). DECRETO por el que se crea el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. *Diario Oficial de la Federación*.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=760175&fecha=30/10/2001#gsc.tab=0

Santana-Sepúlveda, J. S. y Quevedo-Tiznado, J. A. (2024). *Procedimiento para la Evaluación de Tecnólogos del Agua del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
<https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.19499.25124/2>

Shin, Y. (2017). *Time series analysis in the social sciences: the fundamentals*. Univ of California Press.

Thomson, R. E. y Emery, W. J. (2014). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography* (3rd ed.). Elsevier Science.
<https://books.google.com.mx/books?id=59fEAgAAQBAJ>

Van den Brink, M., Fruytier, B. y Thunnissen, M. (2013). Talent management in academia: Performance systems and HRM policies. *Human Resource Management Journal*, 23(2), 180-195.