

# ANÁLISIS CAUSA-EFECTO EN LA UNIVERSIDAD PÚBLICA: EL CASO DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

SERGIO GARCÍA-HUERTA<sup>1\*</sup>, ANTONIO KIDO-CRUZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FACULTAD DE CONTADURÍA Y CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, AVENIDA FRANCISCO J. MÚGICA S/N, EDIFICIO A-IV, 3ER. PISO CP: 58030; MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO;

[SERGIO.GARCIA@UMICH.MX](mailto:SERGIO.GARCIA@UMICH.MX)  [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-7422-1821](https://orcid.org/0000-0002-7422-1821)

<sup>2</sup> FACULTAD DE CONTADURÍA Y CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, AVENIDA FRANCISCO J. MÚGICA S/N, EDIFICIO A-IV, 3ER. PISO CP: 58030; MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO;

[ANKIDO@UMICH.MX](mailto:ANKIDO@UMICH.MX)  [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0003-4949-813X](https://orcid.org/0000-0003-4949-813X)

\*AUTOR CORRESPONSAL

**Citación:** García-Huerta, S. & Kido-Cruz, A. (2022). Análisis causa-efecto en la universidad pública: el caso de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. *Inquietud Empresarial*, 22(1), 15-34. <https://doi.org/10.19053/01211048.12023>

Editor: Blanco-Mesa, Fabio

Recibido: 01/11/2020

Aceptado: 04/04/2022

Publicado: 01/06/2022

Códigos JEL: A12, B29; D91.

Tipo de artículo: Investigación



**Resumen:** la problemática tratada en este artículo está relacionada con la valoración de los recursos (humanos, económicos, tecnológicos y metodológicos) dentro de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), en un sistema de causas y efectos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la educación superior. El objetivo es entender sinergias en una universidad pública a través de la participación de actores clave dentro de las funciones de esta. Para evaluar las opiniones de los expertos se integraron recursos humanos de diversos roles y dependencias de la UMSNH. Se utilizó la metodología derivada de la teoría de efectos olvidados desarrollada por Kaufmann y Gil-Aluja; se integraron seis causas y seis efectos para ser analizados y se encontró que la importancia dada entre “autoridades y sindicatos” con la “investigación e innovación” no fue en un principio considerada por los participantes como relevante, pero el método de efectos olvidados señala que esta relación existe y que esta misma interpretación sucede con relación a la “cobertura educativa”.

**Palabras clave:** universidad pública, lógica borrosa, incertidumbre, efectos olvidados.

# CAUSE-EFFECT ANALYSIS IN THE PUBLIC UNIVERSITY: THE CASE OF THE UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

**Abstract:** the problem addressed in this article is related to the valuation of resources (human, economic, technological and methodological) within the Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) in a system of causes and effects of the teaching-learning process of higher education. The objective is to understand synergies in a public university through the participation of key actors within its functions. In order to evaluate the opinions of the experts, human resources from various roles and dependencies of the UMSNH were integrated. The methodology derived from the theory of forgotten effects developed by Kaufmann and Gil-Aluja was used. Six causes and six effects were integrated to be analyzed and it was found that the importance given between "authorities and unions" with "research and innovation" was not initially considered relevant by the participants, but the forgotten effects method indicates that this relationship exists and that this same interpretation occurs in relation to "educational coverage".

**keywords:** public university, fuzzy logic, uncertainty, forgotten effects.

## INTRODUCCIÓN

Con base en investigaciones como la de Gil-Lafuente *et al.* (2020) se entiende que los individuos en su rol sistémico (consumidor, vendedor, usuario, beneficiario, prestador de servicios, entre otros) tienen apreciaciones sobre cualidades y características que son valoradas de acuerdo con necesidades y deseos manifiestos explícita o no tan conscientemente; expresan los autores que estas "se enmascaran", ya que existen otros elementos en el sistema que las opacan; sin embargo, existen. A fin de contar con más información para la toma de decisiones, el modelo de efectos olvidados es aplicable cuando se tienen variables definidas, así como un grupo de individuos que por su rol en el sistema son expertos entendiendo desde su experiencia las variables como causas y efectos. Al caso de esta investigación se aplica el modelo en una universidad pública buscando encontrar esos elementos enmascarados en la opinión de los expertos que por su rol trabajan cotidianamente con los conceptos abordados como variables causa-efecto. A continuación, se expone el contexto.

En México, el artículo 3 de la Constitución establece la gratuidad de la educación superior, y la Nueva Ley de Educación Superior en el artículo X estatuye que la relación del Estado con la educación superior es una obligación de este, por lo que es el Estado el que propiciará el espacio público para dar acceso a aquellos que sean sujetos de beneficio de educación superior en instituciones públicas (Presidencia de la República, Estados Unidos Mexicanos, 2019). El compromiso es articular las funciones de las universidades con el desarrollo y el bienestar de las comunidades locales, regionales y nacionales, a través de una mejora continua de la calidad de la educación superior, de su expansión y diversificación, de la promoción de programas afirmativos de inclusión y permanencia, de egreso, con una adecuada y pertinente relación laboral.

Con base en el análisis planteado por Agudelo (2014), se parte del hecho de que la educación superior es un bien público (Conferencia Regional de la Educación Superior en América Latina y el Caribe [CRES], 2009), pues esta proporciona conocimiento. Así mismo, la teoría económica ha identificado los bienes públicos en general por las dos propiedades de "no rivalidad" y "no excluibilidad": ser consumido por un individuo no reduce la disponibilidad del bien público para otros y nadie puede en principio ser excluido de su consumo. En la mayoría de los países, el acceso a la educación superior está restringido por requisitos específicos, lo que significa que la propiedad de no exclusión no está satisfecha, ya que es posible excluir a algunas personas de consumirla. En ese sentido, la educación superior debería verse como un bien público "parcial" como lo expone Agudelo (2014).

La educación superior brinda beneficios a toda la sociedad. Los beneficios privados que se obtienen para aquellos que se han graduado en instituciones de educación superior deben ser comparados con los beneficios que la sociedad obtendrá de la inversión en educación superior. La idea central es que, aunque los beneficios privados pueden ser altos, los beneficios sociales son aún mayores: aquí se encuentran las externalidades positivas, que son diversas y numerosas (Tilak, 2008). La investigación y la enseñanza en las universidades son una fuente importante de producción y difusión de conocimiento. Los resultados científicos, las nuevas ideas y las innovaciones permean la sociedad. Por lo tanto, la educación superior es un aporte importante de una economía basada en el conocimiento; la labor de las universidades se alinea entonces con las necesidades de desarrollo que profesionalmente permitan abordar las necesidades sociales (Escobar, 1998).

Participar en un plan de estudios universitarios es una elección personal. Se obtienen beneficios privados tales como mejores oportunidades en el mercado laboral, mayores ganancias, mayores ahorros o mayor estatus social. Los economistas están interesados en calcular la tasa de rendimiento de la educación superior, y las encuestas muestran que los graduados en educación se benefician de las primas salariales frente a individuos con solo educación secundaria (Sanyal & Martin, 2006). En cada país existen procesos que permiten la formación de sistemas de educación superior (SES); para el caso de México, estos se gestan a inicios del siglo pasado, situando espacios universitarios en las principales ciudades del país; la conformación de los SES se relaciona con los procesos de desarrollo, generando así la invasión en formación de capital humano técnico y profesional (Arzate & Romero, 2007).

La tradición universitaria es heredada de las prácticas coloniales, instituye las formas de organización con una tendencia al análisis de la gobernanza, los métodos de enseñanza y la financiación de los sistemas universitarios (Cohen & Kisker, 2010). Existen precedentes históricos donde se acentúan los procesos de la instauración de los sistemas universitarios como con una interacción política; la tradición europea relacionaba la formación universitaria con la participación parlamentaria

estableciendo vínculos política-Estado-universidad (Stichweh, 1991). Sin embargo, no debe dejarse de lado el ethos de la comunidad universitaria: la satisfacción de la necesidad de creación de conocimiento. Derivado de estas necesidades la universidad responde a su contexto histórico-social y político a fin de satisfacer las necesidades de la sociedad a la que sirve como institución (Mayz, 1984).

Los sistemas universitarios sirven como vínculo intelectual para la captación de estudiantes procedentes de otros países; la proporción de aspirantes extranjeros se relaciona con la capacidad de masificación de los servicios educativos universitarios, por lo que es necesaria una adaptación tecnológica para la implementación de métodos de enseñanza que hagan frente a los cambios globales (Bok, 2013). De esta manera, Readings (1996) indica que la “excelencia” en las universidades es un concepto que requiere de una reflexión desde los estudios sociales, comprendiendo a la universidad como una institución contemporánea, que requiere ser evaluada más allá de la “administración de la calidad total”; es decir, no como un negocio, sino como un servicio que busca responder a la sociedad y sus necesidades.

En el contexto latinoamericano existe una crisis en la educación superior, que deriva en una incapacidad institucional de dar respuesta a las demandas sociales; se considera que el financiamiento complementado por la obtención de recursos extraordinarios es fundamental para el ejercicio de las acciones universitarias (Herrera, 1996). Se ha estudiado la necesidad de que el financiamiento de las universidades y centros de investigación sea asignado en suficiencia para cubrir las necesidades de investigación y enseñanza; sin embargo, en el escenario mexicano los problemas estructurales y el efecto de la burocratización y centralización se han reflejado en una deficiente cobertura, calidad y pertinencia del sistema universitario (Arzate & Romero, 2007).

Visualizar los procesos educativos como efecto costo-beneficio implica especular el potencial de desarrollo humano que implica el quehacer de las universidades con la lógica del mercado (Arzate & Romero, 2007). Los propósitos de las universidades se han modificado sustancialmente, con base en evidencias se detecta que las formas de funcionamiento, los esquemas de financiamiento y la formación de cuadros científico-profesionales obedecen a los propósitos de la política pública, más que a los de las necesidades sociales (Herrera, 1996).

Las reformas en el Estado mexicano en términos de educación superior se enfocan en la atención de los problemas derivados de la masificación; estos cambios se basan en el enfoque de la nueva administración gerencial, dejando de lado las necesidades puntuales de los asuntos académicos. Los incentivos ya no se limitan al factor económico, se tornan fundamentales en el proceso político de asignación de otros recursos como los humanos o de personal con capacidad funcional en el ámbito académico; se genera el impulso de la oferta privada logrando una expansión de servicios universitarios (Moreno, 2017).

Es relevante la generación de estudios que cuestionen la percepción de los actores dentro de los procesos del sistema universitario; es esencial para valorar de qué manera se han dejado de lado elementos del sistema que requieren una revalorización a fin de encontrar nuevas líneas de trabajo que fortalezcan positivamente los efectos de la universidad en su entorno. Para comprobar dicha postura, se realiza un análisis con el modelo de efectos olvidados, a través de un levantamiento de información con diez voluntarios, quienes tienen roles funcionales dentro de procesos administrativos, académicos y operativos de la UMSNH. Anteriormente se han hecho ejercicios de investigación, puntualmente en la Facultad de Economía de la UMSNH, que exponen que existen variables cualitativas que explican

fenómenos educativos en los estudiantes, específicamente en el nivel de licenciatura (Gómez & González, 2015). En la región se ha aplicado el conocimiento de los efectos olvidados en el desarrollo empresarial del estado de Michoacán, exponiendo que la metodología permite encontrar factores que la “teoría clásica” dejaría de lado en los procesos de toma de decisiones para la planeación en términos de sustentabilidad y desarrollo empresarial (González-Santoyo et al., 2017).

El presente material se desarrolla prestando los antecedentes de las variables cualitativas desde una perspectiva conceptual en estudios previos, enfocando la atención en aquellos realizados en el contexto latinoamericano y en México. Se expone el método aplicado, indicando las definiciones de las variables para el sistema de la UMSNH; de esta manera se construye la discusión de los resultados, para posteriormente apuntar la conclusión de esta investigación aplicada en el contexto de una universidad pública estatal como caso de estudio.

## 1. MARCO TEÓRICO

Ramírez y Alfaro (2013) estimaron la eficiencia técnica con rendimientos constantes a escala de las universidades chilenas para el 2011, utilizando como *inputs* los gastos operativos y como *outputs* publicaciones ISI y número de estudiantes matriculados. Kipesha y Msigwa (2013) evaluaron la eficiencia técnica con rendimientos constantes a escala, eficiencia técnica con rendimientos variables a escala y eficiencia de escala de siete universidades públicas que operan en Tanzania los modelos DEA VRS y CRS con bootstrap y tuvieron un nivel de ineficiencia de 22 % y 28 %, respectivamente. Lo anterior indica que, en el caso abordado por los autores, la educación universitaria tiene una utilidad social al lograr integrar el conocimiento como un factor relevante para el desarrollo del país.

La educación universitaria se asume como el reflejo del desarrollo de la población (Vélez, 2014). La educación superior proporciona factores de desarrollo humano y social; se crean respuestas a la demanda del mercado laboral local, incrementando el potencial socioeconómico a través de la educación. El factor socioeconómico de los hogares puede limitar el acceso a derechos y a libertades, por lo que a través del ejercicio formativo de las universidades se atiende a sectores desfavorecidos socioeconómicamente (Villa, 2016). Los programas universitarios son incentivados por la asignación de recursos humanos, económicos y materiales, y es necesario entender la forma en que estos recursos y los incentivos implicados sustentan el desarrollo de los programas (Acuña, 2015).

Los programas de estudio requieren de perfiles adecuados a los contextos teórico y metodológicos; así mismo, las experiencias de los perfiles se relacionan dentro de los procesos de formación académica de los estudiantes (Denegri & Gerlach, 2018). El perfil y la experiencia académica del docente, acordes con el referente teórico y metodológico de los programas de estudio, son fundamentales, dado que los docentes son el elemento activo en la interacción directa con la formación de los estudiantes; por eso es relevante promover su desarrollo continuo y su integración desde los inicios de su profesorado (Tapia & Medina, 2017).

Otro factor importante en el escenario de la educación universitaria pública es la interacción laboral entre las autoridades universitarias y los sindicatos. El sindicato representa a un actor social que prevé los beneficios laborales de los integrantes, en este caso a los docentes como actores principales de los procesos de enseñanza-aprendizaje; se ejercen fuerzas en búsqueda de la garantía de derechos, beneficios y alternativas de desarrollo para los miembros a través de la promoción de la salud, el trabajo, la educación y la transformación social democrática (Albornoz & Allende, 2019).

En el actual escenario, derivado del acoplamiento de la enseñanza con nuevas tecnologías, se han implementado plataformas digitales de instrucción universitaria, para dar paso a la formación de la educación híbrida (a distancia) e instrucción virtual emergente. Los sistemas de gestión del aprendizaje son fundamentales para la ejecución de estas perspectivas formativas, teniendo en cuenta la necesidad de integración del cuerpo docente, el alumnado y las plataformas virtuales de enseñanza (Palma et al., 2019).

Se espera que el presupuesto sirva para medir el nivel de eficiencia de la inversión de los recursos financieros destinados a la productividad universitaria. Lo anterior implica la observación de mejores resultados en la posición competitiva de las universidades (Espinoza, 2016). Existen cuestiones relacionadas con el quehacer político reflejadas en la insuficiencia de recursos que permitan el avance del quehacer universitario; los efectos de la deficiencia presupuestal que presentan algunas universidades públicas en México se han evidenciado mediante huelgas, paros, y otras manifestaciones (Mendoza, 2019).

El análisis de causas y efectos puede ser entendido tradicionalmente desde la teoría de la calidad y productividad, que tiene precedentes en los sistemas de gestión de la calidad enmarcados en las propuestas de la teoría general de sistemas. Karou Ishikawa propuso uno de los diagramas ampliamente utilizados para la modelación causa-efecto en los procesos productivos: el diagrama causa-efecto (Graudal), que muestra entradas de recursos y salidas como causas de problema en un proceso (Evans & Lindsay, 2008). En una lógica diferente está la propuesta teórica de los efectos olvidados; esta alternativa corresponde al estudio de la lógica borrosa, que parte del supuesto de que todos los fenómenos pertenecen como subsistema a un sistema, y teniendo en cuenta que a través de la interpretación convencional no se aprecian algunas relaciones causales, utilizando efectos olvidados se consideran todas las relaciones en el fenómeno estudiado (Alfaro-Calderón et al., 2019).

La incidencia es un factor presente en todas las relaciones de los sistemas. Estas se generan de manera encadenada entre los elementos de dicho sistema y repercuten en todos los procesos de manera combinatoria; se producen entonces incidencias de primer orden, las cuales son directas elemento a elemento del sistema, por lo que existirán incidencias no observadas, para lo cual es necesario identificar las relaciones ocultas entre los elementos del sistema (Barcellos de Paula & Gil-Lafuente, 2010). La descripción correspondiente al proceso derivado de esta teoría se expone a continuación en el apartado metodológico.

## 2. METODOLOGÍA

Kaufmann y Gil (1988) explican los efectos olvidados como una apreciación sistémica que permite identificar infracciones en el conjunto de variables que pueden no haber sido evidenciadas adecuadamente en un análisis inicial; se usan patrones binarios en el rango de cero a uno [0,1], de esta manera se encuentran posibles incidencias en la valoración realizada. Se parte de determinar, con base en el modelo planteado por los autores, la matriz causa-efecto:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\} \quad (1)$$

Esta se construye con fundamento en el levantamiento inicial de una observación causa-efecto. A través de la integración de información se determina la matriz efecto-efecto:

$$B = \{b_1, b_2, b_3, \dots, b_n\} \quad (1)$$

De esta manera se estructura una valuación denominada de primer orden, se expone en la Tabla 1 como “matriz de incidencia de primer orden” (es decir, la primera aproximación a los datos obtenidos). Matricialmente se presenta como:

$$AuM = M \quad (3)$$

**Tabla 1.** Matriz de incidencia de primer orden

	$b_1$	$b_2$	...	$b_n$
$a_1$	$(a_1, b_1)$	$(a_1, b_2)$	...	$(a_1, b_n)$
$a_2$	$(a_2, b_1)$	$(a_2, b_2)$	...	
...	...	...	...	...
$a_n$	$(a_n, b_1)$	$(a_n, b_2)$	...	$(a_n, b_n)$

**Fuente:** elaboración propia con base en Kaufmann y Gil-Aluja (1988).

La información de esta matriz deriva del levantamiento de información inicial. Expone entonces las incidencias valoradas por el proceso de consulta a expertos sobre los factores de A (causas) que derivan en B (efectos), así se crea entonces la matriz de incidencias C. En la Tabla 2 se expone la “matriz de incidencia de orden 2” con base en los autores Kaufmann y Gil-Aluja (1988):

**Tabla 2.** Matriz de incidencia de orden 2

	$c_1$	$c_2$	...	$c_n$
$a_1$	$V(P)=(a_1, c_1)$	$(a_1, c_2)$	...	$(a_1, c_k)$
$a_2$	$(a_2, c_1)$	$(a_2, c_2)$	...	$(a_2, c_k)$
...	...	...	...	...
$a_n$	...	...	...	$(a_i, c_k)$

**Fuente:** elaboración propia con base en Kaufmann y Gil-Aluja (1988).

Para obtener los datos correspondientes en la matriz se genera el máx-mín, que implica escoger de todos los mínimos el valor máximo, tomando para cada fila la columna adecuada para ir generando la información correspondiente a la matriz C, es decir:

$$v(a_i, c_k) = \vee_j (v(a_i, b_j) \wedge v(b_j, c_k)) \quad (4)$$

En Kaufmann y Gil-Aluja (1988), se encuentra que debe entenderse que la matriz borrosa (la que valuada en el conjunto numérico entre 0 y 1) valúa un par de elementos  $(x_i, x_j) \in R \subset AXB$ ; donde A y B son referenciales dados finitos, que pueden tomar todo valor entre cero y uno, y que se expresa:

$$\forall (x_i, x_j) \in \mathfrak{M} : v(x_i, x_j) \in [0,1] \quad (5)$$

Lo anterior puede leerse como, para todo elemento contenido en la matriz m, se valorará dicho elemento entre cero y uno. Con base en el análisis de los datos, se encuentran los efectos que Ck tienen en A; esto implica encontrar las valoraciones que fueron olvidadas en un análisis convencional o inicial. De esta manera, con las matrices originales se mide la incidencia resultante contra las valuaciones iniciales. La interpretación se da en torno a una valuación endecadaria que va de cero a uno. La encontramos en Kaufmann y Gil-Aluja (1988) como:

**Tabla 3.** Interpretación de la valuación endecadaria

V(P)	Interpretación	Interpretación
0	Sin incidencia	Falso
0.1	Prácticamente sin incidencia	Prácticamente falso
0.2	Casi sin incidencia	Casi falso
0.3	Muy débil incidencia	Bastante falso
0.4	Débil incidencia	Más falso que verdadero
0.5	Mediana incidencia	Ni verdadero ni falso
0.6	Incidencia sensible	Más verdadero que falso
0.7	Bastante incidencia	Bastante verdadero
0.8	Fuerte incidencia	Casi verdadero
0.9	Muy fuerte incidencia	Prácticamente verdadero
1	La mayor incidencia	Verdadero

Donde V(P) es la existencia de incidencia.

**Fuente:** con base en Kaufmann y Gil-Aluja (1988).

Explicando el modelo con base en Barcellos de Paula y Gil-Lafuente (2010): los elementos de la matriz A tienen una relación directa con los elementos de la matriz B (cada  $a_i$  en su respectivo  $b_j$ ), esto dentro de una función evaluada de cero a uno [0,1] interpretándose con el V(P) de la Tabla 3. Se obtiene entonces una matriz inicial denominada M (matriz de incidencias directas); a través de la aplicación de las composiciones máx-mín se obtienen incidencias indirectas con la intervención de causas o efectos interpuestos, generando así la matriz que permite observar incidencias causa-efecto de segundo orden.

En el proceso estándar de valuación se tiende a generar teóricamente matrices acumuladas, aleatorias borrosas con valores entre cero y uno; sin embargo, con base en Kaufmann y Gil-Aluja (1988), se observa que es posible trabajar tanto con el número de expertos deseados o necesarios como con los niveles oportunos, es decir, desde cero hasta las relaciones acumuladas dadas por la generación de la matriz aleatoria borrosa correspondiente al problema. En la Tabla 4 se definen los seis efectos analizados en esta investigación basándose en el modelo educativo de la Universidad Autónoma de Querétaro. Estos efectos serán los correspondientes a la matriz B expuesta en la fórmula 2.

Las causas abordadas desde el análisis del modelo educativo de la Universidad Autónoma de Querétaro permiten integrar un análisis con relación a un proyecto institucional apoyado en los principios constitucionales de la educación superior en México. Dicho modelo (del cual se han tomado los elementos causa-efecto) se fundamenta en el análisis multidisciplinario que ha permitido integrar contextos sociales, económicos y políticos dentro de su planeación (Universidad Autónoma de Querétaro [UAQ], 2020). En la tabla siguiente se explican los conceptos tomados para la definición de las causas que integrarán lo referente a la matriz A, expuesta en la fórmula 1.

De acuerdo con el proceso de levantamiento de información, participaron 10 personas implicadas en diversas áreas de responsabilidad universitaria, tales como coordinadores de programas de posgrado, responsables administrativos de servicios escolares, jefe de departamento de recursos extraordinarios, personas a cargo de áreas culturales y de tecnológicas. El proceso se realizó con base en el directorio de personal de la UMNSH; se diseñó un cuestionario utilizando una plataforma en línea para la recolección de información que permitió la creación de las valuaciones provistas por los diez perfiles que aceptaron participar. Se construye a través de su interpretación la información para la integración de las matrices



correspondientes. Para lo anterior es necesario, como lo indica Kaufmann y Gil-Aluja (1988), hacer un análisis aleatorio de incidencias para múltiples opiniones de expertos. La matriz A (fórmula 1) se relaciona con los aspectos listados en la Tabla 2, mientras que los aspectos implicados en la Tabla 4 permiten la construcción de la matriz B (fórmula 2); ambas interacciones hacen posible la construcción de la matriz M, la que a través de la adecuada valoración de existencia de incidencias ( $V(P)$ ) permite la construcción de la matriz C.

**Tabla 4.** Efectos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la educación superior

Variable	Id	Definición
El estudiantado	e1	Agente principal del proceso enseñanza-aprendizaje que participa en la construcción de su aprendizaje y en su desarrollo integral.
El docente	e2	Agente principal del proceso enseñanza-aprendizaje, el cual tiene como principal objetivo de su trabajo la enseñanza de contenidos.
Aprendizaje y evaluación	e3	El aprendizaje comprende procesos, métodos, técnicas, prácticas y recursos que contribuyen al logro de frutos efectivos y evaluables, directamente relacionados con la formación integral del estudiante. La evaluación constituye el elemento que permite apreciar el desarrollo de competencias, evidenciar la construcción de aprendizajes y orientar las acciones de enseñanza.
Investigación e innovación	e4	La investigación y la innovación aportan nuevos conocimientos y herramientas para el aprendizaje; nutren y fundamentan sustancialmente el proceso para la generación y aplicación del conocimiento, y permiten la conexión significativa con la docencia.
Vinculación con la sociedad	e5	La vinculación con el entorno es un elemento estratégico fundamental, cuyas acciones contribuyen a la formación integral del estudiante, a la pertinencia social de los programas educativos, a la prestación de servicios y al desarrollo social y económico de la región y del país, con especial énfasis en la educación continua, la transferencia de tecnología y el seguimiento de egresados.
Cobertura educativa	e6	Relación de población en edad de estar vinculada a la educación superior con la proporción de estudiantes inscritos en la educación superior.

**Fuente:** elaboración propia con base en revisión del modelo educativo de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ, 2020).

El flujo del proceso de análisis parte de que cada experto provea la información correspondiente a una matriz de incidencia. Esta fue levantada con fundamento en un formulario comprendido por 108 reactivos, divididos en la formulación de las matrices causa-efecto, causa-efecto y efecto-efecto. Posteriormente, se genera el cálculo correspondiente de la aplicación de la ley acumulada complementaria expuesta por Kaufmann; de esta forma se crean las matrices de relación aleatoria borrosa que después se descomponen en el proceso de desacumulación, y por último producen las esperanzas matemáticas, lo cual, en esta matriz de esperanzas matemáticas, obtendrá los efectos de segunda generación.

Al evaluar la diferencia de las matrices se encuentra la interpretación de los efectos olvidados de segunda generación, pues son estos lo que nos indican con qué intensidad, grado de incidencia o grado de verdad está afectando una causa sobre un efecto. A continuación, se exponen los resultados correspondientes a esta investigación.

**Tabla 5.** Causas del proceso de enseñanza-aprendizaje de la educación superior

Variable	Id	Definición
Movilidad social	c1	El resultado de la multiplicación del total de los estudiantes de familias en los cinco deciles más bajos de la distribución de ingresos, por el número de egresados con mayores ingresos (después de 10 años de haber egresado) de los cinco deciles más altos de la distribución.
Incentivos económicos	c2	Beca de desempeño, recursos extraordinarios, sistema nacional de investigadores, perfil PRODE.
Perfil y experiencia académica del docente acorde al referente teórico-metodológico del programa de estudio	c3	Calidad académica y formación profesional del docente en cada disciplina.
Interacción laboral autoridades universitarias y sindicatos	c4	Relaciones laborales de trabajo a través de los contratos colectivos de trabajo.
Educación híbrida y/o a distancia e instrucción virtual emergente	c5	Uso de las tecnologías de información para instrumentar el proceso de enseñanza-aprendizaje.
Presupuesto	c6	Asignación de recursos y materiales para sufragar las actividades sustantivas de la universidad.

**Fuente:** elaboración propia con base en revisión del modelo educativo de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ, 2020)<sup>1</sup>.

### 3. RESULTADOS

La matriz inicial es la de causa-efecto, se construye con el cómputo de los resultados obtenidos inicialmente (en el instrumento se pide valor de 0 a 10, por lo que el cómputo implica dividir esta valuación entre 10 a fin de obtener el rango borroso para el desarrollo de la metodología). Esto se realiza a través de la creación de la matriz aleatoria que contiene (R) la representación de la información correspondiente provista por los participantes expertos. Esta se configura inicialmente con las frecuencias obtenidas (Tabla 6), y es llamada también tabla acumulada complementaria.

Se procede a la construcción de la matriz de frecuencias, en la que se van agrupando desde el valor correspondiente a  $P(V) = 1$  en cada efecto, sumando el valor del  $P(V)$  que le antecede, inicialmente  $P(V) = 0.9$ ; este proceso de sumas del valor antecesor hasta  $P(V) = 0$ . Como este proceso implica la construcción de la matriz borrosa, todos los resultados son contenidos en el rango  $[0,1]$ , obteniendo así una matriz acumulada que, dado que se consideró a los 10 participantes pertinentes, llega al valor de 1 la acumulación en  $P(V) = 0$ . Nótese que, de haber contemplado a más personas expertas en el proyecto, el valor acumulado final se encuentra en esta misma razón (Tabla 7).

La tabla de nivel por nivel implica encontrar en cada nivel los valores para cada causa-efecto correspondientes a ese  $P(V)$ . En Kaufmann y Gil-Aluja encontramos que para cada nivel se aprecia un incremento en los valores, teniendo en el nivel  $P(V) = 0$  una matriz de valores uno (Tabla 8).

<sup>1</sup> Instrumento disponible en: <https://forms.gle/r2j6Y1j8vh89dzUH9>

**Tabla 6.** Matriz R de información borrosa inicial

<i>P(V)</i>	e1	e2	e3	e4	e5	e6	<i>~ P(V)</i>	<i>~ e1</i>	<i>~ e2</i>	<i>~ e3</i>	<i>~ e4</i>	<i>~ e5</i>	<i>~ e6</i>		
c1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	c4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.2	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.3
	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2		0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2
	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0		0.4	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
	0.5	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1		0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.6	0.0	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0		0.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
	0.7	0.2	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0		0.7	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
	0.8	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2		0.8	0.1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.1
	0.9	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2		0.9	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.3
1.0	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	1.0	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0		
c2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	c5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1		0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1		0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.5	0.1	0.3	0.0	0.1	0.1	0.0		0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
	0.6	0.2	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0		0.6	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0
	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
	0.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0		0.8	0.4	0.3	0.5	0.2	0.2	0.2
	0.9	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3		0.9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
1.0	0.3	0.2	0.5	0.3	0.3	0.4	1.0	0.4	0.3	0.2	0.3	0.1	0.4		
c3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	c6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0		0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2		0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		0.6	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0		0.7	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.8	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.1		0.8	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
	0.9	0.2	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3		0.9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
1.0	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.2	1.0	0.6	0.6	0.5	0.7	0.7	0.7		
~	~	~	~	~	~	~	~								

Fuente: elaboración propia con base en procesamiento de información.

Tabla 7. Matriz R de frecuencias acumuladas

<i>P(V)</i>	e1	e2	e3	e4	e5	e6	$\sim P(V)$	$\sim e1$	$\sim e2$	$\sim e3$	$\sim e4$	$\sim e5$	$\sim e6$		
c1	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	c4	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	0.1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		0.1	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90
	0.2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		0.2	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90
	0.3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		0.3	1.00	1.00	0.90	0.70	0.80	0.60
	0.4	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80		0.4	1.00	1.00	0.90	0.60	0.60	0.40
	0.5	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.80		0.5	0.90	0.90	0.90	0.50	0.60	0.40
	0.6	0.80	0.90	0.90	0.90	0.90	0.70		0.6	0.70	0.90	0.90	0.50	0.60	0.40
	0.7	0.80	0.60	0.80	0.90	0.80	0.70		0.7	0.60	0.80	0.80	0.40	0.50	0.40
	0.8	0.60	0.60	0.60	0.80	0.70	0.70		0.8	0.50	0.80	0.60	0.30	0.40	0.40
	0.9	0.30	0.30	0.50	0.70	0.60	0.50		0.9	0.40	0.50	0.30	0.30	0.40	0.30
1	0.20	0.20	0.30	0.40	0.30	0.30	1	0.30	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00		
c2	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	c5	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.1	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		0.1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.2	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		0.2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90
	0.3	0.90	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90		0.3	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.90
	0.4	0.90	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80		0.4	1.00	1.00	1.00	1.00	0.70	0.90
	0.5	0.90	1.00	1.00	1.00	0.70	0.70		0.5	1.00	0.90	1.00	1.00	0.70	0.90
	0.6	0.80	0.70	1.00	0.90	0.60	0.70		0.6	1.00	0.90	1.00	0.90	0.70	0.80
	0.7	0.60	0.60	0.80	0.80	0.60	0.70		0.7	1.00	0.90	0.90	0.70	0.60	0.80
	0.8	0.60	0.60	0.80	0.80	0.60	0.70		0.8	1.00	0.80	0.90	0.70	0.50	0.70
	0.9	0.40	0.40	0.60	0.60	0.50	0.70		0.9	0.60	0.50	0.40	0.50	0.30	0.50
1	0.30	0.20	0.50	0.30	0.30	0.40	1	0.40	0.30	0.20	0.30	0.10	0.40		
c3	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	c6	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		0.1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.2	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00		0.2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.3	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	0.90		0.3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.4	0.90	0.90	1.00	0.90	0.90	0.90		0.4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90
	0.5	0.90	0.90	1.00	0.90	0.90	0.90		0.5	1.00	1.00	0.90	1.00	1.00	0.90
	0.6	0.90	0.90	1.00	0.80	0.90	0.70		0.6	1.00	1.00	0.90	0.90	1.00	0.90
	0.7	0.90	0.90	1.00	0.80	0.90	0.60		0.7	1.00	1.00	0.80	0.90	1.00	0.80
	0.8	0.90	0.90	1.00	0.80	0.80	0.60		0.8	0.80	0.70	0.80	0.90	1.00	0.80
	0.9	0.90	0.90	0.70	0.80	0.60	0.50		0.9	0.70	0.70	0.60	0.80	0.90	0.80
1	0.70	0.60	0.60	0.50	0.50	0.20	1	0.60	0.60	0.50	0.70	0.70	0.70		
~	~	~	~	~	~	~	~								

Fuente: elaboración propia con base en procesamiento de información.

**Tabla 8.** Matriz R<sup>2</sup> nivel por nivel

<i>P(V)</i>	e1	e2	e3	e4	e5	e6	<i>~ P(V)</i>	<i>~ e1</i>	<i>~ e2</i>	<i>~ e3</i>	<i>~ e4</i>	<i>~ e5</i>	<i>~ e6</i>		
1	c1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3		c4	0.9	0.9	0.9	0.5	0.6	0.4
	c2	0.3	0.2	0.5	0.3	0.3	0.4		c5	1	0.9	1	1	0.7	0.9
	c3	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.2		c6	1	0.9	1	0.9	0.7	0.8
	c4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.4	c1	1	1	1	1	0.9	0.8
	c5	0.4	0.3	0.2	0.3	0.1	0.4		c2	0.9	1	1	1	0.9	0.8
	c6	0.6	0.6	0.5	0.7	0.7	0.7		c3	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.9
0.9	c1	0.3	0.3	0.5	0.7	0.6	0.5		c4	1	1	0.9	0.6	0.6	0.4
	c2	0.4	0.4	0.6	0.6	0.5	0.7		c5	1	1	1	1	0.7	0.9
	c3	0.9	0.9	0.7	0.8	0.6	0.5		c6	1	1	1	1	1	0.9
	c4	0.4	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	c1	1	1	1	1	1	1
	c5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.5		c2	0.9	1	1	1	0.9	0.9
	c6	0.7	0.7	0.6	0.8	0.9	0.8		c3	0.9	0.9	1	1	1	0.9
0.8	c1	0.6	0.6	0.6	0.8	0.7	0.7		c4	1	1	0.9	0.7	0.8	0.6
	c2	0.6	0.6	0.8	0.8	0.6	0.7		c5	1	1	1	1	0.8	0.9
	c3	0.9	0.9	1	0.8	0.8	0.6		c6	1	1	1	1	1	1
	c4	0.5	0.8	0.6	0.3	0.4	0.4	0.2	c1	1	1	1	1	1	1
	c5	1	0.8	0.9	0.7	0.5	0.7		c2	0.9	1	1	1	1	1
	c6	0.8	0.7	0.8	0.9	1	0.8		c3	1	0.9	1	1	1	1
0.7	c1	0.8	0.6	0.8	0.9	0.8	0.7		c4	1	1	1	0.9	0.9	0.9
	c2	0.6	0.6	0.8	0.8	0.6	0.7		c5	1	1	1	1	1	0.9
	c3	0.9	0.9	1	0.8	0.9	0.6		c6	1	1	1	1	1	1
	c4	0.6	0.8	0.8	0.4	0.5	0.4	0.1	c1	1	1	1	1	1	1
	c5	1	0.9	0.9	0.7	0.6	0.8		c2	0.9	1	1	1	1	1
	c6	1	1	0.8	0.9	1	0.8		c3	1	1	1	1	1	1
0.6	c1	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7		c4	1	1	1	1	0.9	0.9
	c2	0.8	0.7	1	0.9	0.6	0.7		c5	1	1	1	1	1	1
	c3	0.9	0.9	1	0.8	0.9	0.7		c6	1	1	1	1	1	1
	c4	0.7	0.9	0.9	0.5	0.6	0.4	0	c1	1	1	1	1	1	1
	c5	1	0.9	1	0.9	0.7	0.8		c2	1	1	1	1	1	1
	c6	1	1	0.9	0.9	1	0.9		c3	1	1	1	1	1	1
0.5	c1	1	1	1	0.9	0.9	0.8		c4	1	1	1	1	1	1
	c2	0.9	1	1	1	0.7	0.7		c5	1	1	1	1	1	1
	c3	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.9		c6	1	1	1	1	1	1
~	~	~	~	~	~	~	~								

**Fuente:** elaboración propia con base en procesamiento de información.

Con base en la Tabla 8, que indica en cada nivel los valores obtenidos de cada elemento causal contra cada elemento efecto, se pueden valorar en cada nivel las causas y efectos encontrados, mediante la convolución máx-mín, lo que implica valorar cada fila por columna identificando los valores mínimos uno a uno, y de ellos se extraerá el valor máximo.

Para encontrar, por ejemplo, el valor correspondiente a c1,e1 en P(V)=1, se tendrá:

$$c1,e1 \text{ en } P(V) = 1 = \vee ((0.2 \wedge 0.2), (0.3 \wedge 0.2), (0.7 \wedge 0.3), (0.3 \wedge 0.4), (0.4 \wedge 0.3), (0.6 \wedge 0.3)) = \vee (0.2, 0.2, 0.3, 0.3, 0.3, 0.3) = 0.3 \tag{6}$$

Y así en cada celda de la matriz de matrices. Basándose en los resultados obtenidos en la composición máx-mín utilizada desde el arreglo por nivel se tiene la Tabla 9.

**Tabla 9.** Matriz composición máx-mín de  $R^2$

$P(V)$	e1	e2	e3	e4	e5	e6	$\sim P(V)$	$\sim e1$	$\sim e2$	$\sim e3$	$\sim e4$	$\sim e5$	$\sim e6$	
1	c1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3		c4	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	c2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4		c5	1	1	1	0.9	0.9
	c3	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4		c6	1	1	1	0.9	0.9
	c4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	c1	1	1	1	1	0.9
	c5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4		c2	1	1	1	1	0.9
	c6	0.6	0.6	0.5	0.7	0.7	0.7		c3	0.9	0.9	1	0.9	0.9
0.9	c1	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		c4	1	1	1	1	0.9
	c2	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7		c5	1	1	1	1	0.9
	c3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7		c6	1	1	1	1	0.9
	c4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	c1	1	1	1	1	1
	c5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5		c2	1	1	1	1	0.9
	c6	0.7	0.7	0.6	0.8	0.8	0.8		c3	1	1	1	1	0.9
0.8	c1	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7		c4	1	1	1	1	1
	c2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7		c5	1	1	1	1	1
	c3	0.9	0.9	1	0.8	0.8	0.7		c6	1	1	1	1	1
	c4	0.6	0.6	0.8	0.8	0.6	0.7	0.2	c1	1	1	1	1	1
	c5	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7		c2	1	1	1	1	1
	c6	1	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8		c3	1	1	1	1	1
0.7	c1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		c4	1	1	1	1	1
	c2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7		c5	1	1	1	1	1
	c3	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.8		c6	1	1	1	1	1
	c4	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.1	c1	1	1	1	1	1
	c5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8		c2	1	1	1	1	1
	c6	1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8		c3	1	1	1	1	1
0.6	c1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8		c4	1	1	1	1	1
	c2	0.9	0.9	1	0.8	0.9	0.7		c5	1	1	1	1	1
	c3	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.8		c6	1	1	1	1	1
	c4	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7	0	c1	1	1	1	1	1
	c5	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.8		c2	1	1	1	1	1
	c6	1	0.9	1	0.9	0.9	0.9		c3	1	1	1	1	1
0.5	c1	1	1	1	1	0.9	0.9		c4	1	1	1	1	1
	c2	0.9	1	1	1	0.9	0.9		c5	1	1	1	1	1
	c3	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.9		c6	1	1	1	1	1

Fuente: elaboración propia con base en procesamiento de información.

El siguiente elemento del proceso es construir la relación aleatoria borrosa, lo cual implica crear la matriz de las causas una a una, conteniendo su respectiva escala endecadaria por cada causa.

**Tabla 10.** Matriz relación aleatoria borrosa de  $R^2$

$P(V)$	e1	e2	e3	e4	e5	e6	$\sim P(V)$	$\sim e1$	$\sim e2$	$\sim e3$	$\sim e4$	$\sim e5$	$\sim e6$	
c1	0	1	1	1	1	1	1	c4	0	1	1	1	1	1
	0.1	1	1	1	1	1	1		0.1	1	1	1	1	1
	0.2	1	1	1	1	1	1		0.2	1	1	1	1	1
	0.3	1	1	1	1	1	1		0.3	1	1	1	1	1
	0.4	1	1	1	1	0.9	0.9		0.4	1	1	1	1	0.9
	0.5	1	1	1	1	0.9	0.9		0.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8		0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7		0.8	0.6	0.6	0.8	0.8	0.6
	0.9	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		0.9	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
	1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3		1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
c2	0	1	1	1	1	1	1	c5	0	1	1	1	1	1
	0.1	1	1	1	1	1	1		0.1	1	1	1	1	1
	0.2	1	1	1	1	1	1		0.2	1	1	1	1	1
	0.3	1	1	1	1	1	0.9		0.3	1	1	1	1	1
	0.4	1	1	1	1	0.9	0.9		0.4	1	1	1	1	0.9
	0.5	0.9	1	1	1	0.9	0.9		0.5	1	1	1	0.9	0.9
	0.6	0.9	0.9	1	0.8	0.9	0.7		0.6	0.9	0.9	1	0.9	0.9
	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7		0.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7		0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8
	0.9	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7		0.9	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6
	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4		1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
c3	0	1	1	1	1	1	1	c6	0	1	1	1	1	1
	0.1	1	1	1	1	1	1		0.1	1	1	1	1	1
	0.2	1	1	1	1	1	1		0.2	1	1	1	1	1
	0.3	1	1	1	1	1	0.9		0.3	1	1	1	1	1
	0.4	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.9		0.4	1	1	1	1	0.9
	0.5	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.9		0.5	1	1	1	0.9	0.9
	0.6	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.8		0.6	1	0.9	1	0.9	0.9
	0.7	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.8		0.7	1	0.9	0.9	0.9	0.8
	0.8	0.9	0.9	1	0.8	0.8	0.7		0.8	1	0.8	0.9	0.8	0.8
	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7		0.9	0.7	0.7	0.6	0.8	0.8
	1	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4		1	0.6	0.6	0.5	0.7	0.7

Fuente: elaboración propia con base en procesamiento de información.

Con fundamento en la matriz de la relación aleatoria borrosa de  $R^2$  es posible construir la desacumulación de la misma. Esto es técnicamente la resta desde el valor correspondiente a  $P(V) = 1$  en la Tabla 10 en cada efecto sustrayendo el valor del  $P(V)$  que le antecede, inicialmente  $P(V) = 0.9$ ; este proceso de restas de valores antecesores hasta  $P(V) = 0$ . Como este proceso implica la construcción de la matriz borrosa, todos los resultados son contenidos en el rango  $[0,1]$ ; se obtiene así una matriz acumulada que, dado que se consideró a los 10 participantes pertinentes, llega al valor de 1 la acumulación en  $P(V) = 0$ . La Tabla 11 muestra el resultado de este cálculo.

**Tabla 11.** Matriz desacumulación de  $R^2$ 

$P(V)$	e1	e2	e3	e4	e5	e6		$\sim P(V)$	$\sim e1$	$\sim e2$	$\sim e3$	$\sim e4$	$\sim e5$	$\sim e6$
c1	0	0	0	0	0	0	0	c4	0	0	0	0	0	0
	0.1	0	0	0	0	0	0		0.1	0	0	0	0	0
	0.2	0	0	0	0	0	0		0.2	0	0	0	0	0
	0.3	0	0	0	0	0.1	0.1		0.3	0	0	0	0	0.1
	0.4	0	0	0	0	0	0		0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0
	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.1		0.5	0	0	0	0	0.2
	0.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0		0.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	0.7	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1		0.7	0.2	0.2	0	0	0.2
	0.8	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2		0.8	0.2	0.2	0.3	0.3	0.1
	0.9	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		0.9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3		1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
c2	0	0	0	0	0	0	0	c5	0	0	0	0	0	0
	0.1	0	0	0	0	0	0		0.1	0	0	0	0	0
	0.2	0	0	0	0	0	0.1		0.2	0	0	0	0	0
	0.3	0	0	0	0	0.1	0		0.3	0	0	0	0	0.1
	0.4	0.1	0	0	0	0	0		0.4	0	0	0	0.1	0
	0.5	0	0.1	0	0.2	0	0.2		0.5	0.1	0.1	0	0	0.1
	0.6	0.1	0.1	0.2	0	0.1	0		0.6	0	0	0.1	0	0
	0.7	0	0	0	0	0	0		0.7	0	0	0	0.1	0.1
	0.8	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0		0.8	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2
	0.9	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3		0.9	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4		1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
c3	0	0	0	0	0	0	0	c6	0	0	0	0	0	0
	0.1	0	0	0	0	0	0		0.1	0	0	0	0	0
	0.2	0	0	0	0	0	0.1		0.2	0	0	0	0	0
	0.3	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0		0.3	0	0	0	0	0.1
	0.4	0	0	0	0	0	0		0.4	0	0	0	0.1	0
	0.5	0	0	0	0	0	0.1		0.5	0	0.1	0	0	0
	0.6	0	0	0	0	0	0		0.6	0	0	0.1	0	0.1
	0.7	0	0	0	0.1	0.1	0.1		0.7	0	0.1	0	0.1	0
	0.8	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0		0.8	0.3	0.1	0.3	0	0
	0.9	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3		0.9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	1	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4		1	0.6	0.6	0.5	0.7	0.7

Fuente: elaboración propia con base en procesamiento de información.



Teniendo los resultados de la Tabla 6 y la Tabla 11 se procede a calcular las esperanzas matemáticas de cada una. La esperanza matemática consiste en calcular un valor esperado para cada una de las posiciones resultantes; esto se logra multiplicando los valores  $P(V)$  de la escala endecadaria columna a columna de cada una de las causas por cada uno de los efectos. Para obtener los resultados calculados para la Tabla 12 se procede a realizar:

$$(c1,e1)=0*0.0+0.1*0.0+0.2*0.0+0.3*0.0+0.4*0.0+0.5*0.1+0.6*0.1+0.7*0.1+0.8*0.1+0.9*0.3+1*0.3=0.83 \quad (7)$$

Se generan sucesivamente los cálculos para obtener los valores de la Tabla 12.

**Tabla 12.** Matriz esperanzas matemáticas de  $R^2$

	e1	e2	e3	e4	e5	e6
c1	0.83	0.83	0.82	0.82	0.80	0.79
c2	0.86	0.87	0.87	0.86	0.85	0.79
c3	0.88	0.88	0.93	0.86	0.85	0.81
c4	0.78	0.78	0.82	0.82	0.79	0.77
c5	0.86	0.86	0.87	0.85	0.84	0.8
c6	0.93	0.89	0.89	0.9	0.88	0.88

**Fuente:** elaboración propia con base en procesamiento de información.

En el caso para la Tabla 12, el proceso es el mismo, para obtener el valor de la posición de la matriz en (c6,e6) se procede a:

$$(c6,e6)=0*0.0+0.1*0.0+0.2*0.0+0.3*0.1+0.4*0.0+0.5*0.0+0.6*0.1+0.7*0.0+0.8*0.0+0.9*0.1+1*0.7=0.88 \quad (8)$$

Y así sucesivamente para cada elemento de la matriz hasta completar todas las esperanzas matemáticas de  $R$  en la Tabla 13.

**Tabla 13.** Matriz  $R$  esperanzas matemáticas de  $R$

	e1	e2	e3	e4	e5	e6
c1	0.77	0.76	0.81	0.86	0.81	0.75
c2	0.72	0.75	0.87	0.84	0.71	0.76
c3	0.9	0.88	0.93	0.85	0.85	0.73
c4	0.74	0.81	0.75	0.54	0.59	0.47
c5	0.9	0.83	0.84	0.81	0.64	0.78
c6	0.91	0.9	0.85	0.92	0.96	0.88

**Fuente:** elaboración propia con base en procesamiento de información.

El cálculo de los efectos olvidados de segundo orden implica restar los valores de la celda correspondiente de  $R^2$ , menos la celda correspondiente de  $R$ , así se encuentra el valor de la incidencia que puede interpretarse con base en la Tabla 3.

En la Tabla 11, al operacionalizar las esperanzas matemáticas de  $R$  y  $R^2$  en una resta se obtienen los efectos olvidados de segunda generación. Esto nos permite identificar que no se tienen efectos olvidados significativos, dado que, de acuerdo con la interpretación de la escala endecadaria, los valores más altos indican una "muy débil incidencia" (esto en las celdas (c4, e4); (c4, e6)).

#### 4. DISCUSIÓN

Con base en Kaufmann y Gil-Aluja (1988), una incidencia en 0.35, si bien es valorada como de muy débil incidencia, es necesaria una contemplación por los tomadores de decisiones, puesto que los efectos más relevantes son con relación a la causa c4 (interacción laboral autoridades universitarias y sindicatos), aspecto que se ve reflejado en los efectos e4 y e6 (investigación e innovación, y cobertura educativa respectivamente).

Es relevante identificar los procesos de evaluación a los que son sometidas las universidades públicas, ya que estas favorecen la equidad social y el acceso a desarrollo humano a través de la educación (Arzate & Romero, 2007). En este sentido, contemplar la cobertura educativa, elemento identificado como uno de los más destacados del estudio, es precisamente la acción de coordinar programas que permitan llegar a más población en posibilidad de ser beneficiada por la acción universitaria; sin embargo, la relación que este efecto guarda con la interacción laboral de autoridades universitarias y sindicatos parece ser un factor significativo por valorar para el logro de los objetivos de la cobertura educativa universitaria. Históricamente, los problemas de la UMSNH con relación a los sindicatos han sido tema de noticia pública local.

La “investigación y la innovación” son parte de las misiones de las universidades públicas; sin embargo, un contraste detectado en el caso abordado en esta investigación evidencia que la relación que guardan las “autoridades universitarias y los sindicatos” con las actividades investigativas implica la necesidad de valorar la asignación de recursos para la formación y el fortalecimiento de los docentes e investigadores. De esta manera, se espera atender el efecto olvidado referente a la cobertura educativa con la integración de recursos humanos conscientes de la necesidad de desarrollar “investigación e innovación” desde la utilidad planteada en la definición en la Tabla 2.

#### 5. CONCLUSIONES

El modelo de trabajo que proponen Kaufmann y Gil-Aluja para abordar los efectos olvidados facilita el entendimiento sinérgico de interacciones entre los elementos implicados en un sistema —el cual es parte de un suprasistema— derivado de una articulación de opiniones de expertos donde pueden exponerse aquellos aspectos por debatirse para la toma de decisiones. Las sinergias detectadas en el estudio desarrollado permitieron conocer a través de la metodología empleada que en el sistema universitario (en este caso, la UMSNH) existen efectos por considerarse, por lo que con el logro del objetivo se detecta que hay relaciones que no han sido valoradas adecuadamente desde la experiencia personal de los expertos, por lo que pueden sugerirse estudios futuros al respecto de corte cualitativo a fin de entender en profundidad los puntos de opinión con base en la experiencia profesional de los funcionarios e integrando a más personal de la UMSNH para un análisis del discurso fundamentado en la experiencia.

Se encontró que la “interacción laboral autoridades universitarias y sindicatos” necesita una mejor interpretación desde el sistema universitario en relación con su efecto en la “investigación e innovación” y la “cobertura educativa”. De acuerdo con los resultados, se entiende que inicialmente podrían interpretarse como aspectos cuya relación no parece representativa; sin embargo, esta relación existe. Retomando los principios teóricos de los sistemas causa-efecto, será necesario en estudios posteriores un análisis que considere los problemas que se han presentado al no valorar objetivamente estas

relaciones olvidadas que se han detectado. Los sistemas universitarios como tema de investigación requieren de una valuación adecuada para el logro de objetivos de desarrollo humano, social, económico, político, entre otros, con el fin de alinear los esfuerzos y recursos de las instituciones en pro de resultados que permitan incrementar la eficiencia y eficacia de los sistemas de gestión del conocimiento en estas entidades.

#### CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Antonio Kido Cruz: conceptualización. Sergio García Huerta: levantamiento de información, metodología, redacción, revisión, validación, análisis formal de resultados, edición.

Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

#### FINANCIACIÓN

Esta investigación fue financiada por Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) a través de la subvención correspondiente a la convocatoria titulada "Becas Nacional (Tradicional) 2019-2".

#### DECLARACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los datos obtenidos del levantamiento de la información pueden ser solicitados a través de los medios disponibles en: <https://sites.google.com/a/umich.mx/sergio-garcia/home>

#### CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Los financiadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio, en la recogida, análisis o interpretación de los datos, en la redacción del manuscrito o en la decisión de publicar los resultados.

## REFERENCIAS

- Acuña, F. (2015). Incentivos al trabajo profesional docente y su relación con las políticas de evaluación e incentivo económico individual. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 41(1). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052015000100001>
- Agudelo Taborda, J. (2014). Marco conceptual de la cooperación universitaria. *Revista Internacional de Cooperación y Desarrollo*, 1(1), 110. <https://doi.org/10.21500/23825014.2257>
- Albornoz, M. & Allende, V. (2019). El sindicato como ligazón en la tensión entre trabajo y educación. En Universidad Nacional de San Martín (ed.), *1er Congreso Internacional de Ciencias Humanas. Humanidades entre pasado y futuro. Acta Académica*. Provincia de Buenos aires, Argentina. <https://www.aacademica.org/1.congreso.internacional.de.ciencias.humanas/1166>
- Alfaro-Calderón, G. G., Godínez-Reyes, N. L., Gómez-Monge, R., Alfaro-García, V., & Gil-Lafuente, A. M. (2019). Forgotten Effects in the Valuation of the Social Well-Being Index in Mexico's Sustainable Development. *Fuzzy Economic Review*, 24(1). <https://doi.org/10.25102/fer.2019.01.04>
- Arzate, J. & Romero, J. (2007). Diversificación, crecimiento y desigualdad en la educación superior: la dimensión relativa de la universidad pública en México. *Tiempo de Educar*, 8(16), 277-303.
- Barcellos de Paula, L. & Gil-Lafuente, A. (2010). Una aplicación de la metodología de los efectos olvidados: los factores que contribuyen al crecimiento sostenible de la empresa. *Cuadernos del CIMBAGE*, 12, 23-34.
- Bok, D. (2013). *Higher Education in America* (1st ed.). Princeton University Press.
- Cohen, A., & Kisker, C. (2010). *The Shaping of American Higher Education: Emergence and Growth of the Contemporary System* (2nd ed.). Jossey-Bass.
- Conferencia Regional de la Educación Superior en América Latina y El Caribe -CRES-. (2009). Declaraciones y plan de acción. *Perfiles Educativos*, 31(125), 90-108.
- Denegri, F. & Gerlach, K. (2018). *La experiencia académica durante la transición universitaria de los estudiantes de una universidad privada que migraron a Lima admitidos por el programa Beca Vocación Maestro*. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12956%09>
- Escobar, A. (1998). *La invención del tercer mundo. Construcción y deconstrucción del desarrollo*. Grupo Editorial Norma.

- Espinoza, C. (2016). Calidad de la educación e índices de gestión en relación con el presupuesto de las universidades del Ecuador en el año 2015. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(2), 201-217.
- Evans, J. & Lindsay, W. (2008). *Administración y control de la calidad* (7.ª ed.). Cengage Learning.
- Gil-Lafuente, A. M., Amiguet Molina, L. & Torres Martínez, A. (2020). Modelo de efectos olvidados en el análisis estratégico de medios de comunicación. *Inquietud Empresarial*, 20(1), 73-85. <https://doi.org/10.19053/01211048.9133>
- Gómez, R. & González, J. (2015). Factores de influencia en la trayectoria estudiantil de la facultad de economía de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo: un análisis con modelos econométricos cualitativos, 2013-2014. *INCEPTUM*, 10(19), 49-65.
- González-Santoyo, F., Flores-Romero, B., Gil-Lafuente, A. & Amiguet-Molina, J. (2017). La teoría de los efectos olvidados y su aplicación en el desarrollo de la empresa. *Cuadernos del CIMBAGE*, 19, 51-77.
- Herrera, A. (1996). Formación científico-profesional: propuesta para la universidad pública de México. *Perfiles Educativos*, 71.
- Kaufmann, A. & Gil-Aluja, J. (1988). *Modelos para la investigación de efectos olvidados*. Milladoiro.
- Kipasha, E., & Msigwa, R. E. (2013). Efficiency of Higher Learning Institutions: Evidences from Public Universities in Tanzania. *Journal of Education and Practice*, 4(7).
- Mayz, E. (1984). *El ocaso de las universidades*. Monte Ávila Editores.
- Mendoza, J. (2019). Presupuesto federal de educación superior en el primer año del gobierno de Andrés Manuel López Obrador: Negociaciones y retos. *Revista de la Educación Superior*, 48(191), 51-82.
- Moreno, C. (2017). Las reformas en la educación superior pública en México: rupturas y continuidades. *Revista de la Educación Superior*, 46(182), 27-44. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resu.2017.03.001>
- Palma, J., González, S. & Cortés, J. (2019). Sistemas de gestión del aprendizaje en dispositivos móviles: evidencia de aceptación en una universidad pública de México. *Innovación educativa (México, DF)*, 19(79), 35-56.
- Presidencia de la República, Estados Unidos Mexicanos. (2019). Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de los artículos 3o., 31 y 73 de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia educativa. *Diario Oficial de La Federación*, 15 de mayo de 2019. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5560457&fecha=15/05/2019](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5560457&fecha=15/05/2019)
- Ramírez, P. & Alfaro, J. (2013). Evaluación de la eficiencia de las universidades pertenecientes al consejo de rectores de las universidades chilenas: resultados de un análisis envolvente de datos. *Formación Universitaria*, 6(3), 31-38. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062013000300005>
- Readings, B. (1996). *The University in Ruins* (4<sup>th</sup> ed.). Harvard University Press.
- Sanyal, B. & Martin, M. (2006). La financiación de la educación superior: perspectivas internacionales. En *La educación superior en el mundo 2006: La financiación de las universidades* (pp. 3-17). Mundiprensa. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/5823>
- Stichweh, R. (1991). *Der frühmoderne Staat und die europäische Universität: zur Interaktion von Politik und Erziehungssystem im Prozeß ihrer Ausdifferenzierung* (1.ª ed.). Suhrkamp Verlag.
- Tapia, M. & Medina, M. (2017). ¿Qué debe saber y saber hacer el profesorado novel universitario? *OLIMPIA Revista de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Granma*, 14(46), 111-121.
- Tilak, J. (2008). Higher Education: A Public Good or a Commodity for Trade? *Prospects*, 38(4), 449-466. <https://doi.org/10.1007/s11125-009-9093-2>
- Universidad Autónoma de Querétaro -UAQ-. (2020). *Modelo educativo universitario*. [https://www.uaq.mx/planeacion/modelo\\_educativo.html](https://www.uaq.mx/planeacion/modelo_educativo.html)
- Vélez, M. (2014). Educación universitaria como factor de movilidad social. *Telos*, 16(2), 207-225.
- Villa, L. (2016). Educación superior, movilidad social y desigualdades interdependientes. *Universidades*, 68, 51-64.