

---

# INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR Y ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES: HACIA UN MODELO CONCEPTUAL

ITALO MARCHIONI, HERNANDO BUSTOS, TAMYRA BRÁÑEZ Y ANGÉLICA RÍOS

---


## RESUMEN

El objetivo de este artículo es presentar un modelo que relaciona a las instituciones de educación superior (IES) y la administración de operaciones (AO), utilizando un indicador clave de desempeño llamado efectividad global de equipos (OEE), el cual es considerado por la alta dirección de empresas como un elemento esencial para la toma de decisiones estratégicas. Lo anterior, debido a que en el ámbito educativo el concepto de calidad en las IES, se ha transformado en un tema atractivo, no solo a nivel de estudiantes e instituciones, sino que también para las entidades gubernamentales, al demostrarse que la relación existente entre una mayor calidad de las IES con el crecimiento social y económico en el país. Dando como resultado un modelo base, que establece una relación entre las variables originales de la ecuación de OEE: “disponibilidad,

rendimiento y calidad”, con la de los procesos del sistema de Educación Superior (ES): “retención, desempeño y egreso”, respectivamente, que demuestra ser un indicador que aporta a la toma de decisiones dentro de la empresa que en este caso es una IES. Aunque existen indicadores de eficiencia en las IES, estos miden cada variable del proceso formativo de los programas académicos por separado, al contrario del tema del estudio, el cual resulta ser un estudio innovador, ya que busca medir la eficiencia en un único indicador estandarizado para cualquier carrera en las IES. El indicador se probó con una base de datos de una carrera del área de las tecnologías de una universidad del norte de Chile, que midió la eficiencia de las cohortes 2006 al 2012, cuyos egresos fueron el 2012 al 2018 respectivamente.

---

## Introducción

 Debido al mundo cambiante y cada vez más globalizado, donde las exigencias en el día a día son cada vez mayores, se hace latente la necesidad de mantener un control, medición y por sobre todo una

mejora continua de cada proceso. Es en este contexto de crecimiento de la sociedad del conocimiento, donde la educación terciaria ha emergido y juega un papel determinante al tratarse del lugar en donde se da formación al capital humano avanzado y se promueve la formación de profesionales en la cantidad y calidad requerida (Rodríguez-Ponce *et al.*, 2018), es

aquí, por tanto, donde la calidad de las Instituciones de Educación Superior (IES) cobra relevancia.

Calidad en la Educación Superior (ES) es un tema de investigación que resulta ambiguo en su tratamiento y debido a esto es que se han propuesto una multitud de formas para interpretarlo (Pechmann y Haase, 2022). La

---

**PALABRAS CLAVE / Administración de Operaciones /Desempeño / Efectividad Global de Equipos / Egreso / Instituciones de Educación Superior /Retención /**

Recibido: 08/11/2022. Modificado:15/12/2022. Aceptado:15/12/2022.

**Italo Marchioni** (Autor de correspondencia). Ingeniero Civil Industrial y Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, Magíster en Gestión y Administración de Empresas, Universidad de Tarapacá, Chile. Magister en Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Académico, Universidad de Tarapacá. Dirección: Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Universidad de Tarapacá, Av. 18 de Septiembre 2222, Arica, Chile. e-mail: imarchio@academicos.uta.cl

**Hernando Bustos**. Ingeniero Civil Informático y Licenciado en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad de Concepción, Chile. Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile. Académico Universidad de Tarapacá. e-mail: hbustos@academicos.uta.cl

**Tamyra Bráñez**. Ingeniera Civil Industrial y Licenciada en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad de Tarapacá. e-mail: tamyrabranezp@gmail.com

**Angélica Ríos**. Ingeniera Civil Industrial y Licenciada en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad de Tarapacá. e-mail: anriosramos@gmail.com.

---

acreditación es considerada un mecanismo para medir calidad (aunque no el único), ya que es un procedimiento voluntario realizado por una institución o programa, que se sustenta sobre principios de mejora continua, rendición de cuentas frente a criterios nacionales e internacionales, y revisión externa de calidad por pares con el fin de mejorar sus estándares académicos, y asegurar la calidad del proceso de formación establecido (Acevedo-De-los-Ríos y Rondinel-Oviedo, 2022; Romanowski, 2021). En Chile la entidad encargada de verificar y promover la calidad es la Comisión Nacional de Acreditación (CNA), la cual ejerce su labor mediante la realización de procesos de acreditación en universidades, institutos profesionales y centros de formación técnica (Bernasconi Ramírez *et al.*, 2020).

Comúnmente el término de calidad se asociaba inicialmente a sectores industriales, tanto extractivos como manufactureros; pero hoy en día ha permeado también hacia los servicios, donde la calidad se vincula a los procesos y a la administración de operaciones internas de una organización. En este mundo de las empresas, es posible encontrar diferentes filosofías, estrategias y metodologías de medición para las distintas áreas que las componen. Es por ello que dentro de las metodologías existentes se busca uno que relacione distintas variables para un mismo proceso a medir, entre ellos se encuentra la Efectividad Global de los Equipos (OEE) en el cual se pretende profundizar y como lo señalaba Yu *et al.* (2018) el OEE es uno de los Indicadores Claves de Desempeño (KPI) más conocidos y utilizados en la administración de operaciones (AO) de una organización.

La OEE es un indicador que se está masificando y se utiliza como una herramienta de medición de la efectividad con un fin de mejorar los indicadores de desempeño estratégicos, previendo potenciales pérdidas de eficiencia y aportando acciones para evitar que éstas vuelvan a ocurrir (Raju *et al.*, 2022; Ylipää *et al.*, 2017). Si bien este es un indicador que ha sido ampliamente aceptado y usado en las empresas manufactureras (Huang *et al.*, 2022), poco a poco se ha ido adaptando a organizaciones de servicios y unidades administrativas.

En concreto, este artículo buscar presentar un modelo que relaciona a las IES y la AO, utilizando un indicador de desempeño estratégico como lo es la OEE, el cual es considerado por la alta dirección como un elemento esencial para la toma de decisiones estratégicas. La relevancia del trabajo es la propuesta de un indicador de calidad alternativo y/o complementario a la acreditación institucional,

el cual de por sí es un proceso complejo y demoroso.

### Marco Teórico

A continuación, se analiza la OEE en busca de un modelo adaptado en donde sus variables puedan ser aplicadas a carreras de pregrado en una IES.

#### *Calidad en instituciones de educación superior en Chile*

Dentro del contexto de proliferación de las IES y su alta demanda, Brunner y Pedraja-Rejas (2017), aseguran que el acceso a la Educación Superior (ES) se ha masificado y se halla en plena fase de universalización, es decir, exhibe una tasa de participación bruta superior a un 50% en Iberoamérica, surge la importancia de asegurar la calidad de éstas, pero la definición del término calidad ya es de por sí compleja, al ser un término abstracto y difícil de definir, más aún aplicado al campo de la educación (Escobar-Jiménez y Delgado, 2019). Como afirmación general se puede percibir la calidad como algo que cumple o supera los requisitos, las necesidades y las demandas de los “clientes” (Rais *et al.*, 2021).

En el ámbito educativo el concepto de calidad en las IES, se ha convertido en un tema atractivo, no solo a nivel de estudiantes e instituciones, sino que también para las entidades gubernamentales, al demostrarse que hay una relación entre una mayor calidad de las IES con el crecimiento social y económico en el país (Pedraja-Rejas *et al.*, 2019). Según los padres de la calidad como W. Edwards Deming, Joseph Jurán o Kaoru Ishikawa, la definen para las instituciones educativas, como “un proceso sistematizado para la consecución de metas y objetivos planteados en los planes y programas de desarrollo, apoyado en los recursos humanos, financieros y tecnológicos que consoliden la formación profesional en cualquier disciplina” (Mayo *et al.*, 2017:104). Desde el punto de vista político la calidad es una herramienta para asegurar el futuro y permitir al Sistema de Educación Superior (SES) afrontar los retos venideros, aumentando relevancia a la ES y ayudando a las IES a producir los graduados que buscan los empleadores (Pechmann y Haase, 2022). Una aclaración de lo que es la calidad educativa lo entrega Mayo *et al.* (2017), quien explica que la calidad educativa promueve el desarrollo de las IES y en su estudio, centrado en México, indica que ésta reviste características que implican integrar ideas, estrategias y

modelos para garantizar las más altas posibilidades de éxito.

Una vez definido el concepto de calidad, el siguiente paso es encontrar la manera de medirla y verificarla, de ahí que mundialmente los métodos para verificar la calidad y analizar la eficiencia de las IES sean variadas. Uno de los más utilizados a nivel global es el método de Análisis Envoltante de Datos (DEA, por sus siglas en inglés), utilizado recientemente por Pedro *et al.* (2021). Estos autores en su trabajo evalúan la eficiencia de las IES considerando factores sociales, ambientales y culturales. Por otro lado, en la Universidad de Phoenix (Avella *et al.*, 2016), insisten en la importancia de aplicar un enfoque basado en datos de la educación, a través de la Analítica del Aprendizaje” (LA, por sus siglas en inglés) el cual utiliza modelos predictivos que proporcionan información procesable. Por otra parte, en un estudio hecho en Arabia Saudita (Ayouni *et al.*, 2021), proponen la técnica difusa de Viktor para ayudar a seleccionar el sistema de gestión del aprendizaje que más se adapte a la IES.

Como se presentó anteriormente son diversos los métodos para verificar la calidad en las IES, las cuales, para el caso particular de Chile, se encuentran conformadas por cuatro tipos: Universidades, Institutos Profesionales (IP), Centros de Formación Técnica (CFT) y Establecimientos de Educación Superior de las Fuerzas Armadas y de Orden (Ministerio de Educación Superior, 2020).

Tal como se mencionó anteriormente, la entidad nacional encargada de verificar la calidad de la ES, ya sea a nivel de instituciones como programas de estudio y carreras, es la CNA creada en el año 2006 con la Ley 20.129 (Bernasconi Ramírez *et al.*, 2020). Este Sistema de Aseguramiento de la Calidad ha enfrentado una variedad de reformas, siendo la más reciente la Ley N°21.091 del año 2018 (Biblioteca del Congreso Nacional, 2018) sobre Educación Superior, la cual modificó la Ley 20.129, abordando, entre otros ámbitos, la institucionalidad del sistema y mejoramiento de la calidad. Un cambio relevante fue que el rol de la CNA quedó limitado a evaluar, acreditar y promover la calidad de las IES autónomas. Por esta razón, se propone un indicador que mida la efectividad y con esto la calidad, como un KPI (*Key Performance Indicator*, en inglés) y que sea útil para la toma de decisiones en la IES.

Para proponer esa comparativa, se retoma el término de calidad asociada a productos y/o servicios cotidianos y provenientes de empresas

extractivas, manufactureras y también de servicios. Los exponentes fundacionales del concepto de calidad en la AO, señalan que ésta es el resultado del desempeño de los procesos formativos comparada con estándares mínimos exigidos provenientes de la planificación de las IES (Mayo *et al.*, 2017). Esto permitiría considerar a las IES como cualquier empresa de un determinado sector industrial y a la calidad como un indicador de desempeño medible. En las empresas y en el mundo académico existen dos enfoques relacionados con la calidad de los productos: el control de calidad y la gestión de la calidad. El primero se ocupa de analizar los componentes o el producto completo después de la producción, excluyendo aquellos que no cumplen las normas específicas establecidas por la organización; mientras que el segundo se refiere a la gestión de la producción de la calidad y el mantenimiento de las normas específicas antes o durante la producción. La gestión de la calidad se le denomina a veces proceso de garantía de la calidad, y esto es más relevante para el sector educacional (Rais *et al.*, 2021).

Los procesos y operaciones son elementos claves para que una empresa alcance una ventaja competitiva, esto sucede si se tiene en consideración que la Estrategia de Operaciones y la Dirección Estratégica de la empresa están alineadas con un mismo objetivo y, debido a ello, es necesario conocer y considerar a la AO como la gestora de dichos procesos junto con sus recursos, vinculando la toma de decisiones de operaciones de corto y largo plazo, junto con las preferencias del cliente (Gaspar y Julião, 2021). Asimismo, la AO cuida que las operaciones de los procesos se realicen con eficiencia, trayendo consigo beneficios y cumplimiento de la estrategia general definida por la organización. Pero antes de profundizar en el tema, se debe considerar una serie de definiciones utilizadas en empresas de los sectores extractivos, manufactureros y de servicios

#### *Indicadores OEE en la administración de operaciones*

La AO es la disciplina que estudia la planificación, organización, dirección y control de la producción y los servicios para lograr una mayor eficiencia y eficacia (Merigó *et al.*, 2019). En sí, mediante la AO es posible planificar cada aspecto del negocio y, debido a esto, esta disciplina tiene una gran influencia en la forma en que las empresas pueden mejorar su efectividad, rendimiento, calidad y resultados financieros, siendo clave para la estrategia de la organización (Wolniak, 2020).

Para lograr que los resultados en la empresa mejoren, es necesario el análisis de los datos que proporciona la AO, estos datos dependiendo el área en que se enfoque es posible medirlos mediante herramientas o métricas como lo son los KPI.

Los KPI, según afirma Lazarova (2017:510) “son una valiosa herramienta de gestión del rendimiento. El sistema KPI especifica lo que se debe medir y cómo se debe estimar el resultado de la medición”. En otras palabras, los KPI se definen como un conjunto de mediciones cuantificables y estratégicas que reflejan los factores críticos de éxito de una empresa y están orientados al objetivo que ella busca. Es por esto que, la selección y el conocimiento adecuado de los KPI pueden ayudar a la empresa a lograr los resultados deseados y, por ende, un éxito empresarial (Kang *et al.*, 2016).

Muntean *et al.* (2016:63), afirman que “mediante el monitoreo de los indicadores correctos, se logra una perspectiva valiosa del desempeño empresarial y se incrementa el grado de conciencia estratégica que se necesita para tomar las mejores decisiones en el momento adecuado”. Los periodos de análisis de estos indicadores son definidos por la empresa y de los objetivos que esta misma se planteó.

En el mundo de las empresas que trabajan con la AO y KPI es posible encontrar diferentes filosofías y metodologías que buscan la optimización de procesos, un ejemplo de esto es la filosofía TPM (*Total Productive Maintenance*) de la cual nace la metodología *Lean Manufacturing*, que está orientada a la optimización de los procesos productivos; pero últimamente también está mejorando los procesos administrativos a partir de la eliminación de desperdicios por medio del uso de sus herramientas y técnicas junto con buenas prácticas de gestión de recursos humanos (Marulanda *et al.*, 2017), lo cual ha llevado a sólo se le denomine como metodología *Lean*. La filosofía TPM y la metodología *Lean* se ha extendido por todo el mundo, interviniendo incluso procesos de servicios y actividades de apoyo al interior de las organizaciones (Andersson *et al.*, 2015), incluso llegando a áreas como servicios públicos y en la ES, específicamente en el trabajo de Klein *et al.* (2021), se propone una metodología *Lean* aplicada a la gestión de residuos en las IES y su prueba en el campo, utilizando el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) en una IES brasileña. Lo cual ayudó a los administradores a evaluar las prioridades y acciones a tomar para reducir los desechos y sub-desechos.

La metodología *Lean* posee variados indicadores de desempeño, entre los cuales se encuentran la OTD (Entregas a Tiempo), la TEEP (Rendimiento Efectivo Total de los Equipos) y la OEE (Efectividad Global de Equipos), y es en este último indicador, la OEE en el cual se pretende abordar por su utilidad y función (Yu *et al.*, 2018).

El indicador OEE, que por sus siglas corresponde al término inglés “*Overall Equipment Effectiveness*” o “Efectividad Global de Equipos” en español, fue propuesto por el japonés Seiichi Nakajima en el año 1988 como una medida para el análisis de eficiencia de los recursos. La OEE se introdujo como KPI que es utilizado para verificar la existencia de residuos o pérdidas en el trabajo productivo en las industrias (Roda y Macchi, 2019). La fórmula del indicador OEE considera las siguientes fuentes que afectan la productividad, clasificadas en: Disponibilidad (A, del término en inglés *Available*), Rendimiento (P, del término en inglés *Performance*) y Calidad (Q, del término en inglés *Quality*). Estas tres variables relacionadas con el tiempo, pueden aplicarse tanto para un equipo en particular como para procesos altamente automatizados (Ramlan *et al.*, 2015). Lo anterior se expresa en la ecuación (1):

$$OEE = Disponibilidad (A) \times Rendimiento (P) \times Calidad (Q) \quad (1)$$

#### **Materiales y Método**

A partir del análisis conceptual, es posible basar la visión de una IES como una organización a la cual aplicar KPI para la medición de la eficiencia a variables seleccionadas. Para el caso específico de este estudio se pretende utilizar el indicador OEE en las IES, de modo que, permita señalar al equipo directivo como es la situación actual o histórica de la formación universitaria basada en un indicador único, pero que puede desglosarse, de tal forma que sea un complemento que ayude a la toma de decisiones en el ámbito de la docencia universitaria.

Para establecer una relación entre las IES y OEE, dado a lo anteriormente visto, se considera a las IES como una empresa productiva y en su interior, a las carreras de pregrado, como un sistema integral con entrada, proceso y salida (Figura 1). De esta manera, es posible aplicar el indicador OEE para saber en qué condiciones se encuentra cada unidad de estudio, es decir, cada carrera de la institución, para tener un panorama general de éstas y así tomar decisiones similares a cómo se realiza en una empresa productiva común. Para ello, se asocian



Figura 1. Modelo conceptual de Educación Superior desde un Enfoque Sistémico.

las variables de la OEE con parámetros medibles en una carrera de pregrado.

**Entrada:** Los alumnos interesados se denominan estudiantes en el momento en el que se matriculan en la universidad en una carrera a elección, comenzando así, su primer año universitario. Debido a diversos factores, cada año aumenta la demanda de matrículas en las IES ya que es tomado como un hecho positivo para el desarrollo de los países, pero a su vez, es también un desafío mantener a ese grupo de estudiantes en el plan de estudio elegido (Retención).

**Proceso:** Cada estudiante pasa por un proceso formativo en la universidad, es decir, este se va desarrollando en el plan de estudio de acuerdo a la carrera seleccionada. A medida que el estudiante aprueba cada asignatura, cumple el mínimo de exigencias de un curso y, por ende, puede avanzar en su plan de estudio, este avance es medido en porcentaje, por lo que, se toma el porcentaje de avance curricular como el avance del estudiante y esto representaría el rendimiento o desempeño del mismo.

**Salida:** Finalmente, transcurrido el tiempo de formación el estudiante procede a concluir su plan de estudios, donde se considera como egresado cuando ha aprobado todas las asignaturas incluido la actividad de titulación (proyecto y defensa). Para efectos de esta investigación, se considera egreso exacto cuando el estudiante termina todas las asignaturas en los años de duración de la carrera; y egreso oportuno, que es similar al egreso exacto, pero considerando como base un año más en la duración de la carrera, esto debido a que la tasa oportuna es un factor relevante, la cual indica que los estudiantes logran terminar sus carreras de pregrado en los años previstos por el plan de estudios más el margen de un año.

## Resultados

El modelo adaptado que se plantea para medir la eficiencia de las carreras de pregrado en una IES se basa en el indicador OEE, de esta manera se puede establecer una relación entre las

variables descritas y los procesos del SES, estas variables se pueden adaptar a la realidad de la ES por medio de la asociar a las variables de la OEE: Disponibilidad (A)= Retención (R); Rendimiento (P)= Desempeño (D); Calidad (Q)= Egreso (E). Así se representa en la ecuación (2):

$$OEE = \text{Retención (R)} \times \text{Desempeño (D)} \times \text{Egreso (E)} \quad (2)$$

Para la medición de los parámetros Retención, Desempeño y Egreso, se considera como unidad de análisis la cohorte de una determinada carrera de pregrado, es por ello que se presenta la Figura 2 la cual representa la trayectoria de los estudiantes matriculados en una carrera de pregrado en una cohorte, además, por cada año académico se considera que hay un hito inicial (I) la cual representa la matrícula de ese año y un hito final (F) que representa el cierre de semestre mediante las actas de ese periodo, esto se repite hasta el último año del plan de estudio (año n) y por último, se representa el año de egreso oportuno (año n+1), definido como el margen de un año más que se considera a la duración del plan académico. Asimismo, se

debe considerar que, si el estudiante termina antes su carrera de pregrado, esto se considera como egreso exacto. Cada parámetro se desarrolla a continuación.

## Retención (R)

Para el cálculo del parámetro Retención de una cohorte (j) de una carrera, primero se debe determinar el Número Total de Estudiantes Matriculados en Año Oportuno (NEO), esto corresponde al Número total de estudiantes matriculados en año oportuno (hito inicial,  $I_{n+1}$ ) más los egresados en año exacto (hito final n,  $F_n$ ) del plan de estudios de la cohorte (j) seleccionada. Lo anterior se representa en la ecuación (3):

$$NEO = N^{\circ} \text{total de matriculados en año oportuno } (I_{n+1}) \text{ cohorte } (j) \text{ de la carrera} + N^{\circ} \text{egresados en año exacto } (F_n) \text{ cohorte } (j) \text{ de la carrera} \quad (3)$$

Luego, para la misma cohorte escogida (j) se determina el Número total de matriculados en el primer año ( $I_1$ ) del plan de estudios (MPI). De manera que, la variable Retención se define mediante la ecuación (4):

$$\text{Retención}_j = \frac{NEO}{MPI} \quad (4)$$

donde: NEO: número total de estudiantes considerados en el año oportuno ( $I_{n+1}$ ) cohorte j de la carrera, más el número total de egresados en el año exacto ( $F_n$ ) cohorte j de la carrera, es decir, la cantidad total de estudiantes que terminaron su plan de estudio de la carrera. MPI: número total de matriculados en el primer año del plan de estudios ( $I_1$ ) de la cohorte j de la carrera. j: corresponde al año que se considera la cohorte.

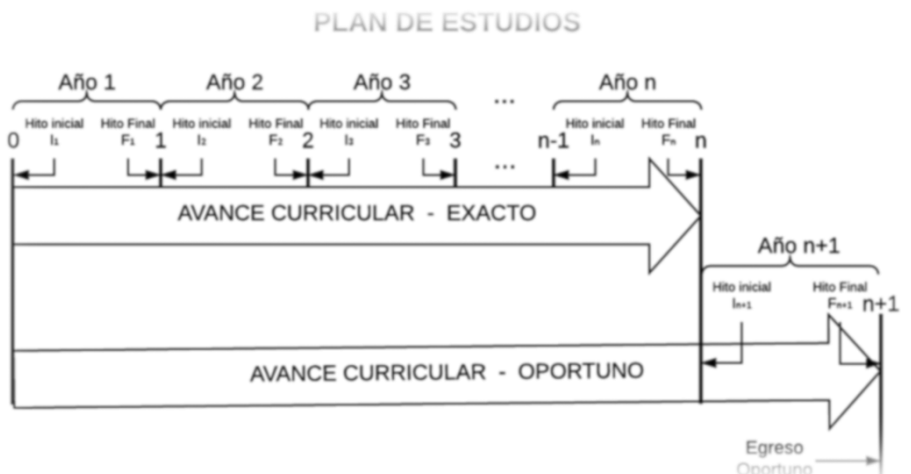


Figura 2. Avance Curricular con Egreso Exacto y Oportuno.

### Desempeño (D)

Para el cálculo del parámetro Desempeño se considera el avance curricular que tiene una cohorte (j) de una carrera al término ideal de su plan de estudios, para ello se debe tomar en cuenta el número total de estudiantes matriculados (hito inicial  $n$ ,  $I_n$ ) en el año de duración exacta del plan de estudios ( $MEE_j$ ), luego, para el grupo de estudiantes considerados en esta cohorte se determina el número total de asignaturas aprobadas del plan de estudios en el segundo semestre del año  $n$  ( $F_n$ ) terminando el egreso exacto (NAAP). Lo anterior se representa en la ecuación (5):

$$NAAP = \sum_{i=1}^{MEE_j} \left( \begin{array}{l} N^{\circ} \text{ de asignaturas aprobadas del plan} \\ \text{del estudiante } i \text{ de cohorte } j \end{array} \right) \quad (5)$$

Posteriormente, para los mismos alumnos se considera el Número total de asignaturas del plan de estudios cursado (NTAP). Como se señala en la siguiente ecuación (6):

$$NTAP = \sum_{i=1}^{MEE_j} \left( \begin{array}{l} N^{\circ} \text{ total de asignaturas del plan de estudios} \\ \text{del estudiante } i \text{ de la cohorte } j \end{array} \right) \quad (6)$$

Finalmente, considerando ambas ecuaciones se obtiene que el Desempeño está definido por la ecuación (7):

$$Desempeño_j = \frac{NAAP}{NTAP} \quad (7)$$

donde: MEE: número total de matriculados en el año  $n$  (duración exacta) del plan de estudio ( $I_n$ ) de la cohorte  $j$  de la carrera; NAAP: sumatoria de todas las asignaturas aprobadas por los estudiantes considerados en MEE de su respectivo plan de estudios de la cohorte  $j$  hasta el segundo semestre del año  $n$  ( $F_n$ ), con cierre de acta de calificaciones (año egreso exacto); NTAP: sumatoria de todas las asignaturas del plan de estudio de los estudiantes considerados en MEE de la cohorte  $j$ ;  $j$ : corresponde al año que se considera la cohorte.

### Egreso (E)

Para el cálculo del parámetro Egreso se debe escoger una cohorte (j) de una carrera, en la que se determina el Número total de egresados (NTE) hasta el año oportuno, por lo que se considera el Número de egresados al final del año exacto ( $F_n$ ) más el Número de egresados al final del año oportuno ( $F_{n+1}$ ). Lo anterior se representa en la ecuación (8):

$$NTE = N^{\circ} \text{ egresados año exacto } (F_n) \text{ cohorte } j \text{ de la carrera} + N^{\circ} \text{ egresados año oportuno } (F_{n+1}) \text{ cohorte } j \text{ de la carrera} \quad (8)$$

Finalmente, para definir el parámetro Egreso se debe tener en cuenta la variable NEO vista en el apartado Retención, definida en la ecuación (9):

$$Egreso_j = \frac{NTE}{NEO} \quad (9)$$

donde: NTE: número total de egresados hasta el año oportuno de la cohorte  $j$  de la carrera (incluye egresados en año exacto); NEO: número total de estudiantes considerados en año oportuno de la cohorte  $j$  de la carrera;  $j$ : Corresponde al año que se considera la cohorte.

### Indicador y Resultados

El modelo adaptado de la OEE para medir la efectividad de la cohorte  $j$  de una carrera de pregrado de una IES presentada en la ecuación (2), en conjunto con las ecuaciones (4), (7) y (9) queda en detalle con la ecuación (10):

$$OEE_j = \left( \frac{NEO}{MPI} \right)_j \times \left( \frac{NAAP}{NTAP} \right)_j \times \left( \frac{NTE}{NEO} \right)_j \quad (10)$$

Este modelo es capaz de relacionar distintas variables de una cohorte de una carrera de pregrado

independiente de su duración, plan académico o número de estudiantes. Se debe tener en cuenta la forma en que se recopilan los datos para utilizarlos en el modelo. Este OEE adaptado busca integrarse como un indicador estratégico en las IES para apoyar las decisiones estratégicas sobre las carreras de pregrado analizadas. Todo esto debido a que las IES se esfuerzan cada vez más por obtener mejores acreditaciones y certificaciones en un intento por mostrar calidad y eficiencia. Es por ello que las IES deben adherirse a un proceso que garantice cada vez una mejor calidad (Kanagat y Sharma, 2019). Siguiendo esta misma línea, Cudney *et al.* (2020), afirman que, para mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje, procesos administrativos de apoyo al estudiante y cualquier otro proceso complementario en el ámbito de la docencia, es necesario contar con un enfoque de calidad, que permita ir alcanzando los estándares exigidos mediante la mejora continua.

La Tabla I y la Figura 3 resumen los resultados obtenidos de

TABLA I  
INDICADORES DE EFICIENCIA DE CARRERA

Año de Cohorte	Retención	Desempeño	Egreso	EGC
2006	51%	74%	38%	14%
2007	37%	82%	61%	19%
2008	46%	89%	73%	30%
2009	42%	90%	53%	20%
2010	23%	82%	53%	10%
2011	63%	90%	71%	40%
2012	54%	91%	71%	35%
Promedio	45,14%	85,43%	60,00%	24,00%
Desviación estándar	12,90%	6,32%	12,87%	11,18%

Fuente: Elaboración propia.

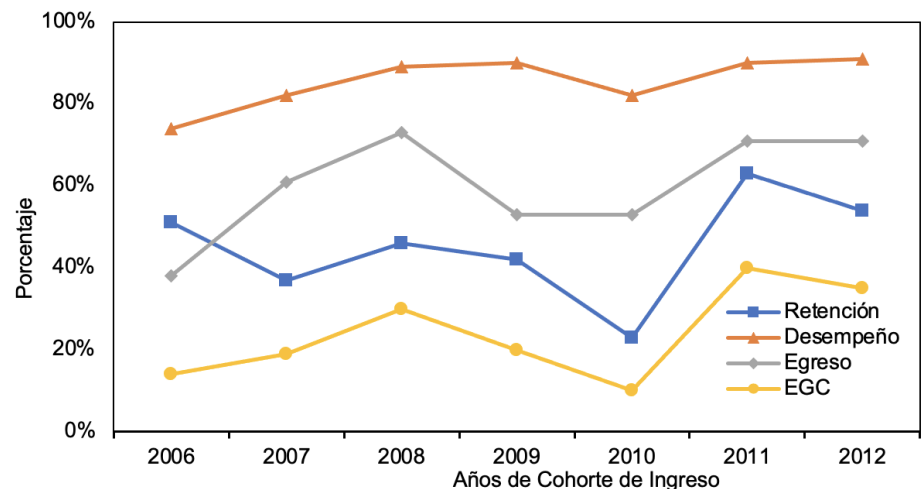


Figura 3. Gráfica de los indicadores de eficiencia de la carrera por año y por cohorte.

aplicar el modelo a las cohortes del 2006 al 2012 de una carrera del área del conocimiento en tecnología de una universidad estatal del norte de Chile y que egresaron de manera oportuna en los años 2012 y 2018 respectivamente, se presentan los índices de retención, de desempeño y de egreso, así como el Indicador de la Eficiencia General de la Carrera (OEE). Muestra la evolución de los indicadores parciales y general de la eficiencia para una carrera de forma longitudinal, destacándose que el menor valor de la OEE lo presenta la cohorte 2010 con un 10%, mientras que el máximo valor lo obtiene la cohorte 2011 con un 40%, siendo el promedio global del OEE de un 24%.

Este indicador si bien no es el primero en introducirse a las IES, si es el primero enfocado en la calidad-eficiencia de estas. El término calidad actualmente ya no es considerado solo por altos mandos a cargo de las IES, sino también se ha visto que hasta los alumnos se preocupan que su universidad tenga planes de mejora ya que eso les significaría adquirir mejores habilidades y desarrollar conocimientos que facilitan su inserción en el mercado laboral y de esta forma mejorar su calidad de vida (Hernández-Herrera, 2019). No es lejano pensar que la calidad-eficiencia en las IES quede a cargo de todos sus participantes importantes.

## Conclusiones y Discusión

En conclusión, el modelo adaptado revisado es posible utilizarlo en carreras de pregrado en una IES. Este indicador es fácil de obtener y busca ser estratégico para la toma de decisiones dentro de la organización que en este caso es una IES. Además, este indicador puede ocupar la trazabilidad para identificar qué etapa del proceso formativo puede intervenir mediante alguna estrategia, por lo que sus variables también entregarían información en forma independiente y obtener con ello un análisis más detallado de la situación, esto podría repercutir positivamente con la sociedad al tener una mejor imagen corporativa de las IES y sus programas de estudio de pregrado (Powell *et al.*, 2012).

La extensión de la utilización de este modelo puede llegar a otras carreras de distinta disciplina en una misma IES, incluso pudiese compararse entre ellas y entre facultades que pertenecen a otra área del conocimiento, viendo que variables son las que las caracteriza unas de otras. Además, plantear comparaciones importantes hace que este modelo sea relevante de estudiar, como sería la comparación entre las carreras de

diferentes áreas del conocimiento debido a su importancia en esta sociedad cambiante. Esta extensión de la utilización de este modelo, podría tener un referente comparativo consensuado a nivel global y definir estándares de eficiencia tal como lo tiene hoy en día el actual OEE para empresas manufactureras (Martín Vázquez, 2013), ya sea para un tipo de programa de estudio de pregrado en particular o extenderlo y convergerlo al conjunto total de programas que posee una IES para compararla con otra (Johnes *et al.*, 2017).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Proyecto Mayor UTA 8748-20 y a ANID a través del Proyecto Fondecyt 1180484.

## REFERENCIAS

- Acevedo A, Rondinel DR (2022) Impact, added value and relevance of an accreditation process on quality assurance in architectural higher education. *Quality in Higher Education*, 28: 186-204.
- Andersson R, Manfredsson P, Lantz B (2015) Total productive maintenance in support processes: An enabler for operation excellence. *Total Quality Management & Business Excellence* 26: 1042-1055.
- Avella JT, Kebritchi M, Nunn SG, Kanai T (2016) Learning analytics methods, benefits, and challenges in higher education: A systematic literature review. *Online Learning* 20: 13-29.
- Ayoumi S, Menzli LJ, Hajjej F, Maddeh M, Al-Otaibi S (2021) Fuzzy Vikor application for learning management systems evaluation in higher education. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)* 17: 17-35.
- Bernasconi Ramírez A, Pina ME, Jeldes Olivares MI (2020) Aseguramiento de la calidad y la nueva ley de educación superior. *Temas de la Agenda Pública* 15: 1-13.
- Biblioteca del Congreso Nacional. (2018). *Biblioteca del Congreso Nacional | Ley Chile*. <https://www.bcn.cl/leychile>
- Brunner JJ, Pedraja-Rejas L (2017) Los desafíos de la gobernanza de la educación superior en Iberoamérica. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería* 25: 2-7.
- Cudney EA, Venuthurumilli SSJ, Materla T, Antony J (2020) Systematic review of Lean and Six Sigma approaches in higher education. *Total Quality Management & Business Excellence* 31: 231-244.
- Escobar-Jiménez C, Delgado A (2019) Calidad y cualidad en la Educación Superior: Una discusión teórica y una aproximación al tema en el sistema de educación superior ecuatoriano. *REDU. Revista de Docencia Universitaria* 17: 159.
- Gaspar M, Julião J (2021) Impacts of industry 4.0 on operations management: challenges for operations strategy. 2021 *The 8th International Conference on Industrial Engineering and Applications (Europe)*. 57-61. <https://doi.org/10.1145/3463858.3463900>
- Hernández-Herrera CA (2019) Los jóvenes universitarios y su apreciación sobre algunos elementos que miden la calidad en la educación superior. *CienciaUAT* 14: 10.
- Huang SH, Dismukes JP, Shi J, Su Q, Wang G, Razzak MA, Robinson DE (2002) Manufacturing system modeling for productivity improvement. *Journal of Manufacturing Systems* 21: 249-259.
- Johnes J, Portela M, Thanassoulis E (2017) Efficiency in education. *Journal of the Operational Research Society* 68: 331-338.
- Kanagat VA, Sharma SU (2019) Determining Accreditation measures in higher education through new measurement tool: Balanced scorecard. *Sankalpa: Journal of Management & Research* 9: 48-55.
- Kang N, Zhao C, Li J, Horst JA (2016) A Hierarchical structure of key performance indicators for operation management and continuous improvement in production systems. *International Journal of Production Research* 54: 6333-6350.
- Klein LL, Tonetto MS, Avila LV, Moreira R (2021) Management of lean waste in a public higher education institution. *Journal of Cleaner Production* 286: 125386.
- Lazarova S (2017) Main design stages of Key Performance Indicators. *Proceedings of International Conference on Application of Information and Communication Technology and Statistics in Economy and Education (ICAICTSEE)*. 510-516.
- Martín Vázquez J (2013) *Indicadores de evaluación de la implementación del lean manufacturing en la industria*. Universidad de Valladolid, España. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/6470>
- Marulanda Grisales N, González Gaitán HH (2017) Strategic and operational objectives and decisions as support for lean manufacturing. *Suma de Negocios* 8: 106-114.
- Mayo AAF, Rodríguez JC, Ramírez CTM (2017) El acercamiento a la interpretación de la calidad educativa en instituciones de educación superior en México. *Revista Ciencia Administrativa* 2017: 104-111.
- Merigó JM, Muller C, Modak NM, Laengle S (2019) Research in production and operations management: A university-based bibliometric analysis. *Global Journal of Flexible Systems Management* 20: 1-29.
- Mineduc. Educacionsuperior.mineduc.cl. Plan de acción Mineduc para Instituciones de Educación Superior (subido 20 de marzo 2020, citado 20 de octubre 2022). Disponible en: <https://educacionsuperior.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/49/2020/05/PLAN-DEACCION-COVID-19.pdf>
- Muntean M, Târnavăanu D, Ion AR (2016) E-Commerce performance. Shopping Cart Key Performance Indicators. *Informática Económica* 20: 62-71.
- Pechmann P, Haase S (2022) How Policy Makers Employ the Term Quality in Higher Education Policymaking. *Scandinavian Journal of Educational Research* 66: 355-366.
- Pedraja-Rejas L, Coluccio-Piñones G, Espinoza-Marchant C, Bernasconi A, Marchioni-Choque Í, Muñoz-Fritis C (2019) Cultura y estilos de liderazgo en unidades académicas: Un estudio en una institución de educación superior. *Utopía y Praxis Latinoamericana* 24: 25-35.
- Pedro EM, Leitão J, Alves H (2021) HEI efficiency and quality of life: Seeding the pro-sustainability efficiency. *Sustainability* 13: 514.

- Powell BA, Gilleland DS, Pearson LC (2012) Expenditures, Efficiency, and Effectiveness in U.S. Undergraduate Higher Education: A National Benchmark Model. *The Journal of Higher Education* 83: 102-127.
- Rais RNB, Rashid M, Zakria M, Hussain S, Qadir J, Imran MA (2021) Employing industrial quality management systems for quality assurance in outcome-based engineering education: A review. *Education Sciences* 11: 1-24.
- Raju S, Kamble HA, Srinivasaiah R, Swamy DR (2022) Anatomization of the overall equipment effectiveness (OEE) for various machines in a tool and die shop. *Journal of Intelligent Manufacturing and Special Equipment* 3: 97-105.
- Ramlan R, Ngadiman Y, Omar SS, Yassin AM (2015) Quantification of machine performance through Overall Equipment Effectiveness. *2015 International Symposium on Technology Management and Emerging Technologies (ISTMET)*. 407-411.
- Roda I, Macchi M (2019) Factory-level performance evaluation of buffered multi-state production systems. *Journal of Manufacturing Systems* 50: 226-235.
- Rodríguez-Ponce E, Pedraja-Rejas L, Rodríguez-Ponce J, Ganga-Contreras F (2018) La relación entre selectividad, dotación de profesores y tasa de titulación en educación superior: Un estudio empírico del estado de California. *Interciencia* 43: 249-255.
- Romanowski MH (2021) The idolatry of accreditation in higher education: Enhancing our understanding. *Quality in Higher Education* 28: 153-167.
- Wolniak, R (2020) Main functions of operation management. *Production Engineering Archives* 26: 11-14.
- Ylipää T, Skoogh A, Bokrantz J, Gopalakrishnan M (2017) Identification of maintenance improvement potential using OEE assessment. *International Journal of Productivity and Performance Management* 66: 126-143.
- Yu CM, Kuo CJ, Chiu CL, Wen WC, Zhang M (2018) Unveil the black box for performance efficiency of OEE for semiconductor wafer fabrication. *2018 International Symposium on Semiconductor Manufacturing (ISSM)*. 1-4. IEEE.

---

## INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION AND OPERATIONS MANAGEMENT: TOWARDS A CONCEPTUAL MODEL

Italo Marchioni, Hernando Bustos, Tamyra Bráñez and Angélica Ríos

### SUMMARY

*The objective of this article is to present a model that relates higher education institutions (HEI) and operations management (OM), using a key performance indicator called overall equipment effectiveness (OEE), which is considered by top management as an essential element for strategic decision making. This is because in the educational field, the concept of quality in HEIs has become an attractive topic, not only for students and institutions, but also for governmental entities, as it has been demonstrated that there is a relationship between higher quality HEIs and social and economic growth in the country. This resulted in a base model, which establishes a relationship between the original variables of the OEE equation: "availability, performance and quality", with that of the pro-*

*cesses of the Higher Education (HE) system: "retention, performance and graduation", respectively, which proves to be an indicator that contributes to decision-making within the organization, which in this case is an HEI. Although there are efficiency indicators in HEIs, these measure each variable of the formative process of academic programs separately, contrary to the subject of the study, which turns out to be an innovative study, since it seeks to measure efficiency in a single standardized indicator for any career in HEIs. The indicator was tested with a database of a career in the technology area of a university in northern Chile, which measured the efficiency of the 2006 to 2012 cohorts, whose graduations were from 2012 to 2018 respectively.*

## INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR E GESTÃO DE OPERAÇÕES: RUMO A UM MODELO CONCEPTUAL

Italo Marchioni, Hernando Bustos, Tamyra Bráñez e Angélica Ríos

### RESUMO

*O objetivo deste artigo é apresentar um modelo que relaciona instituições de ensino superior (IES) e gestão de operações (AO), por meio de um indicador-chave de desempenho denominado eficácia global do equipamento (OEE), que é considerado pela alta direção como um elemento essencial para tomada de decisão estratégica. O anterior, porque no campo educacional o conceito de qualidade nas IES tornou-se um tema atraente, não só ao nível dos alunos e das instituições, mas também para as entidades governamentais, ao demonstrar que a relação entre uma maior qualidade das IES com os aspectos sociais e crescimento econômico do país. Resultando em um modelo base, que estabelece uma relação entre as variáveis originais da equação OEE: "disponibilidade, desempenho e qualidade",*

*com as dos processos do sistema de Ensino Superior (ES): "retenção, desempenho e graduação"., respectivamente, o que se revela um indicador que contribui para a tomada de decisão dentro da empresa, que neste caso é uma IES. Embora existam indicadores de eficiência nas IES, eles medem cada variável do processo formativo dos programas acadêmicos separadamente, contrariando o objeto do estudo, que acaba sendo um estudo inovador, pois busca mensurar a eficiência em uma única padronização. indicador para qualquer carreira na IES. O indicador foi testado com um banco de dados de uma carreira na área de tecnologia de uma universidade do norte do Chile, que mediu a eficiência das coortes de 2006 a 2012, cujas graduações foram de 2012 a 2018, respectivamente.*