



Sistema de información de apoyo a la medición de indicadores de trayectoria escolar en educación superior

Information system supporting the measurement of school history indicators in higher education

Blanca Carballo Mendivil

Departamento de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico de Sonora, México
bcarballom@gmail.com

Esther María Rodríguez Hernández

Ingeniería Industrial y de Sistemas, Instituto Tecnológico de Sonora, México
esthermrodriguez17@gmail.com

doi: <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.006>

Recibido: Agosto 15, 2019

Aceptado: Septiembre 30, 2019

Resumen: La calidad en los programas educativos de nivel superior se determina al ser evaluados por un organismo acreditador, el cual establece que se deben cumplir con diferentes indicadores. Sin embargo, en algunas instituciones no se ejecutan procesos de manera sistematizada para la evaluación de estos indicadores, o no se realizan las mediciones oportunamente, teniendo que solicitar los reportes a instancias administrativas, los cuales se entregan en un formato que a veces no es claro ni comprensible. Este es el caso de la universidad objeto de estudio, para la cual se propuso diseñar un sistema de apoyo a la medición de indicadores relacionados con la trayectoria escolar. Para realizar el desarrollo se utilizó la Metodología para el Diseño de Sistemas (MEDS), obteniendo la descripción de la realidad del proceso, a través del modelo caja negra, la definición raíz y su modelo conceptual del proceso ideal, así como un tablero de control de indicadores, el cual elaborado siguiendo la propuesta de Kaplan y Norton. Por último, se diseñó un sistema de Apoyo a las Decisiones (DSS) partiendo del reporte de academia que en la institución ya se utilizaba en la Institución, cuya aplicación se sistematizó utilizando un formulario en google, y creando un *dashboard* donde se muestran los datos transformados en información útil para la toma de decisiones, ya que se pueden visualizar de una forma clara y comprensible. Los indicadores medidos se clasificaron en cuatro categorías: rendimiento académico, reprobación deserción y rezago. Para concluir, se menciona la importancia de implementar el sistema de información propuesto, para poder conocer el rumbo en que van tomando estos indicadores y realizar mejoras a futuro, de tal manera que la institución ingrese en un ciclo virtuoso de la mejora continua.

Palabras clave: Cuadro de Mando, Indicadores, Trayectoria Escolar, Educación Superior.

Abstract: The quality of higher education programs is determined by being evaluated by an accrediting body, which establishes that different indicators must be met. However, in some institutions, processes are not systematically executed for the evaluation of these indicators, or the measurements are not carried out, having to request reports from administrative instances, which are delivered in a format that is sometimes unclear. Not understandable. This is the case of the university under study, for which it was proposed to design a support system

for the measurement of indicators related to the school trajectory. To carry out the development, the Methodology for System Design (MEDS) was used, obtaining the description of the reality of the process, through the black-box model, the root definition and its conceptual model of the ideal process, as well as a control panel of indicators, which was prepared following the proposal of Kaplan and Norton. Finally, a Decision Support system (DSS) was designed based on the academy report that was already used in the Institution, whose application was systematized using a form on google, and creating a dashboard where the data is displayed transformed into useful information for decision making, since they can be visualized in a clear and understandable way. The indicators measured were classified into four categories: academic performance, defection attrition, and lag. To conclude, the importance of implementing the proposed information system is mentioned, to know the direction in which these indicators are taking and to make improvements in the future so that the institution enters a virtuous cycle of continuous improvement.

Keywords: *Dashboard, Indicators, Educational Trajectory, Higher Education.*

1. Introducción

La búsqueda de la calidad de los programas académicos es uno de los objetivos principales las Instituciones de Educación Superior [1], la cual implica someter a los programas educativos a evaluación por organismos externos de manera periódica y permanente.

En México este tipo de organismos son asociaciones civiles sin fines de lucro regulados por el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES), que está autorizada por el gobierno federal para conceder reconocimiento forma y supervisar organizaciones con el propósito de acreditar programas educativos de nivel superior en México [2]. Así pues, estos organismos acreditadores son los responsables de definir criterios, indicadores y estándares de pertinencia y calidad para evaluar a las IES de manera voluntaria, fomentando con ello que las universidades apliquen procesos enfocados a la mejora continua para que futuros egresados/titulados tengan una educación de calidad.

Estos programas buscan lograr específicamente indicadores críticos que toda universidad debe cumplir, ya que buscan ayudar a tomar decisiones para que los aspirantes aceptados cumplan con los perfiles de ingreso a los programas educativos, así como para dar seguimiento a la trayectoria estudiantil y evaluar el grado de cumplimiento de perfil del egresado, todo esto es para impactar en indicadores de eficiencia terminal y obtener una exitosa colocación en el campo laboral.

Los indicadores son una herramienta de medida para poder describir y entender cómo funciona la calidad de un sistema, se detectan áreas de oportunidad y puede hacer comparaciones. Los indicadores deben ser monitoreados y tener información respaldada para proporcionar como evidencia confiable y así poder determinar una mejora [3]. Así pues, otros indicadores que se deberían monitorear para comprobar que todo plan educativo puede ser: Resultados CENEVAL, Tasas de egreso y titulación (número de alumnos que ingresa/egresados-titulados), alumnos que dan de baja las materias, alumnos reprobados, entre otros. Lo anterior debería ser parte del proceso natural que se ejecuta en la universidad, cumpliendo el ciclo del Planear-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) en cada etapa para poder realizar mejoras.

Específicamente en los programas de Ingeniería se debe cumplir con 30 indicadores del Programa Educativo (PE) que se clasifican en 6 categorías, de acuerdo a lo estipulado en el proceso de evaluación del Consejo de acreditación de la enseñanza de la ingeniería (CACEI), para que este pueda emitir que el programa sujeto a evaluación es de calidad, acreditación que puede durar de 3 y 5 años, dependiendo cual sea el resultado de la evaluación. Estas categorías son: a) personal académico, b) estudiantes, c) plan de estudios, d) valoración y mejora continua; e) infraestructura y equipamiento, y f) soporte institucional [4].

En la categoría de estudiantes de la evaluación de CACEI se espera que el PE demuestren resultados satisfactorios y de calidad, evaluando diferentes criterios que buscan asegurar que se tenga una adecuada organización curricular, que los criterios educacionales estén definidos acorde a la misión institucional, que el plan

de estudios se da a conocer a diversos grupos de interés para verificar pertinencia y que se evalúan los atributos del egresado para tratar de determinar hasta qué punto han desarrollado las competencias que la Institución quiere que desarrollen [4].

El proceso educativo es muy complejo y muchos factores influyen sobre el resultado, algunos tienen que ver con los admitidos, por ejemplo, sus cualidades o su preparación, otros con el proceso académico mismo o el ambiente institucional, otros más con el comportamiento de los estudiantes y la práctica de docentes. Evaluar es la forma que se tiene de conocer estos factores y tomar decisiones a tiempo, ya que permite medir el impacto de una institución y sus PE sobre el desarrollo de los estudiantes. Asimismo, la evaluación es un instrumento que las universidades responsables utilizan para asegurarse que sus procesos educativos permiten el desarrollo óptimo de sus estudiantes, identificar sus debilidades y hacer mejoras a sus procesos con base en ellas [5].

Por ello, el CACEI incluye una categoría referida a la valoración y mejora continua, ya que espera que un PE cuente con un proceso de evaluación que considere el resultado de distintos indicadores, para realizar mejoras continuas en el proceso. Entre estos principales indicadores de medición para realizar dichas mejoras están aquellos que permiten la valoración de los índices de rendimiento escolar para darle seguimiento a la trayectoria escolar.

Para mostrar los resultados de este seguimiento de la trayectoria escolar se evalúan las estadísticas y tendencias por cohorte generacional del PE para detectar áreas de oportunidad que inciden en el establecimiento de estrategias de mejora para el desempeño de los estudiantes en su plan de estudios, así como el seguimiento a las estadísticas y tendencias de acuerdo a la normatividad del PE, considerando indicadores como: reprobación, rezago, retención, abandono escolar, deserción, eficiencia terminal, eficiencia de titulación, y resultado de exámenes integradores [4].

No hay IES que no se enfrente a la problemática de reprobación y bajo rendimiento académico, y la universidad objeto de estudio en esta investigación, el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), no es la excepción. Esta Institución es una universidad pública y autónoma, con campus en el norte de México (específicamente en el sur del estado de Sonora), instaurada desde 1962. Ofrece 24 programas educativos a nivel licenciatura, 11 de los cuales son Ingenierías, mismos que deben cumplir con los lineamientos de CACEI para poder acreditar su calidad de manera periódica.

Es por eso que se deben evaluar los distintos indicadores que muestran el comportamiento de los alumnos en las universidades, a través del análisis de las tablas con los índices de reprobación, que permita definir estrategias periódicas orientadas a la mejora de los resultados [4], tal como lo han realizado investigadores como [6], quienes en un estudio realizado de 2004 a 2012 en la Universidad Autónoma de Sinaloa, encontraron una mayor incidencia de reprobados en Matemáticas.

Otro de los indicadores que deben ser monitoreados es el rezago escolar, que en palabras de [7], es considerado como un indicador que proporciona información sobre el atraso y rendimiento académico de los estudiantes, y que tiene como referente el momento de la inscripción de las asignaturas que conforman un plan de estudios de acuerdo con la secuencia programada. Cuando se hace referencia al rezago escolar, se asocia con la reprobación constante de una o varias materias que impide que el estudiante avance en los tiempos que plasma el plan de estudios.

El rezago es otro de los problemas preocupantes de la Educación, que de acuerdo al director general del Instituto Nacional para la Educación de los Adultos (INEA) corresponde a 30 millones de mexicanos (aproximadamente 30 millones terminaron su educación y otros 32 millones está estudiando actualmente [8].

En la educación superior un estudiante con rezago es considerado como aquel que cuenta con un atraso en la aprobación de las materias de su plan de estudios. Un estudio hecho por [8] identificó que un 81% del total de estudiantes universitarios tiene materias atrasadas, este mismo estudio arrojó datos que muestran que las carreras con más atraso en el plan de estudios son: Administración con 91%, Gestión de las Artes con 87% e Ingeniería Civil con 85% y el que menos atraso tiene es la carrera de Ingeniero Químico con 47%.

En la literatura se reportan investigaciones cuyo objetivo ha sido identificar los factores asociados al rezago de estudiantes universitarios y determinar cuáles son los factores personales e institucionales. Por ejemplo, [9] se basaron en el modelo de Astin, en el cual en los factores personales asociados con el rezago dio como resultado el género, el promedio de preparatoria, el puntaje obtenido en el examen de admisión de ingreso a la universidad y la situación laboral. Contestando a la segunda pregunta de investigación los resultados para los factores institucionales fueron: el currículo y su administración, la conducta de los estudiantes en la selección de los cursos, la orientación hacia el estudiante y la percepción del apoyo recibido por la universidad.

Algo más que añadir, los datos históricos del ITSON, en la cohorte del 2003, de un total de 1 507 estudiantes, el 84% registraba rezago en la inscripción de las materias de su plan de estudios, y solamente el 16% cursaba materias de manera regular. Esta información estadística es semejante a la de las cohortes del 2004, con un rezago de 95%, del 2005, con un rezago del 91% y, por último, en la cohorte 2006, con rezago en la inscripción de 90% [9].

Otro de los indicadores que se miden en los programas es el abandono escolar es el número de alumnos matriculados que abandonan la escuela de un periodo escolar a otro, por cada cien alumnos que se matriculan al inicio de cursos de un mismo nivel educativo [10]. El porcentaje de abandono escolar en Licenciatura en la República Mexicana del ciclo escolar 2017-2018 fue de 6.8%, hubo un 72% de absorción en licenciatura, es decir, un número de alumnos de nuevo ingreso a primer grado de un nivel educativo por cada cien alumnos egresados del nivel.

Por su parte, la deserción escolar es otro problema fundamental que se encuentra en el centro de atención de las políticas y las acciones realizadas en los diferentes niveles educativos. Este es un proceso de alejamiento sucesivo de la escuela que culmina con el abandono por parte del estudiante, contraponiéndose a la función social básica que tiene la educación: ampliar las oportunidades educativas, para reducir desigualdades entre grupos sociales, cerrar brechas e impulsar la equidad [11].

México cuenta con 1,800 instituciones de educación superior aproximadamente. En 2004, la matrícula se estimó en 2'384,858 estudiantes, lo que representa una cobertura del 24.6%. La tasa de deserción se estimó en un 53%. Para las universidades públicas fue del 58%, mientras que para las privadas fue de 39% [12].

Por su parte, la eficiencia terminal calcula la relación porcentual entre los egresados de un determinado nivel educativo, y el número de estudiantes que ingresaron por primera vez al primer grado del mismo n años antes [13]. Según información consultada en el Sistema Nacional de Información de Estadística Educativa (SNIEE) de la SEP, en el año 2007 ingresaron a Educación Superior en el Nivel Educativo de Licenciatura Universitaria y Tecnología un total de 568,669 alumnos de primer ingreso y para el 2013 se tuvo en este mismo nivel 424,018 egresados, lo que habla de una tasa de Eficiencia Terminal del 74.56% [14].

Según las estadísticas de la tasa de eficiencia terminal en el ITSON, en el año 2018 se obtuvo un 22.8 % como promedio de todos los programas educativos con los que cuenta la institución, y específicamente en la carrera de ingeniería industrial y de sistemas, este indicador fue de 21 %. De manera histórica, según datos históricos de ITSON reportados en un análisis realizado por [15] sobre la eficiencia terminal de nueve programas educativos en los años 90, se reveló que este indicador se ha mantenido menor a 150% en estos programas.

Por otro lado, el indicador de titulación representa la capacidad de una institución educativa de titular a sus egresados. Según la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) del total de personas que ingresan a la educación superior en México, solamente el 50% logra titularse, en las universidades públicas este índice de titulación es de 52%, es decir que en promedio por cada cien alumnos que ingresaron a una generación, la mitad no obtuvo el título profesional [16].

Los bajos índices de titulación con respecto a los índices de egreso en el nivel superior ha sido unas de las preocupaciones principales en las universidades en México, ya que se los alumnos perciben que la obtención del título profesional es un proceso burocrático, pesado e innecesario. Por ello, las universidades públicas o privadas

han tenido que crear diferentes estrategias para incrementar los índices de titulación, como ampliar las modalidades de titulación, tal como lo ha realizado el ITSON.

El ITSON cuenta con diferentes modalidades de titulación alguna de ellas son: experiencia laboral, publicación de artículo técnico en alguna revista, publicación de ponencia, examen general de conocimiento, aprobación de cursos de posgrado, certificación por organismo externo, patentes, por tema de sustentación y por medio de tesis. Según datos estadísticos de la institución la tasa de titulación al año de egreso de licenciatura en el año 2018 el total institucional fue de 78.3%, particularmente en la carrera de ingeniería industrial y de sistemas la tasa de titulación es de un 97.4%.

Con respecto al este indicador relacionado a la titulación, el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) requiere el cumplimiento de al menos el 60%, y especifica que las opciones de titulación deben ser lo suficientemente variadas y eficientes para lograr que se titule el mayor número posible de egresados. Si el porcentaje promedio de titulados con respecto a los egresados es bajo (menor del 30%), debe haber programas específicos destinados a incrementar la titulación [4].

Por último, con respecto a la evaluación de conocimientos, en el ITSON se realiza la aplicación del Examen General para el Egreso de Licenciatura (EGEL), que es una prueba de cobertura nacional que evalúa el nivel de conocimientos y habilidades académicas de los recién egresados de la licenciatura. El EGEL permite identificar si los egresados de la licenciatura cuentan con los conocimientos y las habilidades necesarias para iniciarse eficazmente en el ejercicio profesional. Este examen permite a quienes no se encuentran titulados la oportunidad de poder obtener su grado académico de licenciatura [17].

Cabe destacar que en México el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL) elabora un examen llamado EXANI II, que consiste en una evaluación de ingreso para la licenciatura, una de sus principales funciones es detectar a estudiantes con mayor posibilidad de éxito en los estudios de educación superior (Examen de Admisión) y a su vez identificar su nivel de desempeño en áreas básicas disciplinarias como matemáticas: álgebra, aritmética, estadística, trigonometría, entre otras, para el inicio de los exámenes superiores, es decir, el examen diagnóstico.

Además, los exámenes integradores son exámenes que miden el conocimiento y las habilidades que el estudiante adquiere en el transcurso de su preparación. Estos exámenes sirven para conocer el nivel de rendimiento académico, medir el aprendizaje del alumno en la carrera y hacer mejoras en los procesos de enseñanza y aprendizaje [18].

En el ITSON estos indicadores son medidos, gracias a que existen sistemas de información y áreas institucionales de apoyo que dan soporte al proceso académico, que pueden generar reportes de los mismos bajo solicitud en algunos casos. Sin embargo, en los reportes generados los datos presentados no son claros y comprensibles a simple vista, por lo que deben ser retrabajados para que faciliten mejor el análisis de los mismos.

Asimismo, se detecta que estas mediciones no se hacen oportunamente, lo que entorpece la toma de decisiones para la mejora del programa, y ocasiona que cuando el organismo certificador (CACEI) está por evaluar nuevamente el programa. Es decir, los procesos para la medición de indicadores se deberían de llevar a cabo de manera sistematizada e inmediata, como parte de la rutina normal del ITSON, ya sea al final del ciclo lectivo o del año escolar, de tal manera que el responsable del programa educativo tenga acceso a estos datos de forma clara y visible para la toma de decisiones y orientar al programa en un verdadero ciclo de mejora continua, y no solamente porque el organismo certificador pida evidencias de haber ejecutado estos procesos.

Dado lo anterior, en esta investigación se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo realizar la medición de indicadores a nivel competencia relacionado con los estudiantes de un programa educativo en una Institución de Educación Superior que facilite la toma de decisiones? Y para responderla se propuso como objetivo diseñar un sistema de apoyo a la medición de indicadores a nivel competencia relacionados con los estudiantes universitarios, con el fin de sistematizar la gestión del proceso de formación profesional.

2. Fundamentación teórica

2.1. Gestión por procesos y la filosofía PHVA

Al comienzo del año 2000, se han vuelto más complicadas la forma en que funcionan las empresas, uno de los factores el cual surgieron estos problemas fueron los cambios políticos y sociales que fueron modificando los estilos de vida, alterando las áreas económicas y tecnológicas, ocasionando la necesidad de las empresas de adaptarse y no sufrieran la desaparición o la quiebra [19].

Puede ser definido como una forma de guiar o administrar una organización, teniendo como objetivo concentrarse en el cliente y sus partes interesadas [20]. En palabras de [21] se define la gestión por procesos como una forma de organización de los procesos que se llevan a cabo en la empresa y que esta misma se conduce por las necesidades del cliente. Dicho de otra manera, la gestión por procesos es la manera de gestionar la organización fundamentándose en los procesos. Partiendo como una secuencia de actividades enfocadas a generar valor sobre una entrada para conseguir un resultado, y una salida para que cumpla con los requerimientos del cliente [22].

Como se ha dicho, la gestión de procesos destina personas encargadas a los procesos clave, define qué procesos ocupan ser mejorados o rediseñados, establece objetivos y provee un contexto para iniciar y establecer planes de mejora que permitan lograr las metas establecidas [22], y un elemento importante para lograr esto son los indicadores de funcionamiento y medidas de resultados del proceso.

El concepto de indicadores se entiende como aquellos valores de una variable que anticipan el valor de la medida de un resultado. Algunos indicadores y medidas son financieros, de eficacia, competitividad, clientes, y calidad.

Como un sistema de gestión de calidad, el objetivo principal de la gestión por procesos es que crezcan los resultados de la Institución por medio de alcanzando niveles altos de satisfacción de los clientes, además aumentando la productividad por medio de: a) Reducir las actividades sin valor agregado (actividades innecesarias), b) Reduciendo los tiempos de ciclo, c) Mejorar la calidad y el valor percibido por los clientes. Concluyendo, la finalidad de la Gestión por Procesos es hacer similar la mejora de la satisfacción del cliente con mejores resultados Organizacionales [22].

Por ultimo la Norma ISO 9001 hace referencia a la importancia para que una organización pueda identificar, implementar, gestione y mejore continuamente sus procesos con el fin de tener éxito en la realización de los objetivos implementados por la organización. Teniendo en cuenta, la norma ISO 9004 va más allá de los requisitos que la norma ISO 9001 al centrarse sobre las mejoras del desempeño y recomienda evaluar la eficiencia y la eficacia de los procesos, mediante la revisión de los procesos internos o externos [23].

Otro punto es, el ciclo Planear-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), en el año 1924 el matemático Walter Shewhart diseño una gráfica estadística para controlar las variables de los productos, es cuando se dio inicio a la era del control estadístico de calidad, el cual apporto un método para controlar la calidad en los procesos de producción en serie a unos costos más bajos.

El objetivo de este nuevo método era mejorar las líneas de producción, aplicando la estadística para tener mayor productividad y disminuir los defectos, Shewhart también vio defectos en el rol administrativo, diseño el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), más adelante los japoneses lo nombraron como ciclo de Deming, el cual es la base de los sistemas de gestión de calidad en la actualidad, este ciclo también es conocido como Circulo de Deming o espiral de mejora continua.

Deming creo una metodología llamada "Circulo Deming", compuesta por su diseño PHVA donde: P significa "planificar" en este punto se establecen los objetivos y procesos para obtener resultados conforme a los requisitos del cliente. H significa "hacer" es donde se implementan los procesos. V significa "verificar" aquí se lleva un seguimiento a los procesos, productos, objetivos y requisitos del cliente. A significa "actuar" se toman acciones para la mejora continua [24].

2.2. La evaluación de procesos, programas educativos y trayectorias escolares

En toda universidad la evaluación es un elemento muy importante. La evaluación se puede entender de diferentes maneras dependiendo del propósito u objetivos de las instituciones educativas, uno de ellos puede ser: el control, la medición y la valoración de la validez del objetivo [25]. Aunado a esto está la evaluación de procesos, su función es proporcionar información acerca del desempeño de los programas ya que permite detectar los desajustes en el desempeño real y el ideal.

Una evaluación de procesos ofrece un análisis a detalle de los procedimientos ejecutados en el programa, así como una evaluación en cada proceso, además se pueden identificar las fortalezas y debilidades de cada proceso. Con esta información obtenida, los tomadores de decisiones tienen las condiciones para elaborar propuestas de mejora en la gestión [26].

Por su parte, la valoración de programas educativos según [4], es un proceso de evaluación sistemática que debe considerar los resultados de la valoración de sus objetivos educacionales, el logro de los atributos de sus egresados y los índices de rendimiento escolar, etc., que incida en la mejora continua del PE. Mientras que la evaluación de la trayectoria escolar es un proceso de seguimiento del avance de los estudiantes por cohorte generacional, dando seguimiento a las estadísticas y tendencias de índices como: reprobación, rezago, retención, abandono escolar, deserción, eficiencia terminal, eficiencia de titulación, resultados de exámenes integradores (EGEL o similares), que se realiza para detectar áreas de oportunidad y establecer estrategias de mejora del desempeño de los estudiantes en su plan de estudios.

De acuerdo a la literatura, la trayectoria escolar ha sido ampliamente estudiada en diferentes contextos. Por ejemplo [27] evaluaron los indicadores de trayectoria escolar de los alumnos de la Facultad de Psicología-Xalapa de la Universidad Veracruzana de 1999 a 2004; [28] buscaron factores que se relacionaran con la trayectoria de sus estudiantes, encontrando que las competencias académicas y la motivación por los estudios se relacionan positivamente con el promedio y la continuidad en los estudios, y la situación laboral se relaciona positivamente con deserción; entre otros.

De acuerdo a la teoría, cualquiera de estos procesos de evaluación se realiza a través de una recolección sistemática de datos centrados en lo que se llama indicadores. Un indicador es un distintivo que permite señalar el grado de cumplimiento de una misión o de una acción, o el logro de un objetivo. Asimismo, son aquellos distintivos que permiten monitorear o hacer seguimiento de que las metas se han logrado o en qué grado de ejecución se encuentran. Los indicadores pueden ser de impacto y de resultados, los indicadores de impacto miden el logro asociado con el desarrollo de la sociedad y los indicadores de resultados miden el logro asociado con el producto [29].

Por otra parte, un indicador de gestión es una herramienta que permite medir la evolución de una organización, o calcular el logro de los objetivos sociales e institucionales. Según [30] los indicadores se pueden clasificar de las siguientes formas: Indicadores de hechos y de percepciones: se puede definir de hechos cuando intenta mostrar la condición de un fenómeno social o sus cambios en el tiempo. Los indicadores de percepciones la información que entrega es de carácter perceptivo. También están los indicadores cuantitativos y cualitativos: los indicadores cuantitativos se derivan de métodos que recogen información principalmente en formato numérico, mientras que los indicadores cualitativos provienen generalmente de textos descriptivos, indicadores absolutos y relativos: los indicadores absolutos pueden ser utilizados para construir indicadores específicos aplicables a distintas áreas de interés.

Por otra parte, los indicadores relativos facilitan la comparación y por último los indicadores simples y compuestos: los indicadores simples son síntesis o selecciones de datos básicos que se usan para analizar algún aspecto, por lo contrario, los indicadores compuestos representan tendencias, es decir representan más de una variable.

Los indicadores deben cumplir una serie de requisitos para poder apoyar la gestión del cumplimiento de los objetivos. Según [31] las características principales de los indicadores son: debe ser fácilmente mensurable, debe ser claro y específico y debe poseer su correspondiente información cuantitativa.

Por otra parte, según [32] los indicadores deben tener las siguientes características: Oportunidad es decir deben permitir obtener información en tiempo real, de forma adecuada y oportuna, que permitan la toma de decisiones para corregir y reorientar la gestión, de igual forma deben de ser excluyentes: cada indicador evalúa un aspecto específico único de la realidad, una dimensión particular de la gestión más sin embargo no puede abarcar todas las dimensiones, deben de ser prácticos: que facilite su recolección y procesamiento, claros: deben ser comprensibles, tanto para los que lo desarrollen como para quienes lo estudien o lo tomen como referencia, sensibles: reflejar el cambio de la variable en el tiempo y por último deben de ser transparente/Verificable: su cálculo debe estar soportado y ser documentado para su seguimiento.

Para el análisis de los indicadores se pueden utilizar diferentes sistemas de medición de indicadores, específicamente uno de los más importantes es el Cuadro de Mando Integral (CMI). El sistema de medición de una organización es muy importante para poder visualizar los logros obtenidos y corregir las fallas. El cuadro de mando integral (CMI) es un modelo desarrollado por [33] con el objetivo de prestar más atención a mediciones operativas que están relacionadas con la satisfacción del cliente, los procesos internos y las actividades de mejora e innovación.

Los autores aseguran que se pueden obtener resultados de crecimiento y eficacia. Dentro del tema de las mediciones se encuentra una frase muy específica la cual nos dice que “Si no puedes medirlo, no puedes controlarlo y si no puedes controlarlo no puedes gestionarlo” [34].

Según [35] el cuadro de mando integral es un sistema de gestión estratégico - operacional que permite desarrollar, comunicar e implementar estrategias que las traduce a un conjunto de objetivos relacionados entre sí que posibilitan la obtención de resultados a corto y mediano plazo, puede incluir variables financieras y no financieras las cuales permiten la medición del desempeño y evaluación de la empresa.

Este modelo de gestión y evaluación busca complementar los indicadores financieros con los indicadores no financieros para lograr un balance de tal forma que las compañías puedan obtener buenos resultados en un corto plazo y asimismo cumplir con la visión. Los objetivos principales de implementar el CMI es lograr que las metas organizacionales productivas sean eficaces y eficientes, asimismo se fijan metas estratégicas y se mejora el sistema de indicadores actuales [36].

Uno de los beneficios es que se determinan los procesos críticos del negocio sobre los que preferentemente se deben actuar para producir cambios más significativos, asimismo el cuadro de mando integral hace de la estrategia un proceso continuo y permite hacer un seguimiento y control de los planes [35].

Para implementar el modelo BSC se debe de cumplir con cuatro fases las cuales consisten en lo siguiente: en la Fase 1 se define el concepto estratégico en el cual se incluye su misión, visión, las oportunidades, y la cadena de valor de la institución. En la Fase 2 se encuentran los objetivos y medidas estratégicas las cuales incluye los objetivos estratégicos, los indicadores estratégicos y el modelo causa-efecto preliminar.

Después, en la Fase 3 se encuentran las metas e iniciativas, en esta fase se incluyen los objetivos estratégicos detallados, las metas por cada indicador e iniciativas estratégicas. Por último, se encuentra la Fase 4 la cual consiste en la comunicación, implantación y sistematización, es decir, realizar el plan de despliegue a toda la empresa [36].

2.3. Sistemas de información de apoyo a las decisiones

Cada vez más las instituciones tienen la necesidad de ser más competitivas y tener información real disponible para la toma de decisiones. Por lo mismo se requiere de herramientas que se encuentren orientadas a disminuir el

tiempo al momento de tomar una decisión, asimismo generar información confiable para poder tomar decisiones correctas, disminuir costos, aumentar la productividad o disminuir tiempos de espera [37].

Los sistemas de información (SI) están compuestos por elementos que se relacionan entre sí para apoyar las estrategias de un negocio y la toma de decisiones dentro de las organizaciones. Una decisión es el resultado de un proceso por el cual se elige entre distintas alternativas, los elementos de los SI están dados por procesos, datos, base de datos e información interna y externa [37].

Según Andreu, Ricart y Valor citado por [38] un sistema de información es definido como: Conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurada, recopila, elabora y distribuye la información necesaria para cada operación de la empresa apoyando los procesos de toma de decisiones necesidades.

Un Sistema de Apoyo a las Decisiones (DDS) es un sistema informático que apoya el proceso de toma de decisiones, lo cual implica la utilización de datos y modelos para la evaluación y/o comparación, esto beneficia a los responsables de la toma de decisiones ya que se pueden tomar decisiones de calidad [39].

En la actualidad se encuentran diversos sistemas de información, cada uno con un objetivo específico, entre las diferentes clases de sistemas de información se encuentra: a) Sistemas de apoyo a la toma de decisiones: son un tipo de sistemas computarizado de información organizacional que ayuda a los directivos a la toma de decisiones cuando necesita formular, calcular o comparar y seleccionar la mejor opción para predecir escenarios.

También están los b) Sistemas de información de gestión: son un tipo de sistemas de información que recopilan y procesan información de diferentes fuentes para ayudar en la toma de decisiones referente a la gestión organizacional; c) Sistemas de colaboración empresarial: este sistema es uno de los más utilizados ya que ayudan a los directivos de una empresa a controlar el flujo de información.

Los sistemas informáticos de apoyo a la toma de decisiones es una de las herramientas más representativas de las empresas inteligentes, estos sistemas deben de contar con diferentes características para poder que cumplan su función que es el proceso de toma de decisiones.

Algunas de las características son: 1. Obtienen informes dinámicos, flexibles e interactivos, 2. Rapidez en el tiempo de respuesta ya que puede ejecutar un análisis para grandes volúmenes de información, 3. Dispone de información histórica, es decir, se puede realizar una comparación de los datos actuales con información de otros periodos históricos de la organización, 4. Ayuda y no reemplaza al humano [40].

3. Metodología

Considerando lo establecido en la metodología MEDS propuesta por [41] y con información que proceso se obtuvo a través de entrevistas al personal académico (responsable del Programa Educativo, responsable de bloque y docentes), primeramente se realizó el mapeo de la realidad del proceso de la evaluación de indicadores, en formato de modelo de la caja negra que está compuesto por tres elementos: inputs (recursos), el proceso donde ocurre el proceso, y los outputs o resultados. Este modelo, aunque es una técnica simple de análisis, es muy eficaz e importante para entender situaciones complejas.

Posteriormente se realizó el mapeo de la realidad de proceso a rediseñar, redactando una definición raíz, que según [42], expresa el núcleo o esencia del diseño a realizar, con el fin de que se elimine o disminuya el problema que se está presentando en la organización; lo anterior aplicando la técnica CATWOE. Y con base es esta definición, se elaboró un modelo conceptual, en el cual nos muestra el proceso de evaluación de los indicadores de trayectoria escolar a nivel competencia.

Partiendo de este modelo se elaboró el tablero de control donde se tomaron en cuenta los indicadores relacionados con los estudiantes que evalúa CACEI. Este tablero de control fue diseñado específicamente para el plan 2016 del programa de Ingeniería Industrial y de Sistemas, considerando la lógica establecida por [33].

Por último, se realizó el diseño del sistema de información que permitiera obtener información para calcular los indicadores establecidos en el tablero de control, es por ello que primero se elaborara un formulario en google llamado “Formato de Academia”, en el cual los maestros al final del semestre ingresarán información acerca de los grupos. Este formato ya existía en la Institución, sin embargo, se manejaba en un archivo de Word, que tenía que ser enviado a las diferentes personas correspondientes y nunca se procesaba para integrar la evaluación del programa educativo. Es por ello que se realizó este formulario en google, por ser una manera más práctica y sencilla de enviar, recibir y almacenar datos que se requieren procesar para con diferentes fórmulas para calcular los indicadores de las categorías de deserción, reprobación y aprovechamiento, así como con el uso de tablas dinámicas, gráficos y/o segmentaciones de datos, para optimizar el tiempo, obtener una vista más clara y comprensible de los resultados obtenidos y facilitar la toma de decisiones.

4. Resultados

En la Figura 1 se presenta el mapeo de la realidad del proceso de evaluación de indicadores, siguiendo la lógica del modelo caja negra. Como proveedor se consideró el desarrollo de cada curso que ejecuta cada docente, teniendo como entradas un informe de grupo donde se hace una evaluación a medio ciclo para identificar a alumnos desertores, así como y un informe de grupo a final de ciclo donde se reportan los resultados obtenidos en cada grupo, el cual no está sistematizado para facilitar la identificación de los cursos con mayor índice de reprobación, deserción, etc., y su posterior generación de propuestas de mejora, actividad que en el modelo funge como el cliente.

Por su parte, la definición raíz del diseño a realizar, se estableció como sigue: “Es un sistema de medición a través del cual se calcularán y evaluarán indicadores a nivel curso y competencia, con el propósito de contar con información confiable y precisa para monitorear la trayectoria escolar. Las personas encargadas de realizar las actividades serán: el docente, líder de academia, administrador de competencia y responsable de programa educativo; será gestionado por este último actor, quien con base en los resultados podrá determinar estrategias de mejora en el programa. La restricción para su uso eficaz es el nivel de habilidades tecnológicas de las personas, por lo que en el diseño se consideran herramientas básicas que todo profesor a nivel universitario debe conocer y tener acceso”.

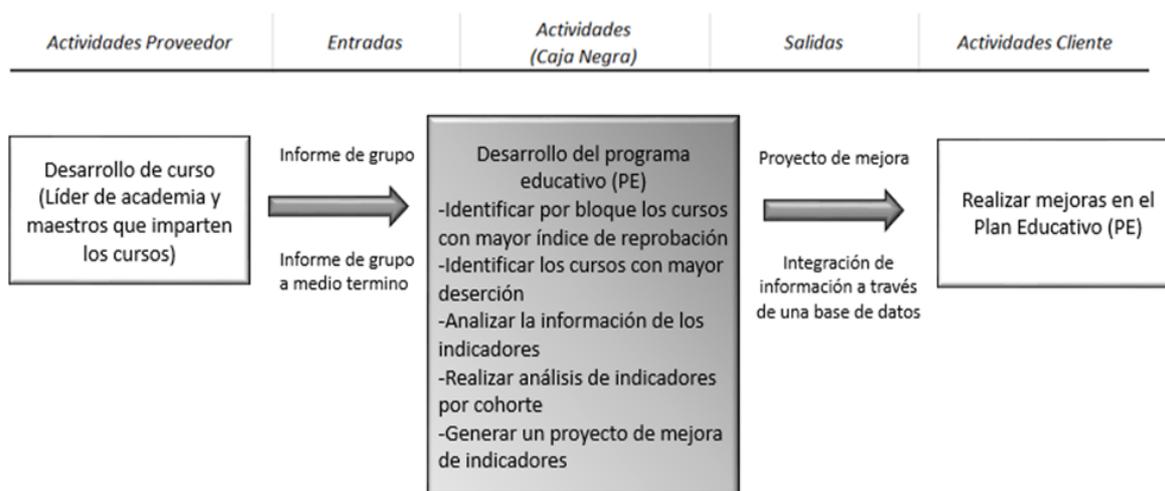


Figura 1. Mapeo de la realidad actual del proceso de evaluación de indicadores de trayectoria escolar.

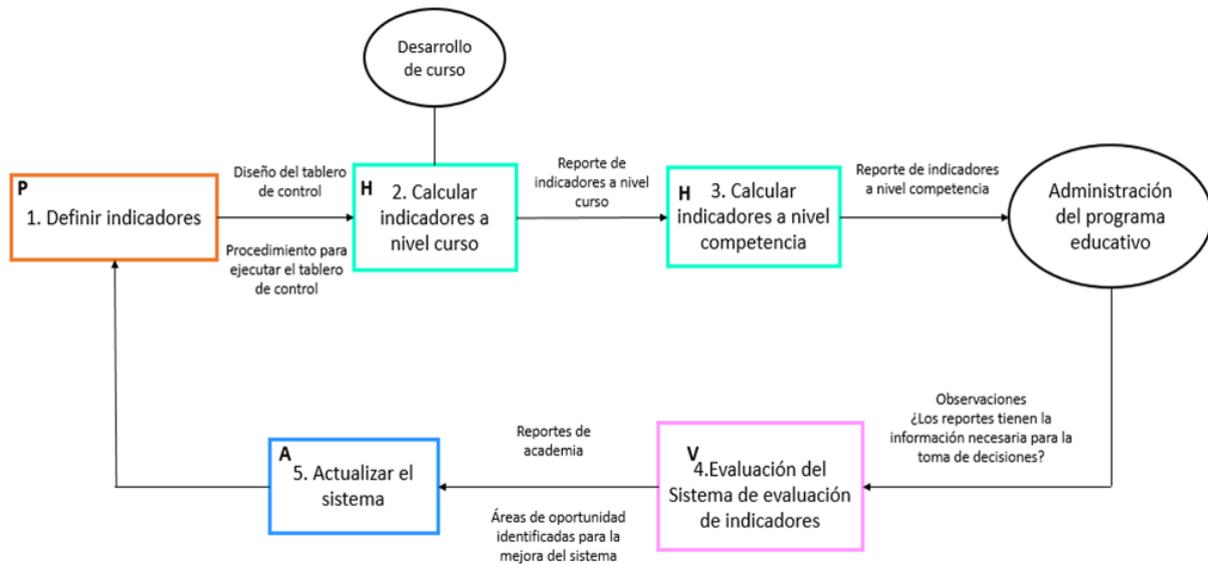


Figura 2. Modelo conceptual del proceso de evaluación de indicadores de trayectoria escolar.

Además de la definición raíz, el diseño incluyó la creación del modelo conceptual ideal presentado en la Figura 2, en el cual se establecen las actividades que deben ejecutarse, siguiendo la lógica del PHVA. En el primer paso, correspondiente a la fase del Planear (P), se deben definir los indicadores principales que se desean evaluar y diseñar o rediseñar un tablero de control, en el cual se podrá observar la siguiente información: definición de los indicadores seleccionados, fórmula, frecuencia de medición, fuente de información y el responsable de tomar las decisiones, además del procedimiento para conocer su funcionalidad y se utilice correctamente por todas las personas involucradas en el proceso.

Posteriormente durante el desarrollo de curso, en la fase que corresponde al Hacer (H), se deberán ejecutar los mecanismos para obtener el cálculo de los indicadores, partiendo del reporte elaborado por cada docente al final de cada ciclo escolar, tanto de los indicadores a nivel curso, como a nivel competencia, los cuales deberán ser analizados por la administración del programa educativo para la toma de decisiones correspondiente.

En la fase que corresponde al Verificar (V), el administrador del programa educativo deberá evaluar si el sistema de evaluación de indicadores le es útil, es decir, le ofrece información clara y entendible de los indicadores, le permite visualizar el problema y le facilita la toma de decisiones, determinando así la eficiencia y eficacia del propio sistema e identificar áreas de oportunidades para su mejora.

Finalmente, una vez identificadas las áreas de oportunidad, en la fase correspondiente al Actuar (A), se ejecutarían las propuestas de mejora, actualizando el sistema para asegurar la generación de datos más confiables y entendibles por la persona encargada de tomar decisiones.

Por su parte, el tablero de control establecido establece 12 indicadores de trayectoria escolar de los estudiantes, mismos que se representaron en un *dashboard* con diferentes segmentaciones de datos para facilitar la navegación en las cuales puedes seleccionar la competencia, curso, año y semestre que se desea analizar.

Este *dashboard* permite resumir y analizar fácilmente la información, al incluir diferentes tablas y gráficos que permiten hacer comparaciones entre cursos, competencias, e incluso docentes, de los indicadores clasificados en cinco categorías, las cuales se describen a continuación.

4.1. Categoría Rendimiento académico

En esta categoría se presentan tres indicadores (Tabla 1): a) Promedio general por curso, que expresa el nivel de aprovechamiento medio de los estudiantes de un curso, sin incluir las calificaciones reprobatorias de los

estudiantes desertores; b) Porcentaje de alumnos que supera el promedio general del curso, que mide la proporción de alumnos cuya calificación promedio supera al promedio general del curso; y c) Promedio general de los alumnos de la competencia, que muestra el comportamiento de los alumnos, lo cual permite realizar análisis y posteriormente definir estrategias periódicas orientadas a la mejora de los resultados de la competencia.

En el *dashboard* (Figura 3) se muestra una tabla dinámica, la cual muestra el promedio general por curso y el promedio del número de alumnos con calificación arriba del promedio, que se puede visualizar por curso o bloque. Cabe destacar que este indicador es muy importante ya que, es uno de los indicadores que evalúa el organismo CACEI cada vez que se certifican las ingenierías. Además, se añadió el top 10 de aprovechamiento por curso, es decir, nos muestra los primeros 10 cursos con mayor promedio y es representado a través de un pequeño gráfico.

4.2. Categoría Reprobación

En esta categoría se evalúan dos indicadores (Tabla 2): a) Reprobación por curso, que representa el nivel de rendimiento académico de los estudiantes en el curso; y b) Reprobación por competencia, que indica la media de la reprobación de todos los cursos que integran la competencia. Estos indicadores muestran el comportamiento de los alumnos, lo cual permite realizar análisis y posteriormente definir estrategias periódicas orientadas a la mejora de los resultados del curso.

Tabla 1. Indicadores de aprovechamiento.

Indicador	Fórmula
Promedio general de los alumnos del curso	$(\text{Promedio general del grupo 1} + \text{Promedio general del grupo 2} + \text{Promedio general del grupo 3} + \dots + \text{Promedio general del grupo n}) / \text{Número de grupos del curso} * 100$
Porcentaje de alumnos que supera el promedio general del curso	$(\text{Alumnos que superan el promedio en el grupo 1} + \text{Alumnos que superan el promedio en el grupo 2} + \text{Alumnos que superan el promedio en el grupo 3} + \dots + \text{Alumnos que superan el promedio en el grupo n}) / \text{Número de grupos del curso} * 100$
Promedio general de los alumnos de la competencia	$\text{Promedio general del curso 1} + \text{Promedio general del curso 2} + \text{Promedio general del curso 3} + \dots + \text{Promedio general del curso n}) / \text{Número de cursos de la competencia} * 100$

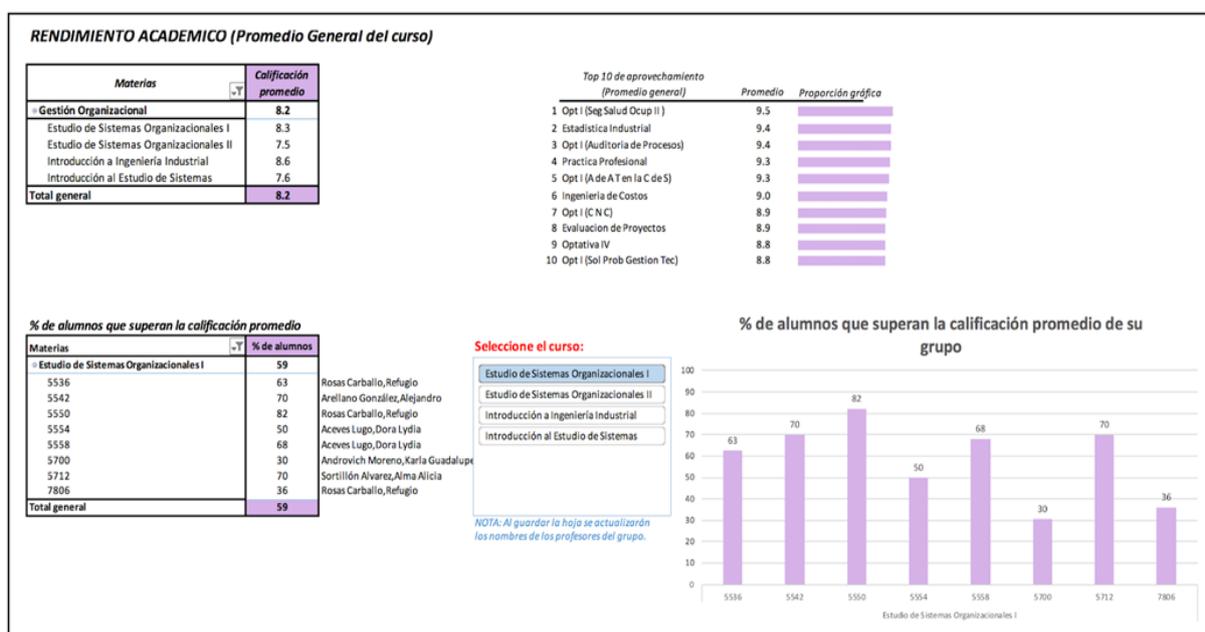


Figura 3. Dashboard de indicadores de la categoría Rendimiento académico.

Tabla 2. Indicadores de reprobación.

Indicador	Fórmula
Índice de reprobación por curso	$(\text{No. de alumnos al final de semestre} - \text{No. de Alumnos que abandonaron el curso} - \text{No. de aprobados}) / \text{No. de alumnos al final de ciclo}$
Índice de reprobación por competencia	$(\text{Reprobación pura por curso 1} + \text{Reprobación pura por curso 2} + \text{Reprobación pura por curso 3} + \dots + \text{Reprobación pura por curso n}) / \text{Número de cursos de la competencia} * 100$

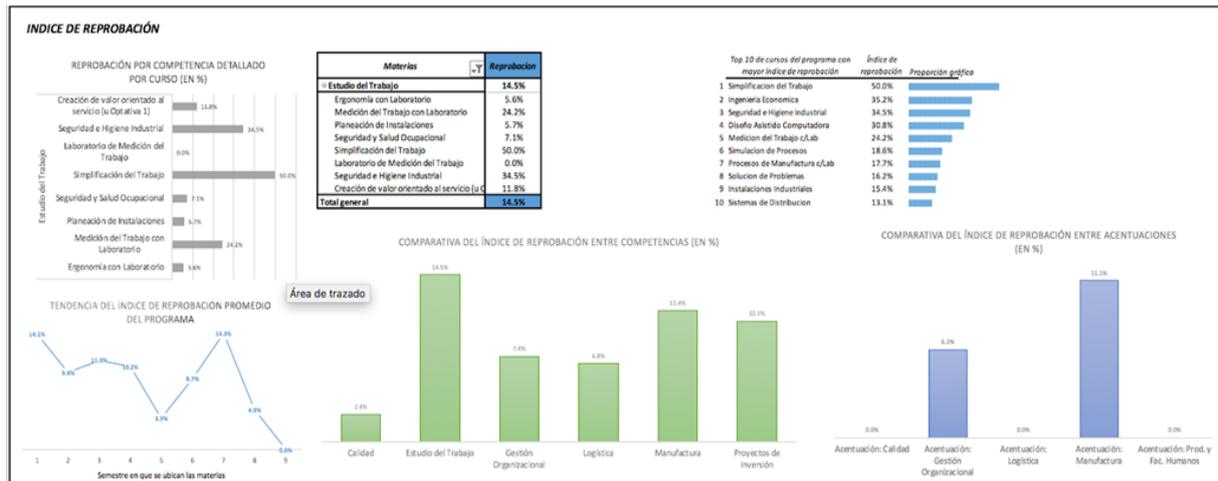


Figura 4. Dashboard de indicadores de la categoría Reprobación.

En la Figura 4, al igual que el indicador anterior de Rendimiento académico, al seleccionar el bloque o curso, se actualiza automáticamente en todos los indicadores que se muestran en el *dashboard*. En él se representa el índice de reprobación total por curso y competencia, con el detalle en un gráfico para facilitar la comparación. También presenta gráficos para hacer comparaciones entre competencias y acentuaciones, además del top 10 de cursos del programa con mayor índice de reprobación.

4.3. Categoría Deserción

En la categoría de Deserción (Tabla 3) se desglosaron cinco indicadores referentes a la deserción: a) Deserción (bajas) por curso, con el cual se obtiene información acerca de la proporción de alumnos que dieron de baja el curso durante el ciclo lectivo; b) Deserción no oficial por curso, la cual causa reprobación del estudiante, y representa a los alumnos que dejaron de asistir a la clase durante el ciclo lectivo y no dieron de baja el curso oficialmente; c) Deserción por alumnos fantasmas por curso, que permite identificar a los alumnos que nunca asistieron a clase; d) Deserción total por curso, que expresa la media de los tres anteriores indicadores por ciclo lectivo; y e) Deserción total en la competencia, el cual mide la deserción que presenta una competencia, es decir, una serie de cursos que en conjunto desarrollan una competencia en el estudiante.

Los indicadores descritos anteriormente se evalúan cada ciclo lectivo y su utilidad es conocer el riesgo de alejamiento sucesivo, el cual podía causar el abandono por parte del estudiante, que es lo que se quiere evitar.

Como se puede observar en la Figura 5, el *dashboard* permite visualizar los resultados del indicadores deserción por curso en todos sus tipos, además de presentar gráficos para hacer comparaciones del índice de deserción total entre las competencias y acentuaciones. También se presenta el top 5 de los cursos con mayor índice de deserción.

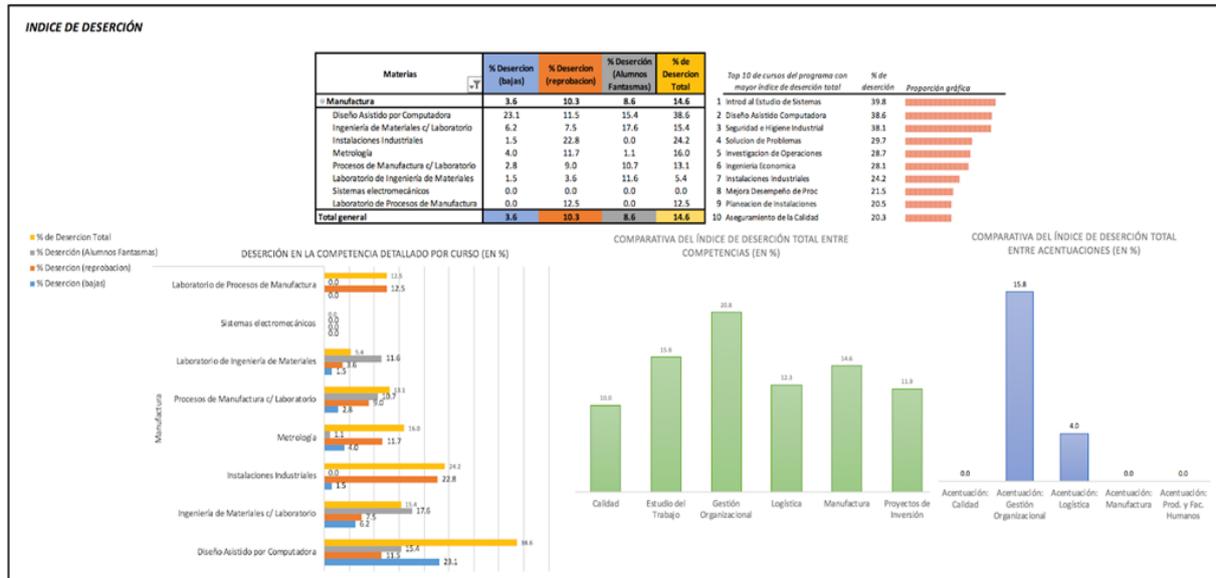


Figura 5. Dashboard de indicadores de la categoría Deserción.

Tabla 3 Indicadores de deserción.

Indicador	Fórmula
Índice de deserción oficial (bajas) por curso	$(\text{Alumnos que dieron de baja inscritos en grupo 1} + \text{Alumnos dieron de baja inscritos en grupo 2} + \dots + \text{Alumnos dieron de baja inscritos en grupo n}) / \text{Total de alumnos inscritos en el curso} * 100$
Índice de deserción no oficial por curso	$(\text{Alumnos desertores inscritos en grupo 1} + \text{Alumnos desertores inscritos en grupo 2} + \dots + \text{Alumnos desertores inscritos en grupo n}) / \text{Total de alumnos inscritos en el curso} * 100$
Índice de deserción por alumnos fantasmas por curso	$(\text{Alumnos fantasmas inscritos en el grupo 1} + \text{Alumnos fantasmas en inscritos en el grupo 2} + \dots + \text{Alumnos fantasmas inscritos en el grupo n}) / \text{Total de alumnos inscritos en el curso} * 100$
Índice de deserción total por curso	$(\text{Deserción oficial por curso} + \text{Deserción no oficial por curso} + \text{Deserción por alumnos fantasmas}) / 3$
Índice de deserción total en la competencia	$(\text{Deserción total por curso 1} + \text{Deserción total por curso 2} + \dots + \text{Deserción total por curso n}) / \text{Número de cursos que componen una competencia}$

Tabla 4. Indicadores de rezago.

Indicador	Fórmula
Índice de rezago en el curso por ciclo lectivo	$\text{Número de estudiantes que desertaron (bajas+fantasmas+deserción)} + \text{Número de estudiantes que reprobaron el curso}$
Índice de rezago en la competencia por ciclo lectivo	$(\text{Número de estudiantes que se inscriben en el primer curso del bloque} - \text{Número de estudiantes que se inscriben en el curso}) / \text{Número de estudiantes que se inscriben en el primer curso del bloque} * 100$

4.4. Categoría Rezago

Esta categoría incluye dos indicadores (Tabla 4): a) Rezago por curso, que mide la proporción de alumnos que representan rezago en cada curso dentro de un ciclo lectivo; y b) Rezago en la competencia, que hace la medición considerando la media de todos los cursos que integran la competencia.

La utilidad de este indicador es que proporciona información sobre el atraso y rendimiento académico de los estudiantes, pues muestra el avance real de los estudiantes con respecto a los tiempos que plasma el plan de estudios.

En la Figura 6 se muestra el *dashboard* de este indicador, mostrado el detalle por curso y competencia, así como el top 10 de los cursos del programa que presenta el mayor índice de rezago. De igual manera, se incluyen gráficos para hacer comparaciones entre competencias y acentuaciones.

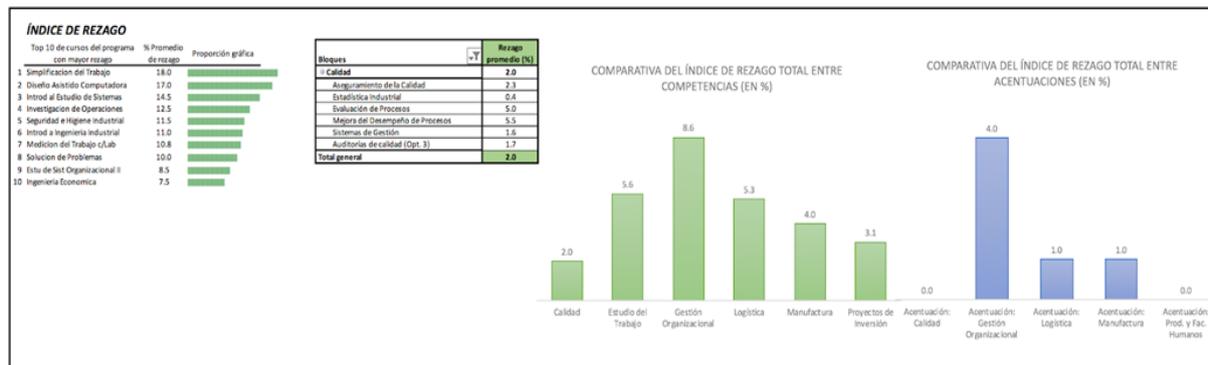


Figura 6. *Dashboard* de indicadores de la categoría Rezago

Es necesario recalcar que los datos representados en los *dashboards* son reales, correspondientes al ciclo lectivo de enero-mayo 2019 del programa de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la universidad objeto de estudio. Esto no sólo permitió verificar que el *dashboard* funcionara correctamente, sino que se identificaron mejoras al mismo, tales como las siguientes: se incluyó una sección sobre el estatus de cumplimiento, es decir, muestra el porcentaje de cumplimiento del formato de academia por cada materia del programa educativo, esto sirve para tener un control sobre los datos ingresados al sistema de medición y poder saber si es confiable. Otra de las mejoras que se realizaron en el *dashboard* de indicadores es el cálculo estimado de grupos potenciales para el siguiente ciclo lectivo, en esta sección el *dashboard* a través de diferentes fórmulas, realiza un estimado de grupos para el siguiente ciclo de todas las materias de ingeniería industrial y de sistemas. Gracias a estas mejoras se pueden identificar los puntos críticos y realizar mejoras que impacten en el programa educativo, de igual forma se mejorara la calidad que se brinda a los estudiantes.

El trabajar con datos reales además ofreció una mejor visualización de los indicadores y facilita la interpretación de los datos para tomas decisiones relativas a la mejora en el programa educativo, lo cual favorece a la evaluación satisfactoria de organismos como CACEI.

5. Conclusiones

Con el desarrollo de este proyecto, se cumplió con el objetivo establecido al diseñar un sistema de apoyo a la medición de indicadores a nivel competencia relacionados con los estudiantes universitarios, el cual fue llamado “*dashboard* de indicadores derivados del reporte de academia”, específicamente en la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas del ITSON. En este sistema se puede identificar las oportunidades de mejora, ya sea por bloque, acentuación y cursos del plan educativo.

Uno de los hallazgos más importantes en este proyecto, es que se pueden visualizar los indicadores de una forma más clara y comprensible a simple vista y poder tener una respuesta más rápida en cuanto a las acciones a tomar, ya que este sistema es práctico en su diseño de modo que facilita a los tomadores de decisiones la apreciación del estado actual de los indicadores, así como también, se reduce el tiempo que toma realizar las actividades de los profesores en cuanto al llenado de formato de academia. Con respecto al administrador del programa educativo, se evita realizar re trabajos en los formatos ya que, el sistema de medición de indicadores se actualiza al ingresar nueva información, proporcionando datos históricos con el tiempo.

Para que el sistema pueda funcionar correctamente es necesario la disposición e interés de las personas involucradas en el uso de esta herramienta de apoyo. Es por ello que, es importante que el personal docente tenga conocimiento acerca del desarrollo del sistema de apoyo de medición de indicadores, para que den respuesta a lo que realmente se pide en los indicadores definidos y así, poder obtener información confiable.

Es importante mencionar que dentro de las limitaciones de este sistema de información, está el que sólo aborda indicadores de rendimiento académico, reprobación, rezago y deserción, sin incluir el resto de los indicadores que según el CACEI deben ser evaluados: retención, abandono escolar, eficiencia terminal, eficiencia de titulación y resultado de exámenes integradores.

Por lo anterior, como recomendaciones se propone darle continuidad al proyecto y hacer más robusto el sistema para que mida los indicadores no atendidos. Asimismo, se recomienda dar capacitación a las personas involucradas en el proceso de evaluación, tanto de las personas que serán encargadas de tomar las decisiones, como de las personas que proporcionarán la información a través de los formularios, y buscar la forma de seguir mejorando el diseño del sistema de evaluación de indicadores propuesto, y poder lograr así el objetivo definido en cada indicador.

Al hacer esto, y complementar con valoración de corte cualitativo, el sistema cobrará relevancia ya que permitirá tomar decisiones para la mejora de las trayectorias escolares y el desarrollo curricular.

Es importante que el personal conozca la importancia de implementar el sistema de información propuesto, para poder conocer el rumbo en que van tomando estos indicadores y realizar mejoras a futuro, de tal manera que la institución ingrese en un ciclo virtuoso de la mejora continua.

6. Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT) y al Instituto Mexicano del transporte (IMT) por el apoyo y recursos otorgados a través del Laboratorio Nacional Sistemas de Transporte y Logística “SiT-LOG Lab” Sede ITSON, para trabajar en la investigación que se reporta.

7. Referencias

- [1] Villalba Benítez, E. (2017). Desafíos de la gestión universitaria: Reflexiones en torno a las practicas y tendencias en Paraguay. *Revista Argentina de Educación Superior*, 9 (15), 37-53. Recuperado de: www.revistaraes.net/revistas/raes15_art2.pdf
- [2] Durán, L. (2017). *La importancia del seguimiento a egresados de educación superior*. Recuperado de: www.milenio.com/opinion/luis-duran/columna-luis-duran/la-importancia-del-seguimiento-a-egresados-de-educacion-superior
- [3] Institute for Innovation and Improvement and The Association of Public Health Observatories. (2007). *The Good Indicators Guide: Understanding How to Use and Choose Indicators*. Recuperado de: www.england.nhs.uk/
- [4] Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería. (2018). *Marco de Referencia 2018 del CACEI en el Contexto Internacional*. Recuperado de: cacei.org/docs/marco_ing_2018.pdf
- [5] L'écuyer, J. (2001). La Evaluación en la Enseñanza Superior. *Revista Diálogo Educativo*, 2 (4), 1-26. Recuperado de: www.redalyc.org/articulo.oa?id=189118183016
- [6] Quirino Rodríguez, L. G., Barraza Osuna, A. J., Delgado Burgueño, A. M., Osuna Peraza, E. F. (2015). Estilos de aprendizaje y el rendimiento académico de las matemáticas en alumnos de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática, Mazatlán. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información (RITI)*, 3 (5), 10-13.
- [7] Peñúñuri González, S., Macías Uribe, M. (2014). Modelo para el estudio de las trayectorias escolares para los programas de licenciatura del Instituto Tecnológico de Sonora. En R. I. Pizá Gutiérrez, M. González Román, B. E. Orduño Acosta, L. Vizcarra Esquer. *Gestión del Aprendizaje Universitario* (pp. 9-20). México: Oficina de publicación de obras literarias y científicas.
- [8] Núñez Barboza, M. (2005). El rezago educativo en México. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 27 (2), 29-70. Recuperado de: www.redalyc.org/pdf/4575/457545128002.pdf
- [9] Vera Noriega, J. Á., Ramos-Estrada, D. Y., Sotelo Castillo, M. A., Echeverría Castro, S., Serrano Encinas, D. M., Vales García, J. J. (2012). Factores asociados al rezago en estudiantes de una institución de

- educación superior en México. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, III (7), 41-56. Recuperado de: www.redalyc.org/articulo.oa?id=299129031003
- [10] Secretaría de Educación Pública. (2018). *Sistema Nacional de Información Estadística Educativa*. Recuperado de: snie.sep.gob.mx/indicadores.html
- [11] Martínez Espinosa, M. Á., Verdugo Quiñones, E., Cárdenas García, A. N., Flores Ceceña, I. A., Martínez de la Calle, J. M., Murguía Gutiérrez, M. I., Pérez Buendía, J. E. (2012). *Sems. Reporte de la Encuesta Nacional de Deserción en la Educación Media Superior*. Recuperado de: www.sems.gob.mx/
- [12] Ocampo Díaz, J., Martínez Romero, Á., de las Fuentes Lara, M., Zatarain Zatarain, J. (2010). *Reprobación y deserción en la Facultad de Ingeniería Mexicali de la Universidad Autónoma de Baja California*. Recuperado de: www.repositoriodigital.ipn.mx/
- [13] Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Sistema de indicadores educativos*. Recuperado de: apps1.semarnat.gob.mx
- [14] Enciso Arámbula, R., Toscano de la Torre, B., Arriaga Nabor, M., Ramírez Covarrubias, A., Martínez García, L., Gutiérrez Villarreal, S., López Chacón, T. (2015). *La Universidad y sus Estrategias de Vinculación*. Nayarit: Universidad Tecnológica del Pacífico.
- [15] Echeverría, S., Ramos, D., Sotelo, M. (2005). El avance curricular como un indicador de la trayectoria escolar: un caso ilustrativo. *Revista iberoamericana de Educación Superior*. Ponencia presentada en el *Congreso del Consejo Mexicano de Investigación Educativa*, México.
- [16] Toscano, B., Morgain, L., Ponce, J., Peña, J. (2016). Factores que influyen en la titulación de los egresados de un programa académico de pregrado. *Revista Investigaciones Sociales*, 2 (6), 73-93. Recuperado de: www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol2num6/Revista_Investigaciones_Sociales_V2_N6_7.pdf
- [17] Peralta García, J., Cuevas Salazar, O., Encinas Pablos, F., Ansaldo Leyva, J., Osorio Sánchez, M. (2014). *Gestión del Aprendizaje Universitario*. México: Oficina de publicación de obras literarias y científicas.
- [18] Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2010). *Exámenes Integradores*. Recuperado de: sitios.itesm.mx/va/calidadacademica/integrador.htm
- [19] Mallar, M. A. (2010). La gestión por procesos: un enfoque de gestión eficiente. *Red de Revista Científica "Visión de Futuro"*, 13 (1), 1-23. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3579/357935475004.pdf>
- [20] Sánchez, L., Blanco, B. (2014). La gestión por procesos. *Un campo por explorar. Dirección y Organización*, 54, 54-72. Recuperado de: www.revistadyo.com/index.php/dyo/article/view/460
- [21] Ruiz-Fuentes, D., Almaguer-Torres, R. M., Torres-Torres, I. C., Hernández-Peña, A. M. (2014). La gestión por procesos, su surgimiento y aspectos teóricos. *Ciencias Holguín*, XX (1), 1-11. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1815/181529931002.pdf>
- [22] Rojas Moya, J. L. (2007). *Gestión por procesos y atención del usuario en los establecimientos del sistema nacional de salud*. Bolivia: Electrónica ed. Recuperado de: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007b/269/index.htm>
- [23] García, M., Quispe, C., Páez, L. (2003). Mejora continua de la calidad de los procesos. *Industrial DATA*, 1, 89-94.
- [24] Cubillos Rodríguez, M. C., Roza Rodríguez, D. (2017). El concepto de calidad: historia, evolución e importancia para la competitividad. *Revista de la Universidad de La Salle*, (48), 81-89.
- [25] Mora Vargas, A. I. (2004). La evaluación educativa: Concepto, períodos y modelos. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 4 (2), 1-29. Recuperado de: www.redalyc.org/pdf/447/44740211.pdf
- [26] Lara Álvarez, J. (2018). *El economista. Evaluación de procesos en la gestión pública*. Recuperado de: www.economista.com.mx/
- [27] Gutiérrez-García, A. G., Granados-Ramos, D. E., Landeros-Velázquez, M. G. (2011). Indicadores de la trayectoria escolar de los alumnos de psicología de la Universidad Veracruzana. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 11 (3), 1-30. Recuperado de: www.redalyc.org/pdf/447/44722178009.pdf
- [28] Mares, G., Rocha, H. Rivas, O. Rueda, E., Cabrera, R., Tovar, J., Medina, L. (2012). Identificación de factores vinculados con la deserción y la trayectoria académica de los estudiantes de psicología en la FES Iztacala. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 17 (1), 189-207. Recuperado de: www.redalyc.org/pdf/292/29223246012.pdf

- [29] Castaño, J. C., Arias Montoya, L., Lanzas Duque, A. M. (2006). Un cuadro de mango integral para la gestión del conocimiento. *Scientia Et Technica*, XII (31), 153-158. Recuperado de: www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911639027
- [30] Cecchini, S. (2005). *Indicadores sociales en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4735/S05707_es.pdf
- [31] Morduchowicz, A. (2006). *Los indicadores educativos y las dimensiones que los integran*. Buenos Aires: UNESCO. Recuperado de: <https://eco.mdp.edu.ar/cendocu/repositorio/01132.pdf>
- [32] Departamento administrativo de la función pública. (2012). *Guía para la Construcción de Indicadores de Gestión*. Recuperado de: www.funcionpublica.gov.co/documents/418537/506911/1595.pdf/6c897f03-9b26-4e10-85a7-789c9e54f5a3
- [33] Kaplan, R., Norton, D. (1996). *El cuadro de mando integral*. España: Gestión 2000.
- [34] Cárdenas Saravia, T. I. (2009). Diseño de un cuadro integral (parte 1). *Perspectivas*, (23), 101-114. Recuperado de: www.redalyc.org/articulo.oa?id=425942159007
- [35] Carrasco Vera, X. A., González Correa, D. E. (2009). *Diseño de un Sistema de Gestión basado en la Metodología del Balanced Scorecard* (Tesina de Grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador. Recuperado de: www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13487/1/D-42566.pdf
- [36] Ayala Veloza, M. E. (2011). *Balanced Scorecard - Importancia en los sistemas de calidad* (Tesis de Grado). Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá. Recuperado de: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/3358/AyalaVeloza?sequence=2>
- [37] Bonilla Botia, L., Briseño Díaz, F. A. (2006). Sistemas de Información como apoyo a la toma de decisiones. *Prospectiva*, 4 (1), 53-57. Recuperado de: www.redalyc.org/articulo.oa?id=496251107008
- [38] Hernández Trasobares, A. (2003). Los sistemas de información: evolución y desarrollo. *Proyecto social: Revista de relaciones laborales*, (10-11), 149-165. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=793097>
- [39] López de Munain, C., Torrent, M., Molina, F., Schanz, S., Sandoval, A., Sfiligoy, J. P., Litterio Sassaroli, M. (2014). Sistemas de apoyo a la toma de decisiones. Una aplicación en el área de Gestión Universitaria. Presentado en XVI *Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC)*. Tierra del Fuego, Argentina.
- [40] Tundidor Montes de Oca, L., Medina León, A., Nogueira Rivera, D., González Arestuche, L. (2010). Fundamentos Teóricos de los Sistemas Informativos de Apoyo a la Toma de Decisiones como Herramientas de Implantación en el Control de Gestión Moderno. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 4 (1), 1-16. Recuperado de: www.redalyc.org/pdf/1939/193915919004.pdf
- [41] Arellano-González, A., Carballo-Mendivil, B., Ríos-Vázquez, N. J. (2017). *Análisis y diseño de sistemas. Una metodología con enfoque de madurez organizacional*. México: Pearson.
- [42] Checkland, P., Scholes, J. (1994). *La metodología de los Sistemas Suaves en Acción*. México: Limusa.