MICROMUNDO QUE APOYA LA GESTIÓN ACADÉMICA DE UN PROGRAMA VIRTUAL A PARTIR DE MODELAMIENTO DE PATRONES, COMPORTAMIENTOS Y HÁBITOS DE USO EN LMS POR PARTE DEL ESTUDIANTE

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

SAUL ALEXANDER PEREIRA CAMPOS

MICROMUNDO QUE APOYA LA GESTIÓN ACADÉMICA DE UN PROGRAMA VIRTUAL A PARTIR DE MODELAMIENTO DE PATRONES, COMPORTAMIENTOS Y HÁBITOS DE USO EN LMS POR PARTE DEL ESTUDIANTE

SAUL ALEXANDER PEREIRA CAMPOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE GESTIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN
2020

MICROMUNDO QUE APOYA LA GESTIÓN ACADÉMICA DE UN PROGRAMA VIRTUAL A PARTIR DE MODELAMIENTO DE PATRONES, COMPORTAMIENTOS Y HÁBITOS DE USO EN LMS POR PARTE DEL ESTUDIANTE

SAUL ALEXANDER PEREIRA CAMPOS

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
GESTOR DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

ASESORA: LILIA NAYIBE GELVEZ PINTO
INGENIERA DE SISTEMAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE GESTIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN
2020

AGRADECIMIENTOS

Como en todos los proyectos de la vida, siempre hay personas que, con su respaldo y orientación, hacen que se lleve a buen término y se concreten las metas asociadas.

Este proyecto en particular, siempre fue orientado por la experiencia y acertada dirección de la ingeniera Lilia Nayibe Gelves Pinto, quien estuvo atenta como tutora y profesora, a guiarme en la formalización, el desarrollo y logro de los objetivos propuestos.

Cada uno de los objetivos planteados y conseguidos son la evidencia de que el proceso de enseñanza-aprendizaje es efectivo, cuando se logra la sinergia necesaria entre el profesor y su estudiante.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 12

2. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 14

3. OBJETIVOS 19

3.1. OBJETIVO GENERAL 19

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 19

4. MARCO REFERENCIAL 20

4.1. MARCO TEÓRICO 20

4.1.1. DINÁMICA DE SISTEMAS 20

4.1.2. MICROMUNDO 22

4.1.3. ANALÍTICA DE DATOS 24

4.1.3.1. Análisis descriptivo 24

4.1.3.2. Análisis predictivo 25

4.1.3.3. Análisis prescriptivo 25

4.2. ANTECEDENTES 26

4.2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS 26

4.2.2. ANTECEDENTES NORMATIVOS 27

4.2.3. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN 29

4.3. ESTADO DEL ARTE 30

5. ESTUDIO DE CASO 34

5.1. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS 35

5.1.1. RUTA DE APRENDIZAJE 36

5.1.2. ACCIONES DE LOS ESTUDIANTES 38

5.1.3. PARTICIPACIÓN ACTIVA 39

5.1.4. INFORME DE COMPLETITUD 43

5.2. INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN ANALIZADA 46

5.3. METODOLOGÍA DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS 47

5.4. MICROMUNDOS 49

6. RESULTADOS 52

6.1. DINÁMICAS DE GESTIÓN ACADÉMICA DE UN PROGRAMA VIRTUAL A PARTIR DE LA ANALÍTICA DE DATOS DEL LMS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE MEDIADO TECNOLÓGICAMENTE. 52

6.1.1. MODELO DINÁMICO 52

6.1.2. SELECCIÓN DEL MODELO DINÁMICO 54

6.1.3. ARTICULACIÓN DEL PROBLEMA 54

6.1.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS DINÁMICA 55

6.1.5. DESARROLLO DE DIAGRAMAS CAUSALES 61

6.2. DINÁMICAS PARA UN CASO DE ESTUDIO, MEDIANTE LA SIMULACIÓN DE POSIBLES ESCENARIOS, LOS CUALES HAN SIDO CONDICIONADOS POR FACTORES PROPIOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y QUE SON EVIDENCIADOS AL ANALIZAR LA INFORMACIÓN QUE OFRECE EL LMS 63

6.2.1. DISEÑO 63

6.2.1.1. Fase 1: Identificación de señales de alarma 63

6.2.1.2. Fase 2: Intervención para mejoramiento del proceso 65

6.2.1.3. Fase 3: Escenarios 72

6.3. METODOLOGÍA DE DISEÑO DE LA INTERFACE DE UN MICROMUNDO PARA APOYAR LA TOMA DE DECISIONES CON LA INTERACCIÓN DEL DIRECTOR DEL PROGRAMA VIRTUAL 77

6.3.1. PARÁMETROS Y CONDICIONES INICIALES DEL MODELO 79

6.3.2. DISEÑO DE INTERFACE DEL MICROMUNDO 84

6.3.3. EVALUACIÓN DE USO DEL MICROMUNDO 91

6.3.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 93

7. CONCLUSIONES 97

8. TRABAJOS FUTUROS 97

9. REFERENCIAS 98

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Deserción en modalidad virtual 14

Ilustración 2. Árbol del problema 16

Ilustración 3. Categorías de los riesgos de deserción en educación virtual 17

Ilustración 4. Caracterización de cursos estudiados en el caso 35

Ilustración 5. Interface de descarga de logs en LMS 36

Ilustración 6. Ruta de aprendizaje del curso 1 37

Ilustración 7. Ruta de aprendizaje del curso 2 37

Ilustración 8. Acciones de estudiantes por tipo de herramienta en curso 1 38

Ilustración 9. Acciones de estudiantes por tipo de herramienta en curso 2 39

Ilustración 10. Resultados académicos finales de estudiantes en curso 1 39

Ilustración 11. Participación de estudiantes en curso 1 40

Ilustración 12. Resultados académicos finales de estudiantes en curso 2 41

Ilustración 13. Participación de estudiantes en curso 1 42

Ilustración 14. Participación de estudiantes en curso 2 42

Ilustración 15. Reportes de completitud Estudiante E11 43

Ilustración 16. Reportes de completitud Estudiante E15 44

Ilustración 17. Reportes de completitud Estudiante E2 44

Ilustración 18. Reportes de completitud Estudiante E6 45

Ilustración 19. Reportes de completitud Estudiante E9 45

Ilustración 20. Reportes de completitud Estudiante E22 46

lustración 21: Realimentación positiva de la modalidad virtual 55

Ilustración 22. Ciclo de control en general para subsistemas evaluados 56

Ilustración 23: ciclo de control – Dedicación del estudiante 56

Ilustración 24: ciclo de control – Acompañamiento del profesor 57

Ilustración 25: ciclo de control – Completitud de actividades 57

Ilustración 26: ciclo de control – Porcentaje de espacios colaborativos 57

Ilustración 27: ciclo de control – Desempeño académico 58

Ilustración 28. Diagrama causal - Dedicación del estudiante virtual en LMS 61

Ilustración 29. Diagrama causal – Acompañamiento por parte del profesor 61

Ilustración 30. Diagrama causal – Completitud de las actividades del curso 62

Ilustración 31. Diagrama causal – Proporción de actividades colaborativas 62

Ilustración 32. Diagrama causal – Desempeño académico (calificaciones) 62

Ilustración 33. Esquema de plan de intervención 65

Ilustración 34. Escenario ideal 73

Ilustración 35. Escenario con baja participación de estudiante y profesor 74

Ilustración 36. Escenario con baja participación e insuficientes espacios colaborativos 75

Ilustración 37. Escenario con baja participación e insuficientes espacios colaborativos y completitud 76

Ilustración 38. Escenario fallido 76

Ilustración 39. Interface – Presentación 84

Ilustración 40. Interface - Menú principal 85

Ilustración 41. Interface – Condiciones iniciales 85

Ilustración 42 Interface – Dedicación del estudiante virtual en LMS 86

Ilustración 43. Interface – Acompañamiento del profesor 86

Ilustración 44. Interface – Completitud de actividades del curso 87

Ilustración 45. Interface – Proporción de actividades colaborativas 87

Ilustración 46. Interface – Desempeño académico 88

Ilustración 47. Interface – Escenario Ideal 88

Ilustración 48. Interface – Escenario de baja participación 89

Ilustración 49. Interface – Escenario de baja participación e insuficientes espacios colaborativos 89

Ilustración 50. Interface – Escenario que resume inminente pérdida del curso 89

Ilustración 51. Interface – Escenario fallido 90

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros en Dedicación del estudiante virtual en LMS 79

Tabla 2: Datos de salida - Dedicación del estudiante virtual en LMS 79

Tabla 3: Parámetros en Acompañamiento del profesor 80

Tabla 4: Datos de salida – Acompañamiento del profesor 80

Tabla 5: Parámetros en Completitud de las actividades del curso 81

Tabla 6: Datos de salida - Completitud de las actividades del curso 81

Tabla 7: Parámetros en Proporción de actividades colaborativas 82

Tabla 8: Datos de salida - Proporción de actividades colaborativas 82

Tabla 9: Parámetros en Desempeño académico 83

Tabla 10: Datos de salida - Proporción de actividades colaborativas 83

Tabla 11: Encuesta de valoración al micromundo 91

RESUMEN

La creciente oferta de programas académicos virtuales, se convierte en una alternativa real de formación, pues las promesas de flexibilidad, gestión a propio ritmo, entre otras bondades, ha permitido que un gran porcentaje de los estudiantes universitarios se inclinen por esta modalidad.

Desafortunadamente, garantizar la calidad y sostenibilidad de la modalidad, no cuenta con herramientas e instrumentos suficientes para hacer una sería evaluación de los resultados que se consiguen con las estrategias pedagógicas y académicas implementadas en sus cursos y mucho menos implementación de ajustes cuando se identifican algún tipo de prácticas que motiven el bajo rendimiento académico y la consecuente deserción estudiantil.

Buscando un escenario que permita validar diferentes variables en el escenario académico, se identifica institución universitaria, en donde, a partir de rutas de aprendizaje diseñadas bajo ciertos parámetros, se analizan los resultados e identifican su impacto en el desempeño académico y la retención efectiva de sus estudiantes. Se seleccionan 3 cursos de un programa de especialización, los cuales se desarrollan cada uno durante 8 semanas (2 créditos académicos) y se hace un análisis de su gestión en 2 cohortes, a la luz de las actividades formativas, evaluativas, de seguimiento y retroalimentación.

Durante esta revisión se evidencia la importancia del momento de aplicación de actividades de retroalimentación por parte del tutor, así como los patrones de comportamiento y hábitos de los estudiantes en plataforma virtual LMS, circunstancias que condicionan el éxito del curso y su correspondiente cumplimiento de los objetivos de aprendizaje planteados.

El proyecto se apoya en la construcción de un prototipo de micromundo, que servirá para mostrar, en forma de simulación, las diferentes dinámicas en el proceso de gestión de los cursos virtuales estudiados y herramienta para la toma de decisiones, responsabilidad propia de las instancias de coordinación y dirección en instituciones académicas formales.

PALABRAS CLAVE: Educación virtual, Dinámica de sistemas, Deserción estudiantil, patrones de comportamiento virtual, retroalimentación, Micromundo

1. INTRODUCCIÓN

El auge de la formación mediada tecnológicamente ha permitido que la oferta académica tenga cada vez mayor cobertura, siendo beneficiada una gran parte de la población que quiere tomar estudios técnicos, tecnológicos o profesionales en modalidad virtual. Sin embargo, esta creciente alternativa de educación debe asegurar la calidad de sus programas y garantizar que no será inferior a la modalidad presencial, creencia que aún tiene mucho arraigo dentro de la comunidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, es menester que las instituciones de educación superior, en el caso de programas de pre y posgrados, identifiquen los factores que permitirán ofrecer los mejores escenarios para el proceso de enseñanza-aprendizaje, en donde se logren conseguir los objetivos planteados en escenarios mediados con tecnología.

Desafortunadamente la alta tasa de deserción de los estudiantes en programas virtuales sigue siendo un indicador de alto impacto, por lo cual debe proveerse a las instancias responsables de estrategias de retención, de instrumentos que le permitan actuar oportunamente para minimizar el riesgo de abandono.

No es nuevo que las plataformas tecnológicas entregan información valiosa que da cuenta de hábitos y comportamientos de los estudiantes, traza que puede generar indicadores de desempeño, los cuales, orientados en forma metódica, pueden generar señales de alerta, cuando se presenten comportamientos que alteran la dinámica de aprendizaje, situación que debe ser interpretada en forma objetiva y oportuna.

Es de vital importancia plantear en forma objetiva las condiciones ideales, sin generar estándares, que caracterizan la eficiencia en la interacción del estudiante con las

actividades de formación, las estrategias de acompañamiento por parte del profesor y los niveles de desempeño esperado, lo cual servirá para plantear un escenario deseable. Una vez se tenga un punto de referencia, se debe identificar qué información en plataforma virtual, puede evidenciar que hay un comportamiento que se aleja de lo previsto, lo cual debería activar estrategias de intervención y evitar un posible riesgo de deserción por las implicaciones en el bajo desempeño o falta de motivación del estudiante.

En esta búsqueda se lograron plantear escenarios propios del proceso de aprendizaje, que, delimitados con ciertos parámetros ideales, permitan hacer el monitoreo de las acciones e interacciones de los estudiantes con los recursos y actividades formativas, activando alertas cuando su ejecución salga de lo planteado como esperado. Todo lo anterior, es posible gracias a la aplicación de la dinámica de sistemas como instrumento formal y metodológico para su interpretación.

El presente proyecto se motiva en la aplicación de un micromundo para recrear los procesos, relaciones y efectos que se estudian en una institución de educación superior, en donde algunos comportamientos de los estudiantes, se transformaron en indicadores de su gestión y que, al ser revisados bajo un marco de referencia, dieron cuenta del impacto en su rendimiento académico y la posibilidad mayor o menor de abandono de sus estudios. Buscando trasladar lo allí evidenciado, se propuso simular el escenario real en el prototipo de micromundo, logrando mostrar en forma causal cada una de las dinámicas presentadas.

2. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

A partir del año 2020 con la coyuntura sanitaria por la pandemia COVID19, las universidades y centros educativos de educación superior, consideran la educación con mediación tecnológica como una alternativa de gran valor para continuar con sus estrategias académicas. Es por ello que debe ser de primer orden, la búsqueda de mecanismos para asegurar la permanencia en esta nueva ola de aspirantes a cursar sus programas profesionales en modalidad virtual.

Sin embargo, es preocupante que la tasa deserción en la modalidad virtual ha mostrado cifras muy altas desde que se consideró esta modalidad como una alternativa de formación en nuestro país.

Según las cifras del Sistema para la prevención de la deserción de la educación superior en Colombia (Spadies), entre 1999 al 2016 pasó de 27,60% a 21,57%. Informes más recientes dan cuenta que la tasa deserción estudiantil en programas virtuales es dos veces más alta que en modalidad presencial.

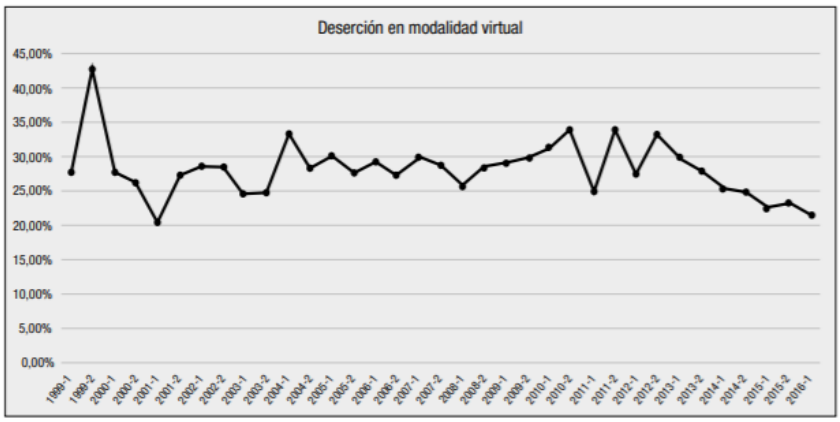


Ilustración 1. Deserción en modalidad virtual. Spadies (2016)

Lo anterior no alienta el panorama, pues el número de matrículas de educación superior, modalidad virtual, ha evidenciado una tasa de crecimiento desde el 2011 (13,6 %) hasta el 2014 (90 %) y en 2016 volvió a repuntar hasta llegar a 98,9 %. Para la década del año 2000, el SNIES (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior) recibió en promedio solicitudes para creación de 5 programas por año, mientras que en la década siguiente esta cifra fue de 35. En cuanto a la matrícula de estudiantes a primer semestre se evidenció un crecimiento en promedio anual del 49%, entre el 2011 al 2018. Estas cifras del Laboratorio de economía de la educación de la Universidad Javeriana, también arrojaron un análisis que indica que de un mismo grupo de estudiantes que se matricularon en el primer semestre del 2014 a estos programas, el 67% desertó para el décimo semestre.

En este punto, se puede identificar la problemática que motiva el presente proyecto: **A partir de Ineficiente gestión por parte de las direcciones de programas virtuales en la identificación de señales de alerta temprana, que permitan aplicar estrategias de apoyo ante el bajo nivel académico e insatisfacción del estudiante, causas de la alta deserción en esta modalidad de formación.**

A partir de las causas y posibles efectos, se grafica la dinámica presentada en el siguiente árbol del problema.

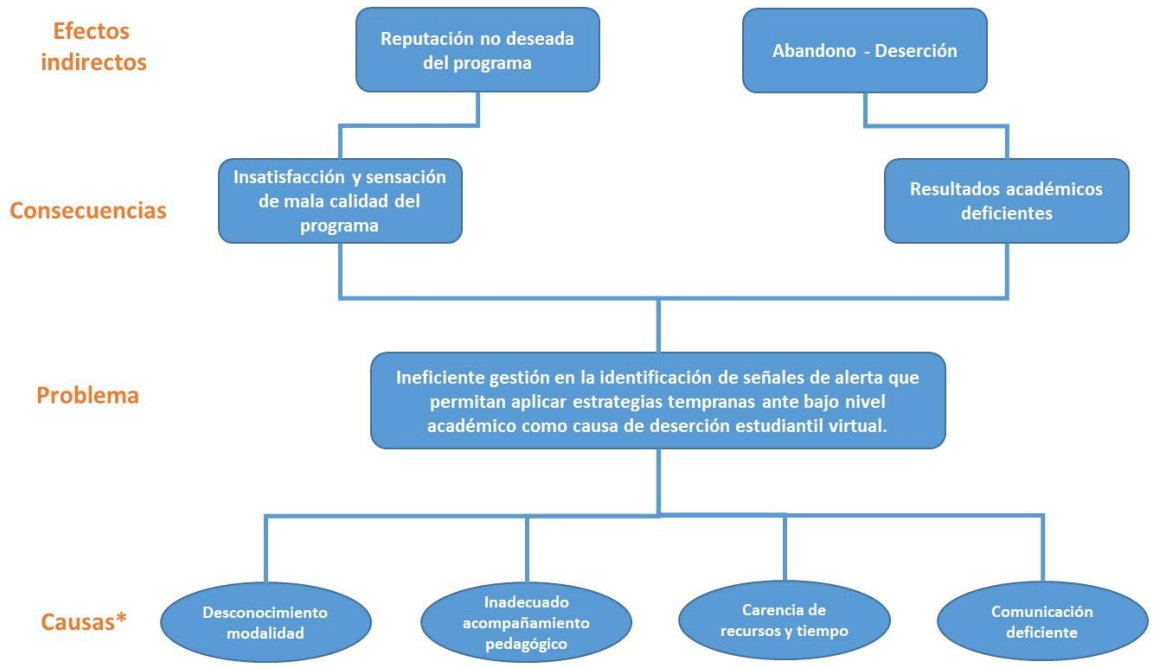


Ilustración 2. Árbol del problema.
Riesgos de deserción en las universidades virtuales de Colombia, frente a las estrategias de retención (2017)

Las causas del abandono de estudios se pueden enfocar desde factores como el psicológico, económico, sociológico y organizacional. La motivación y aspectos relacionados con aprehensión de conocimientos a partir de los contenidos y actividades mediadas tecnológicamente, según (González-Castro, 2017), se pueden inferir a partir de su interacción con la plataforma virtual. Se consideran cinco categorías de vital importancia por su impacto en el éxito de la modalidad, a saber: por desconocimiento, por insatisfacción, por carencia, por comunicación deficiente y por ausencia, lo que define con gran relevancia, la tenue línea divisoria entre el aprendizaje autónomo por parte del estudiante y la percepción de soledad cuando se requiere de orientación académica o pedagógica.

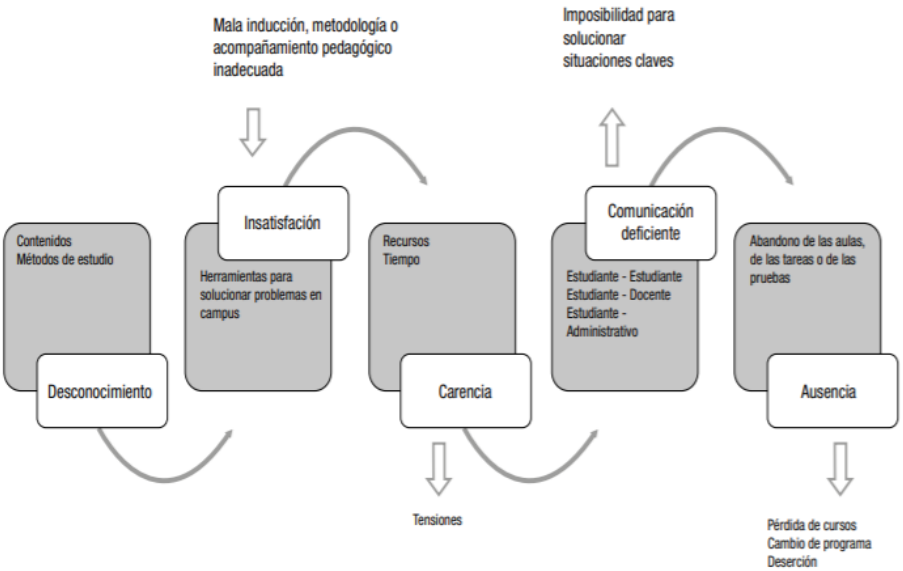


Ilustración 3: Categorías de los riesgos de deserción en educación virtual.

De lo anterior, se tomarán principalmente dos riesgos: Insatisfacción y comunicación deficiente, protagonistas de los espacios colaborativos y de retroalimentación que serán mencionados a lo largo de este trabajo de grado.

Es necesario aprovechar la información que los LMS (Learning Management System) arrojan, buscando integrar sus reportes y módulos de analítica a un instrumento que permita identificar riesgos de deserción, configurar alertas ante señales de posible abandono, con base en algunos indicadores que definen el éxito o fracaso de las estrategias pedagógicas en escenarios virtuales.

Este proyecto tiene orientación investigativa, pues a partir de hechos presentados previamente se hará un ejercicio explicativo con enfoque estructural funcionalista que ofrece la dinámica de sistemas apoyado en analítica de datos del proceso de enseñanza

aprendizaje en entornos virtuales y, a partir de indicadores propuestos, sería viable entrar en el campo de la predicción.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL:

Construir un micromundo con dinámica de sistemas que apoye la gestión académica de un programa virtual a partir de modelamiento de patrones, comportamientos y hábitos de uso en LMS por parte del estudiante virtual.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Modelar las dinámicas de gestión académica de un programa virtual a partir de la analítica de datos del LMS en el proceso de enseñanza aprendizaje mediado tecnológicamente.
2. Proyectar las dinámicas para un caso de estudio, mediante la simulación de posibles escenarios, los cuales han sido condicionados por factores propios del proceso de enseñanza-aprendizaje y que son evidenciados al analizar la información que ofrece el LMS.
3. Diseñar la interface de un micromundo para apoyar la toma de decisiones con la interacción del director del programa virtual.

4. MARCO REFERENCIAL

Ante los pocos instrumentos o herramientas que permitan modelar los comportamientos y tendencias a partir de los indicadores que se propondrán en este trabajo, se ha contemplado construir una interface de micromundo, que refleje la dinámica de sistemas resultante del proceso enseñanza de aprendizaje mediado tecnológicamente en una plataforma LMS.

Para soportar teóricamente el desarrollo de la interface del micromundo y lo correspondiente al análisis de la información que apoya el caso de estudio, base de este proyecto, es necesario retomar algunos conceptos y su aplicación para asumir el desarrollo del proyecto.

4.1. MARCO TEÓRICO:

4.1.1. DINÁMICA DE SISTEMAS

A partir de la Dinámica de Sistemas, se recrean diversos escenarios que permiten tener una percepción sistémica del mundo real y visualizar su dinámica. La importancia de la Dinámica de Sistemas radica en que nos ayuda a visualizar, pensar, analizar y comprender el comportamiento de sistemas, permitiendo la creación de modelos de simulación para conocer la evolución futura de estos sistemas.

El lenguaje asociado a esta dinámica se conoce como lenguaje causal, que parte de la definición de los cambios de estados de los recursos estratégicos debido a la

modificación de sus causas de crecimiento o disminución a partir de decisiones tomadas por el gestor de la organización.

La idea original nació en 1950 a partir de la necesidad de los administradores de entender los procesos industriales y su relación con los diferentes fenómenos económicos y sociales. Para la década de 1960 Jay Forrester de la MIT (Massachusetts Institute of Technology) la formalizó con un compendio de estructuras, relaciones, ciclos, iconografía y términos. A la par se desarrolló el primer lenguaje de modelado fue SIMPLE (Simulation of Industrial Management Problems with Lots of Equations), luego DYNAMO (DYNAmic MOdels).

Las aplicaciones que se han encontrado para la dinámica de sistemas son variadas, pero todas guardan un común denominador, permiten por medio de sus modelos de simulación dinámica estudiar cómo las políticas, decisiones, estructura y retrasos tienen una consecuencia en el crecimiento y la estabilidad de un sistema. Al proponerse un modelo matemático se declaran relaciones matemáticas y lógicas, que a partir de componentes, variables, parámetros y relaciones funcionales alimentan la dinámica. Para definir los niveles acumulados o estados se usan las Variables de estado.

Las influencias de factores externos no controlados en el sistema se conocen como Variables exógenas, a diferencia de las Variables endógenas que son las propias el sistema que pueden ser tasas o variables auxiliares.

Los componentes contienen diferentes procesos, entre ellos la toma de decisiones, donde los parámetros son constantes del modelo, y son la base para el análisis de sensibilidad del modelo variando los posibles valores. Las relaciones funcionales son relaciones entre variables y parámetros.

La explicación del comportamiento de los sistemas en razón a su estructura y políticas de orientación; o servir como instrumento para estudiar cambios estructurales y/o políticos de la organización son los dos propósitos principales de la dinámica de sistemas.

4.1.2. MICROMUNDO

Bien pertinente el aporte de (Alava, 2011) cuando se refiere a los micromundos como "… herramientas con un fundamento pedagógico constructivista que simulan el mundo real en un computador, permitiendo a los individuos tomar decisiones, analizar casos, cometer errores y dar soluciones a un problema determinado". Suficiente este fragmento para ilustrar lo perseguido en este punto, que apoyará la demostración de la hipótesis dinámica a partir de la simulación de diferentes circunstancias.

Inicialmente, al definir unos datos de entrada que han sido contemplados en los supuestos identificados, representarán casuísticas sobre las cuales se pretende evaluar la dinámica que las caracteriza e interpretar los resultados arrojados, que seguramente mostrarán tendencias y comportamientos que permitirán tomar decisiones en escenarios que requieren intervención.

El concepto “Micromundo” surge como la posibilidad de que las organizaciones aprendan mediante la experiencia de “realizar experimentos, verificar estrategias y elaborar una mejor comprensión de los aspectos del mundo representados en el micromundo a partir del modelamiento y la simulación con dinámica de Sistemas”, muy pertinente aporte de (Senge, 1992)

Las simulaciones controladas son una estrategia particular para toma de decisiones construyendo una representación virtual que puede ser intervenida, generando escenarios consecuentes con la aplicación de supuestos, lo que a la postre va a determinar una ganancia de aprendizaje a partir del conocimiento generado en la dinámica de cambio.

Su objetivo es reforzar la aplicación de un enfoque sistémico, a partir de simulaciones construidas con la metodología de Dinámica de Sistemas, que permiten estudiar los fenómenos relacionados y evaluar su comprensión mediante la experimentación.

Los micromundos comprenden factores influyentes, caracterización, conocimiento e inventario de recursos. Para orientar el uso de los micromundos es necesario manejar una nemotecnia de interacción, normas de comportamiento, ubicación de recursos, asignación de costos, definición de estado inicial, transiciones y proyección de escenarios resultantes al aplicar factores de cambio.

Es necesario contar con reglas de decisión que redefinen variables y, a partir de su aplicación, permiten recrear escenarios contemplados en las hipótesis, lo cual generan información nueva y que realimenta el sistema. Para el desarrollo de lenguajes para modelamiento de micromundos, inicialmente se utilizaron Fortran, C, Pascal y Basic, evolucionando a aplicaciones de gran impacto como Power SIM y Vensim para simulaciones con dinámica de sistemas, con variaciones a nivel de interface como ithink y STELLA.

4.1.3. ANALÍTICA DE DATOS

La analítica de datos o ciencia de datos puede relacionarse con el tratamiento autónomo o semiautónomo de datos, utilizando técnicas y herramientas sofisticadas. La justificación para esta ciencia es caracterizar los datos, orientarlos para hacer predicciones o prescribir maneras para gestionar procesos a partir de diagnosticar una situación.

Se puede hablar de analítica de datos teniendo en cuenta tres conceptos, alineados estos con la aplicación de sus grandes ventajas en el manejo de la cantidad de información disponible:

4.1.3.1. Análisis descriptivo

Representa la actualidad de una situación, circunstancia, negocio o escenario. Refleja el contexto de los datos históricos para mayor comprensión de la realidad presente.

4.1.3.2. Análisis predictivo

Permite inferir cambios o eventos basados en interpretación de patrones y particularidades de los datos. Existen poderosos algoritmos que predicen, basados en aprendizaje automático (machine learning) para plantear escenarios probables a partir de la información analizada.

4.1.3.3. Análisis prescriptivo

Permite “prescribir” formas de actuar y decisiones que posibilitarán soluciones a situaciones futuras. A partir de posibles intervenciones se cuantifica su efecto, lo que garantizaría en ciertos porcentajes el evitar o facilitar que se produzcan resultados con base en recomendaciones y “recetas” de comportamiento y acciones preconcebidas.

4.2. ANTECEDENTES

4.2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Desde el año 2000 ya se reflexiona sobre factores definitivos que aplican a los estudiantes autorregulados, que se caracterizan por creencias motivacionales y actitudes adaptativas, aspectos destacados por (Sánchez-Santillán, 2016), al exaltar la importancia de garantizar niveles de autoeficacia o competencia percibida y orientación a metas de aprendizaje.

Asimismo, los alumnos juegan un rol activo en la generación y uso del feedback, lo cual conlleva implicaciones profundas en la manera en la que se promociona y evalúa el aprendizaje en soportes virtuales,

Se han propuesto modelos que permiten hacer minería de datos con el objetivo de analizar y observar comportamientos de los estudiantes virtuales en la educación mediada tecnológicamente, pues según (Romero-Zaldivar, 2012), se identifica claramente la correlación con su rendimiento académico y permitiendo mecanismos de predicción.

El uso de micromundos surge como una interesante forma de realizar experimentos, verificar estrategias y facilitar la comprensión de escenarios como el que ocupa el presente proyecto y, que, a partir del modelamiento con dinámica de Sistemas, permitirá simular escenarios probables a partir de la aplicación de variables identificadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje virtual.

Se plantean posibilidades de apoyar la gestión académica, cuando la tecnología, por medio de micromundos, permite simular procesos de cambio y de toma de decisiones organizacionales, pues a partir de interesantes proyectos de gestión educativa, (Gelvez, 2008), ha logrado justificar.

4.2.2. ANTECEDENTES NORMATIVOS

Los “Lineamientos de calidad para la verificación de las condiciones de calidad de los programas virtuales y a distancia” del Ministerio de educación nacional, del año 2013, define que la distancia virtual, es una de las modalidades de la educación a distancia con una oferta de programas en crecimiento y de alta aceptabilidad en la población, por lo cual se debe garantizar el aseguramiento de la calidad y la apropiación de tecnologías y estrategias que satisfagan las diferentes necesidades de aprendizaje en distintos momentos, al igual que progreso a ritmos diferentes, lo que exige que se transformen los currículos y el aprendizaje en la educación superior.

Plantean estos lineamientos la necesidad de “Reinventar los ambientes de aprendizaje a partir del uso y de la apropiación de la tecnología implica: innovar los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación, utilizar las tecnologías para la educación, facilitar el acceso, desarrollar competencias y prepararse para la vida”.

Entre las condiciones generales para otorgar el registro calificado a programas virtuales y a distancia, se menciona en el aparte Medios educativos, se hace énfasis en “Para los

programas a distancia y virtuales describir la disponibilidad de una plataforma apropiada, la infraestructura de conectividad las estrategias metodológicas para su desarrollo, así como las estrategias de seguimiento" y en lo referente a Mecanismos de selección y evaluación se exige claramente "Incorporar en los mecanismos de inducción, seguimiento, y acompañamiento de profesores y estudiantes a la nueva metodología". Cuando el documento normativo se refiere a Condición de calidad: mecanismos de selección y evaluación, menciona la necesidad de mantener Estadísticas de ingreso y permanencia por cohorte. Informe de los resultados obtenidos de la implementación de estrategias de retención y permanencia de los estudiantes.

Lo anterior es ratificado en el Decreto 1280 de 2018 en la subsección referente a programas a distancia y virtual, en lo relacionado a Registro calificado, indica:

"En los programas a distancia (tradicional y virtual) la institución debe indicar cómo llevará a cabo el proceso de diseño, gestión, producción, distribución y uso de materiales y recursos, con observancia de las disposiciones que salvaguardan los derechos de autor, la disponibilidad una plataforma tecnológica apropiada, la infraestructura de conectividad y las herramientas metodológicas necesarias para su desarrollo, así como las estrategias de seguimiento, y verificación de la operación de dicha plataforma, siendo obligatorio suministrar información pertinente a la comunidad sobre los requerimientos tecnológicos y conectividad necesarios para cursar el programa".

Actualmente está vigente el Decreto 1330 de 2019, el cual moderniza y actualiza aspectos que constituye una visión más clara del proceso de acreditación.

4.2.3. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

La pobre interpretación de los indicadores que pueden contribuir a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, ha sido objeto de estudio en importantes investigaciones, evaluando en forma preferencial el uso de metodología cuantitativa, procedimientos de análisis documental, frecuencia de acceso al entorno virtual, actividad efectiva, calificaciones, el grado de asociación positiva y su relación con la caracterización de cada estudiante. (Morais, 2017.)

Un interesante aporte a la discusión lo hace (Moncayo, 2018) en la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. En esta investigación, se hace especial énfasis a los recursos pedagógicos como las actividades síncronas y asíncronas, que buscan la interacción del estudiante con el docente, en un escenario con más de 1300 estudiantes, en donde espacios como el foro se destacó frente a las actividades sincrónicas. Se encontró que, a mayor participación significativa, mayor incidencia en la obtención de un buen rendimiento académico.

4.3. ESTADO DEL ARTE

La intermediación tecnológica ya impactó la academia y forma de vivir el proceso de aprendizaje, donde son evidentes la gran variedad de interacciones, comportamientos, tendencias de uso, etc. A partir de las evidencias que en plataforma LMS se traducen en gran cantidad de datos, se ha tratado de transformarlos en información que permita caracterizar el proceso de enseñanza-aprendizaje para proponer indicadores asociados a probabilidad de deserción por la baja respuesta a actividades formativas, periodos de inactividad en plataforma, progreso insuficiente en el desarrollo de actividades evaluativas, entre otras variables.

“Lo que se mide, se administra”, Peter Drucker, padre de la gerencia moderna, “La medición es clave para poder administrar apropiadamente nuestros sistemas, procesos y el éxito de nuestros estudiantes, ya que nos da acceso a información y conocimiento aplicable para obtener ciertos resultados”, Timothy Harfield, Blackboard Analytics, quien agrega “mientras más aumenta la escala y mayor es la asincronía de la educación, más crece la importancia de la analítica como herramienta de apoyo para prácticas de enseñanza y aprendizaje de alta calidad capaces de satisfacer las necesidades de los estudiantes oportunamente”.

La gran dificultad existente es que aún las programaciones de los algoritmos no pueden representar lo que muchas veces se desea hacer con las tecnologías de análisis de datos.

Otro obstáculo es la interpretación o decodificación de la información, ya sea por humanos o por los propios algoritmos usados por el Machine Learning, no logra descifrar adecuadamente la respuesta. Incluso, hay casos en que se logra la respuesta, pero no se puede determinar por qué o cómo se obtuvo, debido a lo intrincado y compleja que es la red de rutas potenciales de solución.

La evaluación en el Aprendizaje Colaborativo Asistido por Computadora (CSCL) es una cuestión implícita, y la mayoría de las evaluaciones son de naturaleza sumativa. Lo anterior genera la dificultad de cómo evaluar de forma ágil las actividades de participación en plataforma, pues los métodos de evaluación orientados a los procesos pueden variar significativamente en sus indicadores y por lo general sólo abordan parcialmente la complejidad del aprendizaje grupal.

Sin embargo, el análisis de otro tipo de actividades como espacios colaborativos, de retroalimentación y el momento en que se aplica en un curso, arrojan información no evaluada con la suficiente profundidad para darle un tratamiento preferencial al momento de identificar su impacto en sus resultados académicos. Además, la mayoría de estos métodos de evaluación requieren una codificación de datos cualitativos que consumen mucho tiempo.

No es nuevo que muchas instituciones educativas minimicen la necesidad de incorporar herramientas analíticas a sus plataformas virtuales, lo que evidencia una desarticulación de las estrategias pedagógicas con el análisis de comportamientos de los roles que

interactúan el proceso enseñanza –aprendizaje, desestimando el seguimiento del progreso de los estudiantes (Yeonjeong, 2015).

No es gratuito que muchos esfuerzos se estén orientando a identificar estrategias de aprendizaje autorregulado y analizar su relación con el desempeño escolar de estudiantes en ambientes virtuales de aprendizaje, bastamente argumentado por (Berridi, 2017) en la Universidad Nacional Autónoma de México. Los resultados a partir de la evaluación de cuatro dimensiones: I) estrategias de planeación y control en contextos virtuales de aprendizaje (α. 86); II) atribuciones motivacionales en contextos virtuales (α. 82); III) trabajo colaborativo con compañeros (α. 83); y IV) apoyo del asesor en las tareas (α. 80), permitió la identificación de ciertas estrategias de autorregulación como control, planeación y atribución motivacional, así como el grado de relación con el desempeño escolar de los estudiantes y los factores de éxitos que lo generan.

El gran impacto de los espacios colaborativos como los foros o aquellas herramientas de retroalimentación en las plataformas virtuales, así como los encuentros sincrónicos que abren la posibilidad de conocer de los estudiantes las inquietudes e intereses, es cada vez más evidente para las instituciones que valoran el trabajo colaborativo.

Sigue siendo actual la preocupación por detectar factores que influyen en el rendimiento académico cuando se presenta interacción entre el alumno y la plataforma de aprendizaje (Gómez-Aguilar, 2014) y (Xing, 2015).

La interacción, viéndose como una cifra que entrega la plataforma virtual, tiene un gran significado cuando se integra con la motivación y la oportunidad en su frecuencia (Mercado 2018), para lo cual se han propuesto métricas e indicadores.

La construcción de una herramienta de monitoreo de los entornos virtuales de aprendizaje, en la cual participan diferentes roles, deja ver los avances que en esta materia se han dado y lo cual permite evidenciar la importancia del acompañamiento por parte del profesor (Cantabella, 2016). Importante este aporte, el cual está orientado a visibilizar la actividad del tutor en espacios de retroalimentación en el LMS Sakay y exploración de trabajos previos como técnicas de analítica visual en entornos educacionales, pero sin llegar a desarrollar una herramienta para validar el modelo, por lo cual sugieren la implementación de un instrumento online o tablero de seguimiento.

5. ESTUDIO DE CASO

No ha sido un ejercicio desconectado de la realidad el identificar una dinámica que está presentándose en los cursos virtuales de un programa de especialización, que evidencia el desempeño académico de los estudiantes y que son la consecuencia de sus patrones de uso de la plataforma. Se une a esta situación la definitiva labor de acompañamiento de los profesores, en los cuales factores como retroalimentación y el momento del curso en que se presenta, determinará el éxito del proceso enseñanza – aprendizaje.

Actualmente la institución educativa utiliza un dashboard o tablero de control que le permite visualizar las acciones de los estudiantes y profesores, con datos extraídos del LMS, sin embargo, lo allí encontrado es información descriptiva que no permute un análisis de la dinámica que posibilita los resultados obtenidos.

Cuando se requiere hacer uso de la información para toma de decisiones, no se cuenta con una herramienta que identifique las variables que interactúan en el proceso enseñanza – aprendizaje, y que además permita modelar las diferentes situaciones presentadas y que justifiquen los hallazgos que el tablero de control presenta.

Sin reparar por el momento en esta dificultad se procede a descargar la información que reside en la plataforma LMS y que dan cuenta de las acciones y reportes de los estudiantes de dos cursos virtuales, que se nombrarán *Curso1* y *Curso2*.

Los cursos seleccionados tienen unas características que se pueden observar en el siguiente esquema:

Ilustración 4: Caracterización de cursos estudiados en el caso

5.1. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Partiendo de las reflexiones ya mencionadas de la importancia del acompañamiento del profesor y los hábitos o patrones de actividad de los estudiantes virtuales, se buscará encontrar la interrelación entre 4 diferentes elementos que caracterizan la planeación y gestión de los cursos:

- **Ruta de aprendizaje,** destacando los momentos propuestos para retroalimentación (encuentros sincrónicos o espacios de discusión). A partir de esta planificación se destacará, en las actividades propuestas, las que tienen que ver con encuentros sincrónicos o espacios colaborativos que planteen la posibilidad de retroalimentación y orientación por parte del profesor, sobre los contenidos y actividades dispuestos en plataforma virtual.
- **Acciones de estudiantes:** Tiene la plataforma LMS un completo reporte de interacciones, entre las que se registra la información filtrada por: Nombre de participante, día de la acción, nombre de la actividad (tarea, cuestionario, glosario, taller, juego, wiki, foro, asistencia, videoconferencia, etc). Se

complementa esta información con datos relevante como el dispositivo que utilizó y la ip desde donde se conecta.

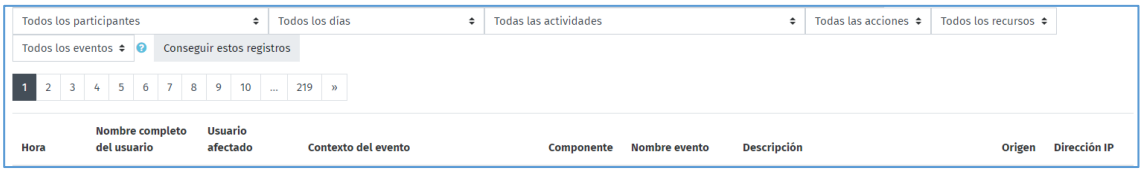


Ilustración 5: Interface de descarga de logs en LMS

- **Participación activa** de los estudiantes en espacios colaborativos propuestos en la ruta de aprendizaje, evidenciando los momentos de mayor actividad en plataforma.
- **Informe de completitud** de actividades gestionada por estudiantes

El análisis de la Participación activa y el informe de completitud se aplicará a los estudiantes, que, según las calificaciones obtenidas, obtuvieron los resultados más bajos o abandonaron sus estudios.

5.1.1. RUTA DE APRENDIZAJE

Curso 1: Dentro de las actividades dispuestas para realizar en el curso y que se han definido en forma detallada en la guía de asignatura, se plantean 3 momentos de discusión y retroalimentación a los estudiantes en la semana 2 y 3 *(25% y 30% del avance del curso)*, las cuales dan una apropiada atención a las posibles inquietudes surgidas en el punto de avance del curso. Se complementa otro espacio hacia el final del curso en la octava semana *(90% del avance del curso)*.

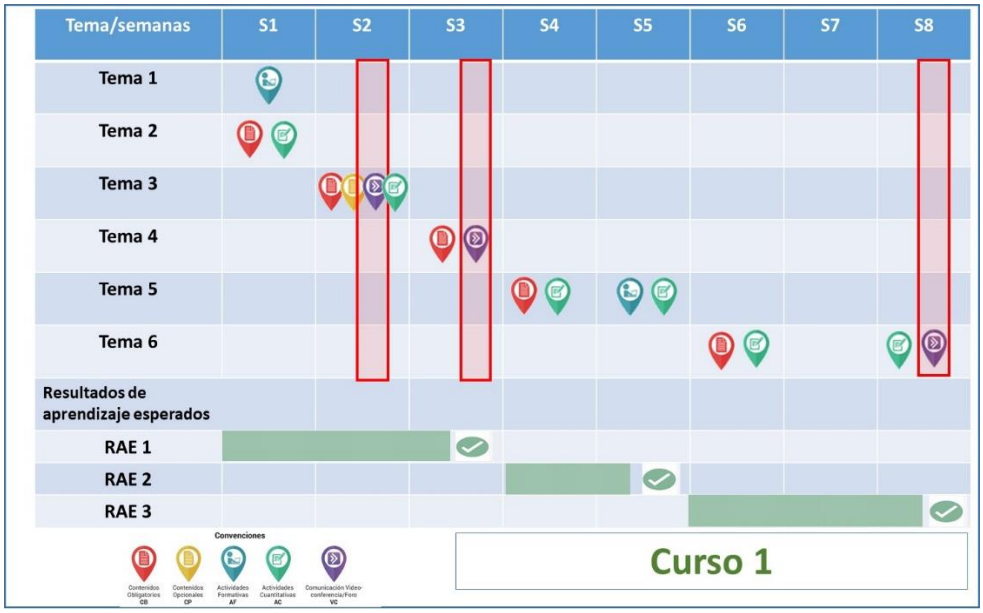


Ilustración 6: Ruta de aprendizaje del Curso 1

Curso 2: A diferencia del curso1, en esta asignatura se proponen espacios de retroalimentación en la semana 1 *(2% del avance del curso)*, cuya aplicación se interpreta como orientaciones a las actividades por realizar, sin embargo, se podría perder una gran oportunidad de aportar al desarrollo de las actividades cuando se presenten inquietudes en el hacer, pues solamente hasta la semana 5 *(60% de avance del curso)* se vuelve a presentar el espacio de encuentro.

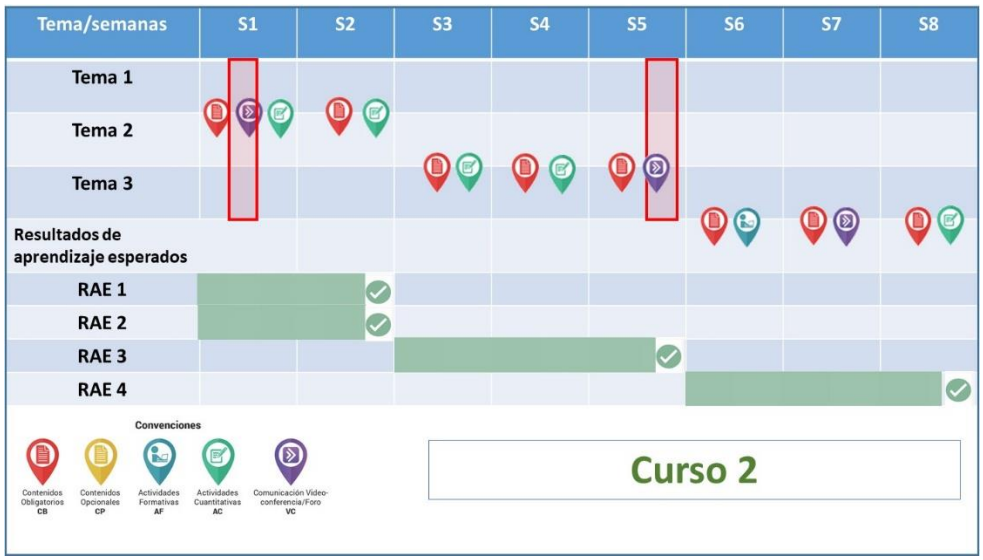


Ilustración 7: Ruta de aprendizaje del Curso 2

5.1.2. ACCIONES DE LOS ESTUDIANTES

Se obtienen para el ***Curso 1*** un total de 21.862 registros, producto de interacción de 19 estudiantes en las 8 semanas de impartición de la asignatura, que luego de aplicar el **reconocimiento de las fuentes de datos** y depurando los que realmente son necesarios, tratando los repetidos, incompletos, inconsistentes, con errores, entre otros; se obtienen 13.400. Este número de acciones se clasifican por tipos de actividad en que se realizaron: cuestionarios, foros, tareas, consulta de recursos de aprendizaje, descarga de reportes o participación en encuentros sincrónicos.

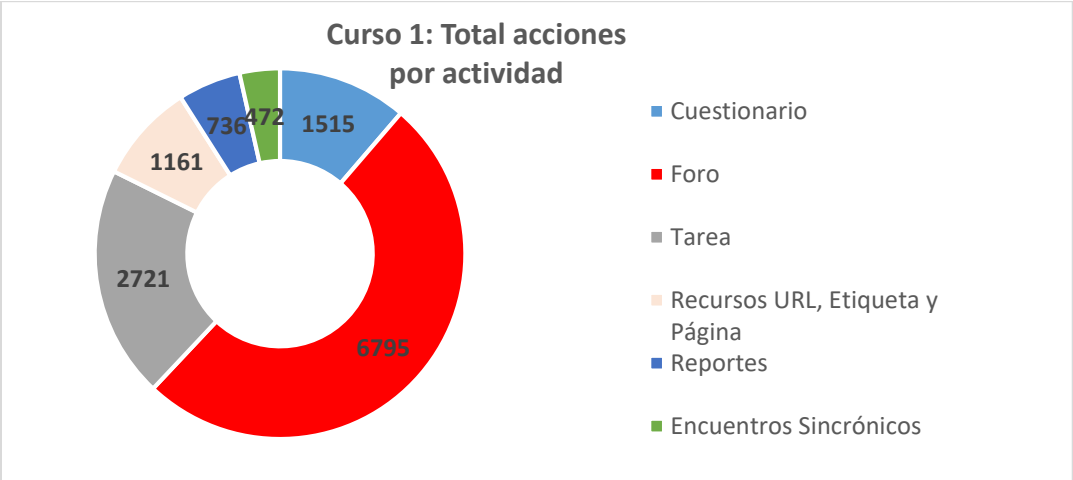


Ilustración 8: Acciones de estudiantes por tipo de herramienta en Curso 1

Aplicando el mismo proceso de descargue de reporte de acciones de los 25 estudiantes del **Curso 2**, se obtienen 32.520 registros y luego de realizar la depuración de datos inconsistentes, errados, duplicados, etc, se obtienen 17.436 acciones válidas. Al igual que el Curso 1, se agrupan por tipo de actividad en que se realizaron:

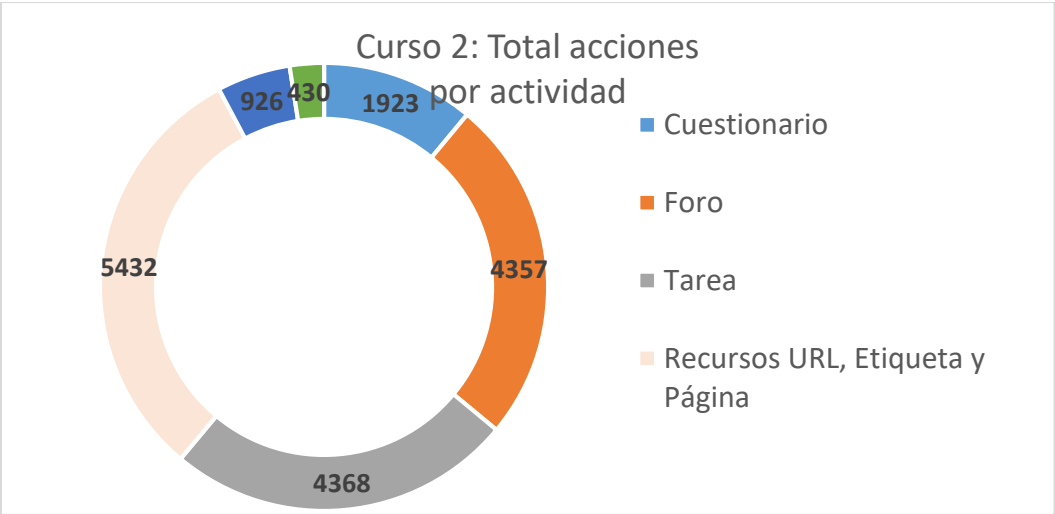


Ilustración 9: Acciones de estudiantes por tipo de herramienta en Curso 2

5.1.3. PARTICIPACIÓN ACTIVA

Curso 1: A partir de los resultados obtenidos (calificaciones finales) se hará una revisión de las acciones de los estudiantes durante el desarrollo del curso, tratando de identificar en que momento fue su mayor encuentro con las actividades y contenidos propuestos en la Ruta de aprendizaje.

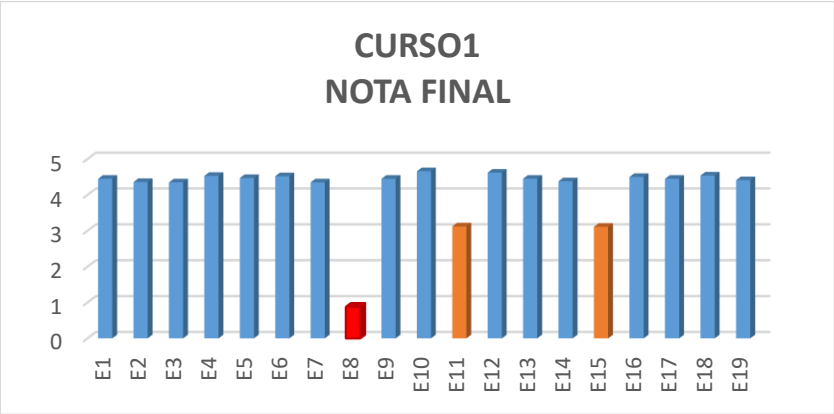
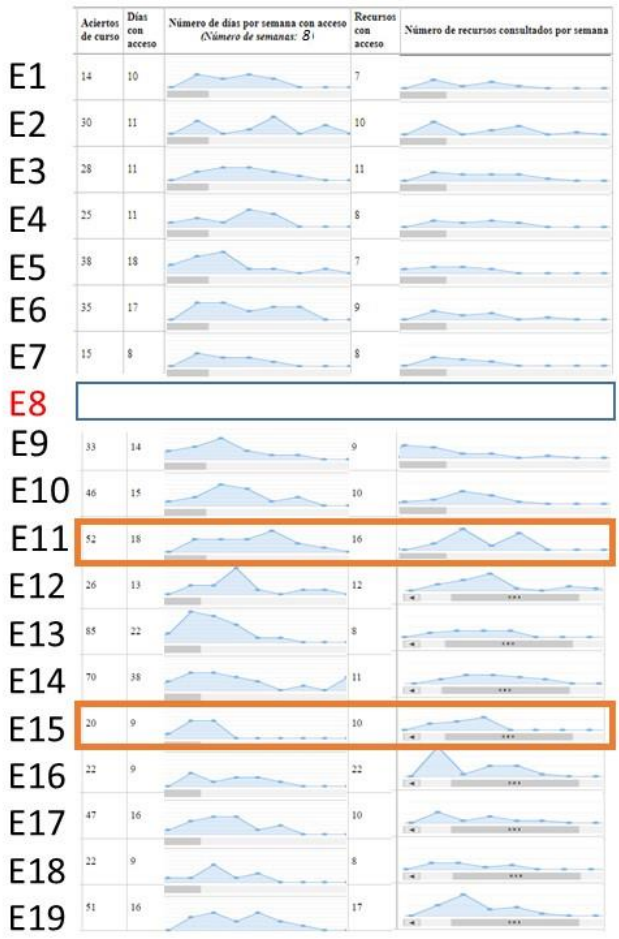


Ilustración 10: Resultados académicos finales de estudiantes en Curso 1

Las calificaciones finales del curso1muestran que los estudiantes E8 no superó el curso y los estudiantes E11 y E15, obtuvieron resultados muy por debajo del promedio de clase



	Aciertos de curso	Días con acceso	Número de días por semana con acceso (Número de semanas: 8)	Recursos con acceso	Número de recursos consultados por semana
E1	14	10		7	
E2	30	11		10	
E3	28	11		11	
E4	25	11		8	
E5	38	18		7	
E6	35	17		9	
E7	15	8		8	
E8					
E9	33	14		9	
E10	46	15		10	
E11	52	18		16	
E12	26	13		12	
E13	85	22		8	
E14	70	38		11	
E15	20	9		10	
E16	22	9		22	
E17	47	16		10	
E18	22	9		8	
E19	51	16		17	

Ilustración 11: Participación de estudiantes en Curso 1

Se puede apreciar como los estudiantes E11 y E15, mostraron un comportamiento en plataforma caracterizado por un menor acceso, precisamente durante la semana 2 y 3, momentos en que estaban habilitados los espacios de retroalimentación.

Omitiremos referirnos al estudiante E8, pues se retiró del curso sin interactuar con la plataforma.

E11: A pesar de evidenciar un número alto de ingresos al curso, se podrá ver que el acceso a recursos fue muy irregular, pues no fue constante y como se verá en el informe de completitud, no fue muy efectivo en aportes en los espacios de asesoría y discusión.

E15: Se aprecia su baja actividad en plataforma con una baja participación a partir de la semana 3 y una disminución crítica de consulta de recursos desde la semana 5. Veremos más adelante los informes de completitud.

***Curso 2*:** Para ser congruentes con el análisis del Curso 1, en el Curso 2 se tomarán las calificaciones finales como criterio para analizar la participación de los estudiantes con los más bajos resultados, de acuerdo al promedio de la clase.

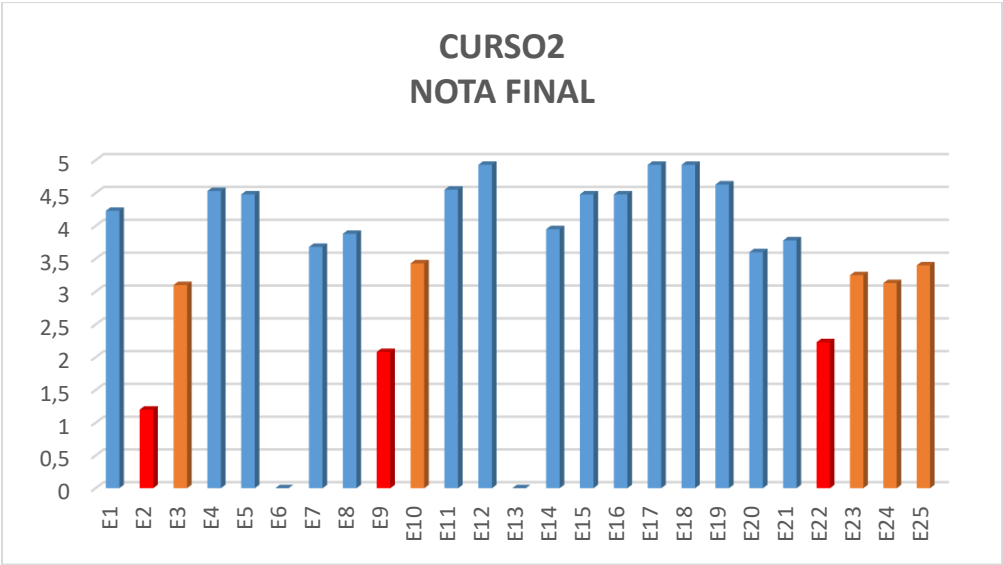
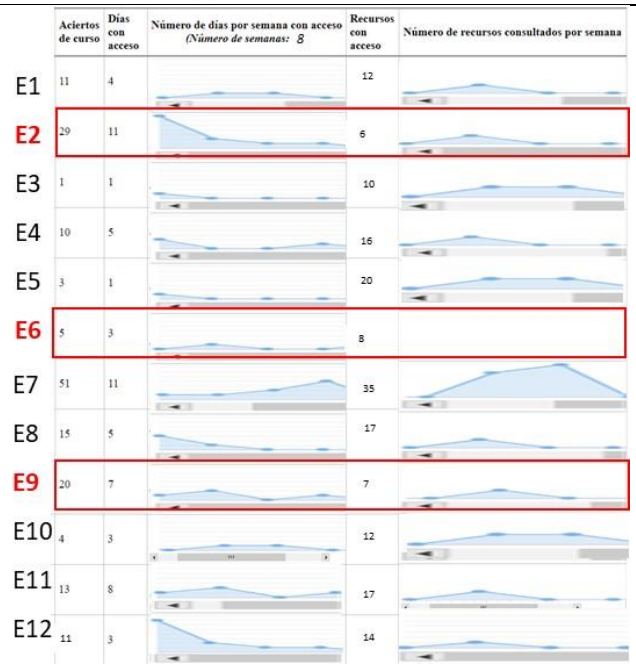


Ilustración 12: Resultados académicos finales de estudiantes en curso 2

Hay algo particular en este curso y es, la poca participación en plataforma en consulta de recursos. Posiblemente la no constante retroalimentación del profesor del curso llevó a que los estudiantes no establecieran una continua vista al aula virtual y generaran una dinámica colaborativa y de hábitos de estudio activos.

Se puede reflejar esta situación en una alta deserción y de pérdida, en comparación con el Curso 1. Se enfocará la revisión de completitud en los estudiantes que perdieron la asignatura.



	Aciertos de curso	Días con acceso	Número de días por semana con acceso (Número de semanas: 8	Recursos con acceso	Número de recursos consultados por semana
E1	11	4		12	
E2	29	11		6	
E3	1	1		10	
E4	10	5		16	
E5	3	1		20	
E6	5	3		8	
E7	51	11		35	
E8	15	5		17	
E9	20	7		7	
E10	4	3		12	
E11	13	8		17	
E12	11	3		14	

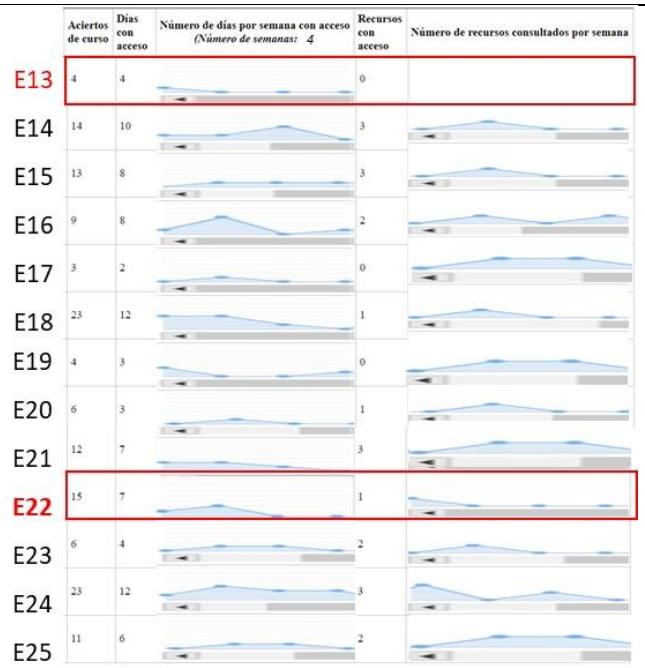
Ilustración 13: Participación de estudiantes en Curso 1

Se enfocará la atención en los estudiantes, inicialmente en E2, E6, E9.

E2: Aunque mantuvo inicialmente acceso constante a plataforma, precisamente en la cual se desarrolló el primer encuentro sincrónico, a partir de la semana 2 bajó ostensiblemente su acceso a plataforma y la ausencia de consulta de recursos disponibles.

E6: Abandonó el curso, razón por la cual no se evidencia acceso a recursos, a pesar de entrar a plataforma en algunas ocasiones.

E9: A partir de la segunda semana inició con una disminución de ingresos, manteniendo una irregular actividad d consulta a recursos.



	Aciertos de curso	Días con acceso	Número de días por semana con acceso (Número de semanas: 4	Recursos con acceso	Número de recursos consultados por semana
E13	4	4		0	
E14	14	10		3	
E15	13	8		3	
E16	9	8		2	
E17	3	2		0	
E18	23	12		1	
E19	4	3		0	
E20	6	3		1	
E21	12	7		3	
E22	15	7		1	
E23	6	4		2	
E24	23	12		3	
E25	11	6		2	

Ilustración 14: Participación de estudiantes en Curso 2

E13: Abandonó el curso, razón por la cual no se evidencia acceso a recursos, a pesar de entrar a plataforma en algunas ocasiones.

E22: A partir de la segunda semana se evidencia disminución alarmante de consulta a recursos dispuestos en plataforma.

5.1.4. INFORME DE COMPLETITUD

Curso 1: Se aprecia que el estudiante **E11** solamente tuvo un acceso del 33% de acceso a recursos y contenidos en plataforma, solamente realizó el 25% de envío de actividades como se plantean en plataforma, además en forma tardía y el restante por medios diferentes como el correo electrónico, lo que impide garantizar una trazabilidad de su accionar. Su participación en espacios de discusión no superó el 16.7%, indicador que evidencia la pérdida de oportunidad para manifestar sus inquietudes y dudas al profesor, además de no contar con el valioso aporte de sus compañeros en el proceso de construcción de conocimiento.

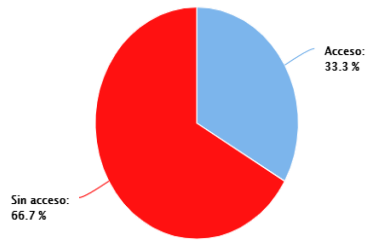
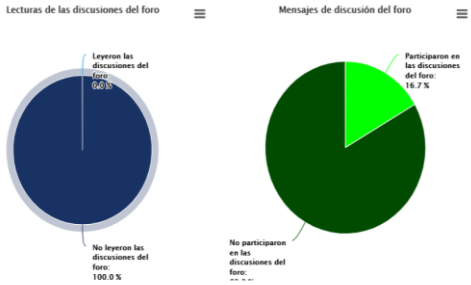
ESTUDIANTE E11		
Contenido accedido	**Envío de actividades**	**Participación en actividades de foros**
		

Ilustración 15: Reportes de completitud Estudiante E11

Para el estudiante **E15** se puede ver su acceso a recursos en un 20%, un envío oportuno del 75% de las actividades, una pobre lectura de documentos propuestos para los espacios de discusión y una participación del 41.7% en estos mismos escenarios.

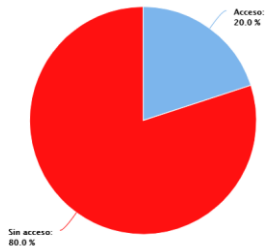
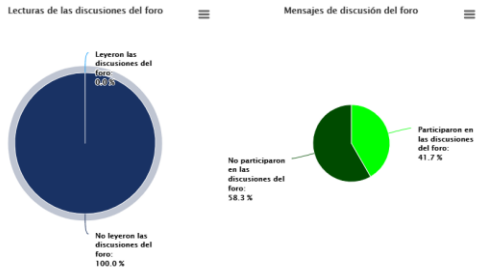
ESTUDIANTE E15		
Contenido accedido	**Envío de actividades**	**Participación en actividades de foros**
		

Ilustración 16: Reportes de completitud Estudiante E15

***Curso 2*:** Para el estudiante **E2,** el bajísimo acceso a contenido, solamente el 50% de actividades entregadas y nula participación en actividades colaborativas o de discusión no le permitieron lograr resultados satisfactorios en el curso.

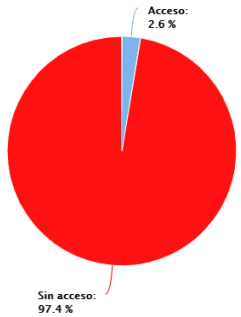
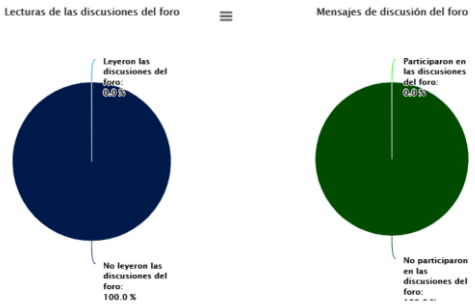
ESTUDIANTE E2		
Contenido accedido	**Envío de actividades**	**Participación en actividades de foros**
		

Ilustración 17: Reportes de completitud Estudiante E2

El estudiante **E6**, presenta una nula consulta a contenidos y pobre participación en espacios de discusión. Abandonó el curso.

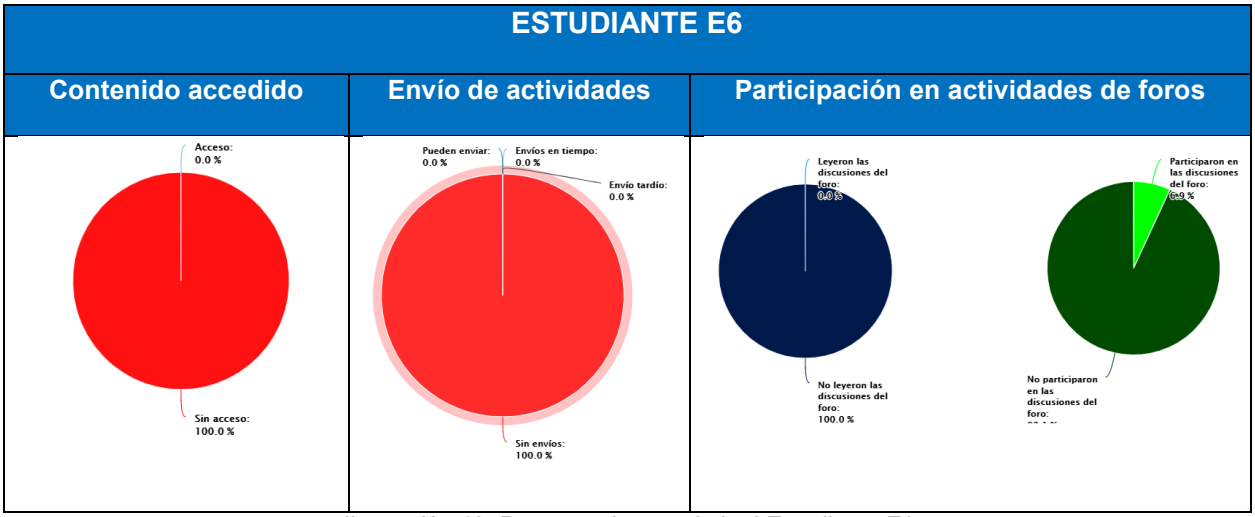


Ilustración 18: Reportes de completitud Estudiante E6

Para el estudiante **E9** con casi un 8% de contenido accedido, envío de actividades fuera de plataforma, realizadas por correo electrónico muestra desinterés por seguir las instrucciones, además por un casi mulo interés en participar en sesiones de discusión.

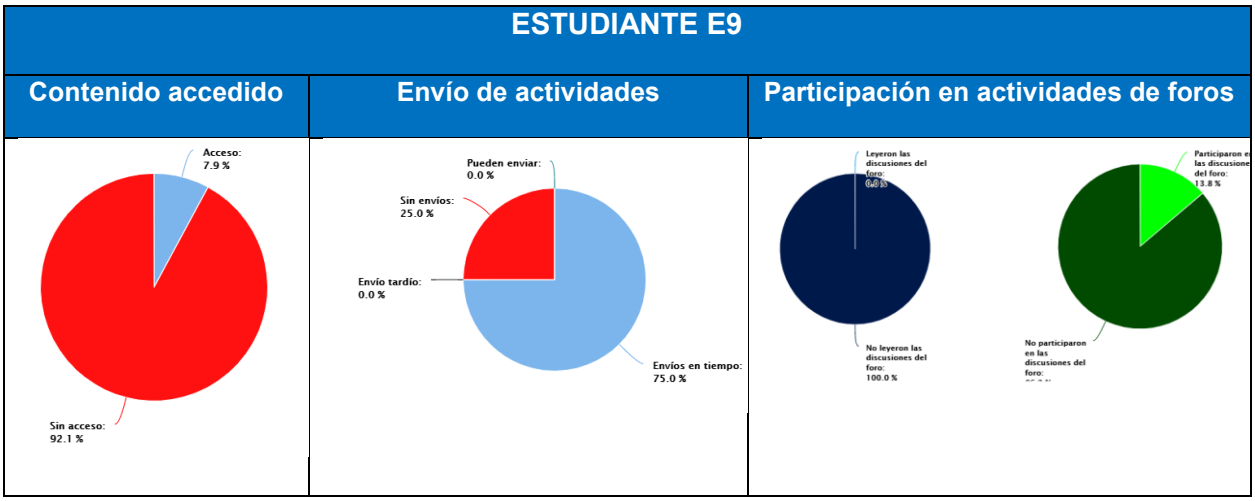


Ilustración 19: Reportes de completitud Estudiante E9

El estudiante **E22**, mantiene un comportamiento muy similar al estudiante **E9**, lo que lleva a los mismos resultados, pérdida del curso.

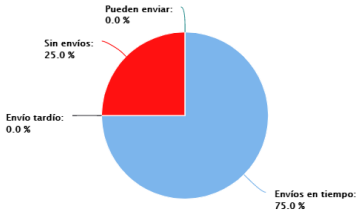
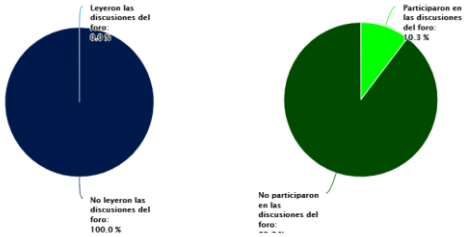
ESTUDIANTE E22		
Contenido accedido	Envío de actividades	Participación en actividades de foros
		

Ilustración 20: Reportes de completitud Estudiante E22

5.2. INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN ANALIZADA

A partir de esta información, producto de un análisis descriptivo de los reportes del LMS se logra identificar que la ausencia o insuficiente generación de espacios de discusión o encuentros sincrónicos para hacer acompañamiento a los estudiantes, la dinámica de aprendizaje se ve afectada.

Para el ***Curso 1***, que estableció su primer encuentro sincrónico en la semana 2 fortaleció el proceso, pues encontró una importante oportunidad para motivar en los estudiantes la continua participación en el curso, además de dinamizar el trabajo autónomo y autorregulación.

La pérdida de oportunidad del profesor del curso 2 al no programar espacios de acompañamiento a sus estudiantes en el momento justo, incrementó la posibilidad de deserción, bajo resultado académico, seguramente causado por la deficiente comunicación entre estudiantes y el tutor.

Sin embargo, surge el interrogante de ¿cuál debería ser el momento oportuno para orientar en forma eficiente la actividad tutorial?, ¿qué recursos o herramientas en

plataforma deberían ser utilizados para tomar decisiones cuando este tipo de situaciones se presenta?

¿Será acaso un problema del profesor o de la forma como se diseña el curso desde la coordinación del programa y las consecuentes instancias de orden pedagógico e instruccional?

Será entonces, a partir de la dinámica de sistemas que se analizará el escenario y que buscará identificar herramientas de apoyo a las coordinaciones académicas para la toma de decisiones respecto a las problemáticas resaltadas en este caso de estudio.

5.3. METODOLOGÍA DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS

Se trae a este proyecto la técnica de modelado de dinámica de sistemas porque permite un análisis comprensible y lógico para instancias directivas en la gestión y orientación de Instituciones Educativas, y en particular con oferta académica virtual, pues la racionalización de recursos y establecer estándares académicos en forma eficiente, permiten la viabilidad de metas alcanzables y sostenibles.

Sin querer dar recetas de cómo ser efectivos, competitivos o eficientes, si es cierto que simular situaciones de la dinámica enseñanza – aprendizaje, permiten tener referentes para, de forma controlada, proyectar comportamientos de acuerdo a condiciones iniciales y con ajustes variables.

La gestión universitaria, es un escenario que requiere instrumentos que apoyen la toma de decisiones, máxime cuando las organizaciones de educación superior, se caracterizan por tener un comportamiento sistémico de gran impacto por la cantidad de interacción entre sus diferentes áreas y generan innumerables situaciones de perfil causal.

El caso de estudio, el entorno sobre el que se fundamenta el presente proyecto, permite la definición de casuísticas para entender el modelo. Se sobrepone a los datos, el conocer la dinámica propia de un programa académico virtual y ciertas condiciones iniciales que permiten determinar los subsistemas que serán simulados y que al entenderlos podrán aportar a solucionar el problema planteado y que motiva el presente proyecto.

Una vez se definen los aspectos relevantes del modelo, se incluyen datos para probar la hipótesis dinámica planteada, insumos que han sido identificados en el LMS como fuente fundamental de información para validar cada una de las condiciones, ecuaciones, datos de entrada y salida del sistema.

Para ser más preciso en cuál es el aporte de la dinámica de sistemas a la gestión en el modelo de educación virtual, se puede referenciar a Andrade et. Al. (2000), cuando menciona que el carácter cibernético permite el modelamiento y la simulación para el control y la intervención de procesos; haciendo evidentes las diferentes perspectivas sobre un fenómeno y aportando herramientas para la toma de decisiones, construcción de políticas, estrategias, configuración efectiva de recursos y oportunidades de mejora, siempre dentro de un ciclo de aprendizaje. Por lo anterior, se puede justificar suficientemente el apoyo que la dinámica de sistemas puede prestar a la gestión, monitoreo e interpretación en diferentes escenarios, producto de los procesos en la modalidad de educación virtual.

Por estar determinándose un instrumento que permita identificar situaciones aporten información pertinente para la toma de decisiones, es menester generar una metodología

de depuración del modelo para afinar sus resultados con objetividad y la mayor precisión posible. Se busca concretar su funcionamiento a partir de dos objetivos, a saber:

- *Identificación del problema:* Por medio de la definición de parámetros y alcance del sistema, buscando la generalización del sistema al recopilar las evidencias documentales, dato que inicializan el sistema, variables y sus magnitudes de referencia, que muestren la evolución temporal de las variables.
- *Análisis del comportamiento:* A partir de la representación gráfica de patrones de comportamiento en un periodo de tiempo, se podrán encontrar estimaciones o proyecciones, asociadas a los resultados arrojados por el sistema, en el que se plantean ciclos de realimentación.
- Modelado causal del sistema: Partiendo de la hipótesis dinámica, que define definir la interacción que se genera entre cada uno de los roles o elementos que integran el sistema, se podrá identificar la interdependencia para establecer el Diagrama Causal (CLD, Casual Loop Diagram), bucles de realimentación y potenciales retardos.

5.4. MICROMUNDOS

La orientación pedagógica que se le puede dar a un micromundo para el mayor entendimiento de un modelo, surge del aporte dinámico-sistémico de esta herramienta tecnológica. No en vano tiene incorporada la posibilidad, a partir de sus datos de salida o gráficas, de apoyar la toma de decisiones a partir de modelar la

gestión de procesos, siendo el académico uno con bastante pertinencia para su estudio.

Buscando tener una herramienta que refleje la dinámica propia del proceso enseñanza – aprendizaje, se propone la creación de un modelo micromundo, que complemente los tableros de control o dashboard que utiliza la institución universitaria, instrumento que solamente presenta en forma descriptiva la información, dejando un gran vacío para la interpretación de los resultados.

La gestión del cambio que está involucrada en la toma de decisiones requiere de un apoyo tecnológico más integral, que permita simular las situaciones sobrevinientes en la dinámica académica y, en este caso con la educación virtual hace pertinente el uso de micromundos. Las casuísticas presentadas por los estudiantes en cuanto a su interacción con recursos y actividades en plataforma virtual, la retroalimentación y acompañamiento de los profesores, son factores definitivos en la concreción de resultados de aprendizaje, sumado a otros factores como la pertinencia de la pedagogía, apoyos económicos, motivación, etc

Se realizó una revisión de las características de los cursos que forman parte del estudio de caso, ruta de aprendizaje, dosificación de sesiones colaborativas, horas invertidas de acompañamiento por parte de los profesores, evidencias y datos que entrega la plataforma LMS, entre otras y así poder identificar las oportunidades para simular toda esta dinámica en una herramienta de micromundos.

A partir de antecedentes e información descriptiva, es posible parametrizar condiciones iniciales del micromundo y aquellas que podrían activar alertas por

situaciones que se aparten de lo esperado, además de evidenciar la lógica causal presentada y el posible escenario en que desemboque la dinámica, todo ello para tener razones de juicio y tomar decisiones que lo eviten o posibiliten.

Como consecuencia de esta puesta en la herramienta tecnológica, se permitirá la captura de valores para inicializar el sistema, establecer condiciones o reglas de juego, definición de supuestos y presentación de resultados en forma gráfica para cada momento contemplado en la línea de tiempo proyectada.

6. RESULTADOS

Para dar cuenta de los resultados en términos de los objetivos específicos planteados cuando se concibió el proyecto, a continuación, se enunciarán cada uno de los logros con sus correspondientes justificaciones.

6.1. DINÁMICAS DE GESTIÓN ACADÉMICA DE UN PROGRAMA VIRTUAL A PARTIR DE LA ANALÍTICA DE DATOS DEL LMS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE MEDIADO TECNOLÓGICAMENTE.

6.1.1. MODELO DINÁMICO

La finalidad del modelo dinámico que se propone, es representar la interrelación de los factores descritos en el estudio de caso y poder determinar la manera como se afecta la gestión del proceso enseñanza-aprendizaje, que de otra forma no es tan clara de identificar en los escenarios normales del desarrollo del curso o posterior a su finalización.

Se buscará destacar principalmente la importancia de la retroalimentación y acompañamiento por parte del tutor durante el curso, enfatizando el momento de su aplicación, pues determina la efectividad de las decisiones tomadas, en caso de que estas sean adoptadas por los responsables del curso o programa. A lo anterior se suma el definitivo impulso que dan las actividades colaborativas, que desde lo descriptivo, diagnóstico y predictivo permiten identificar oportunidades de mejora y plantear soluciones cuando el impacto académico se vea afectado por la dinámica propia del estudiante en sus actividades mediadas tecnológicamente.

Se pretende demostrar el gran impacto de las anteriores consideraciones y otros indicadores, que han sido propuestos y aplicados en el estudio de caso, previamente mencionado y que es pertinente para darle consistencia a la hipótesis dinámica formulada para la justificación del presente proyecto. Parte del marco teórico estará sustentado en factores orientados a la autorregulación, percepción de eficacia de acciones de acompañamiento por parte del tutor, el resultado de aprendizaje esperado, motivación y la retroalimentación.

El desarrollo del modelo dinámico y todo el sustento teórico que lo acompaña, servirá para que las instancias que coordinan y orientan las estrategias pedagógicas de las instituciones que ofertan programas en modalidad virtual, encuentren herramientas para validen la aplicación efectiva de los espacios de acompañamiento y retroalimentación, además de dimensionar el impacto de acciones, frecuencia, oportunidad y otras características de la acción tutorial y de los estudiantes, a fin de identificar oportunidades de mejora, que dinamicen en forma diligente y efectiva.

Gran aporte dará esta metodología a complementar la interpretación de tableros de control o dashboard existentes en la institución, pues apoyan la incorporación de reglas y políticas en la gestión, los cuales serán puntos de referencia para validar probables escenarios, automatizando las alertas cuando se identifiquen situaciones que no cumplen con los criterios esperados.

El contar con este tipo de herramientas hace viable que el aprendizaje organizacional se sustente en el análisis controlado de escenarios, pues permite conocer las dinámicas, los procesos, tendencias y probables situaciones que es necesario evitar o posibilitar.

6.1.2. SELECCIÓN DEL MODELO DINÁMICO

Se ha evidenciado a partir de los objetivos planteados al inicio del proyecto, que se pretende entregar una herramienta que permita evaluar la gestión de programas académicos virtuales, a la luz de consideraciones manifiestas en la metodología que orientará el modelo dinámico.

Por lo anterior, la finalidad del presente proyecto requiere simular el comportamiento de un sistema con sus particularidades y características diferenciadas, por lo cual el tipo de modelo dinámico a utilizar es de **Gestión**. Se justifica utilizar esta categoría de modelo pues debe contemplar diferentes aspectos organizacionales, entre los cuales está el operacional, estratégico, ejecutivo y normativo.

6.1.3. ARTICULACIÓN DEL PROBLEMA

La necesidad latente de encontrar respuesta a inquietudes generalizadas sobre cómo identificar señales que evidencien riesgo de deserción en programas académicos en modalidad virtual, unida a la ausencia de instrumentos de seguimiento a la gestión de los recursos pedagógicos y su impacto en el desempeño académico, justifican el desarrollo del presente proyecto.

A partir de las herramientas de análisis que aporta el Programa de Gestión de Sistemas de información, se plantea una solución integral a la problemática identificada, mediante el diseño e implementación de un micromundo, que contribuye en gran forma a analizar las diferentes situaciones en las que la eficacia del acompañamiento tutorial y la implementación de seguimiento a las acciones del estudiante, generan impacto en la

dinámica del proceso enseñanza – aprendizaje, resultado que permite evaluar la pertinencia, oportunidad o nivel de eficiencia.

6.1.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS DINÁMICA

No se ha reparado suficientemente en las dinámicas que en el proceso enseñanza – aprendizaje, que involucran espacios colaborativos y de retroalimentación, teniendo en cuenta la frecuencia de su uso y la oportunidad de su aplicación en la educación virtual, mediada por plataformas LMS.

Se busca que el modelo virtual de la institución gane en sostenibilidad y muestre resultados positivos, lo que redundará en estrategias eficientes de acompañamiento al estudiante, representado en un escenario con condiciones ideales para que el proceso de enseñanza aprendizaje resulte satisfactorio al estudiante. Estas condiciones tienen como consecuencia que los resultados académicos de los cursos, aporten al éxito de la modalidad virtual. Sin embargo, el hecho de que disminuyan los resultados positivos de la institución tiene como consecuencia que los otros factores interrelacionados decaigan en su eficiencia.

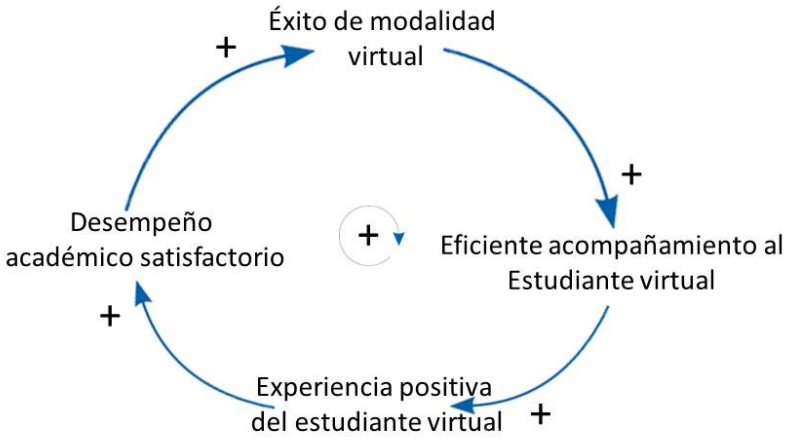


Ilustración 21: Realimentación positiva del ambiente

Sin embargo, al ser un sistema dinámico, el proceso de enseñanza-aprendizaje puede tener comportamientos que distan de la situación ideal, lo que requiere de ciclos compensadores que posibilitan lograr un objetivo. Como lo menciona (Senge, 1992), cuando la realidad actual no se asimila al objetivo del proceso compensador, la brecha resultante (entre el objetivo y el desempeño real del sistema) debe generar una alerta que debe convertirse en una acción que permita compensar y estabilizar el sistema.

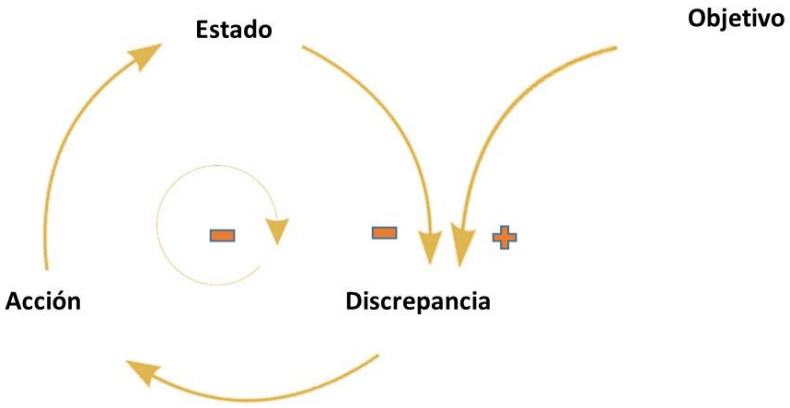


Ilustración 22: ciclo de control – Dedicación del estudiante

Para cada subsistema que se ha abordado, se presenta cada ciclo de control o compensador que tienen por objetivo estabilizar el sistema o equilibrar la dinámica particular del aspecto observado.

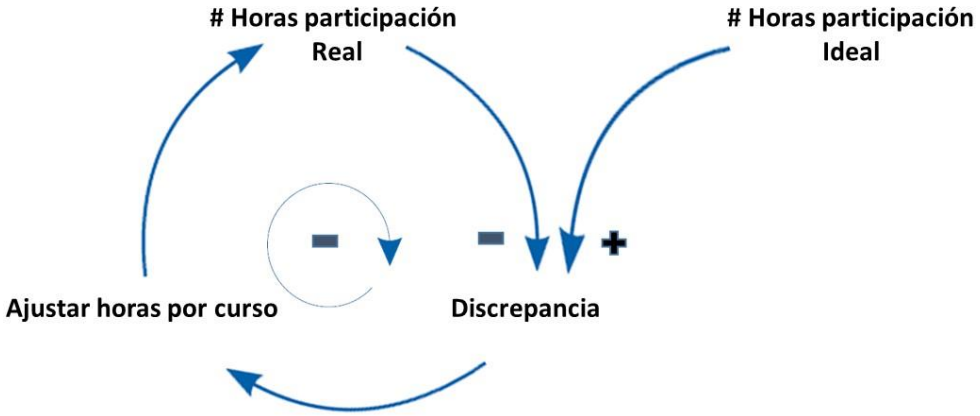


Ilustración 23: ciclo de control – Dedicación del estudiante

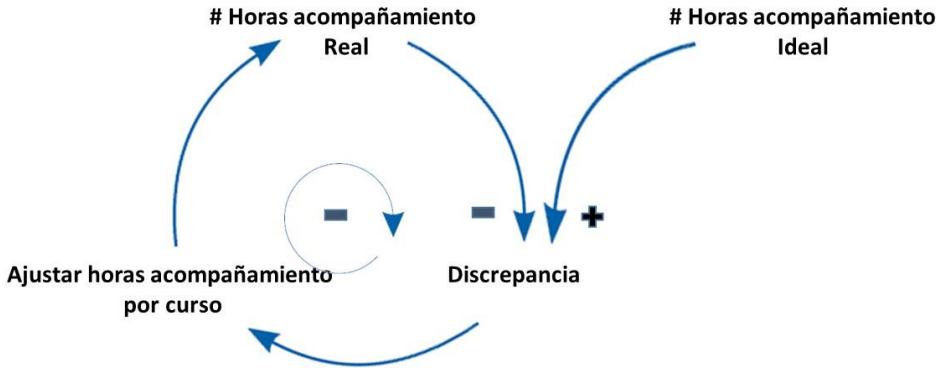


Ilustración 24: ciclo de control – Acompañamiento del profesor

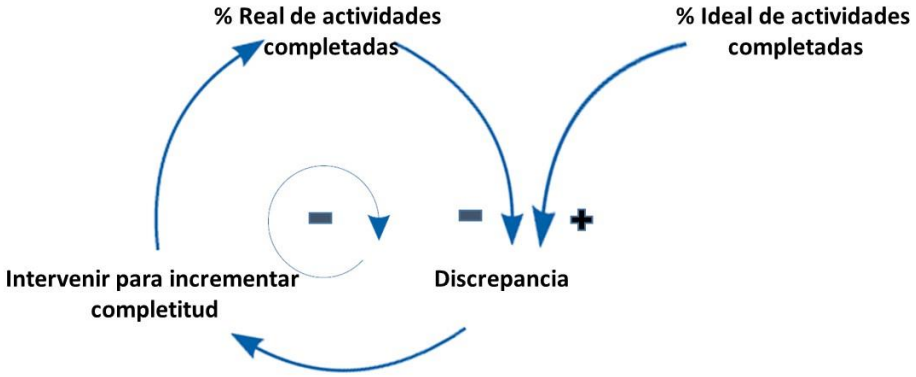


Ilustración 25: ciclo de control – Completitud de actividades

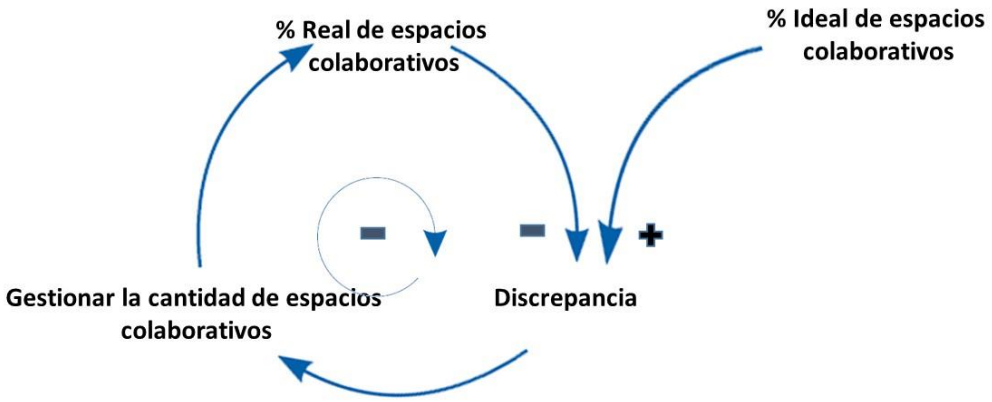


Ilustración 26: ciclo de control – Porcentaje de espacios colaborativos

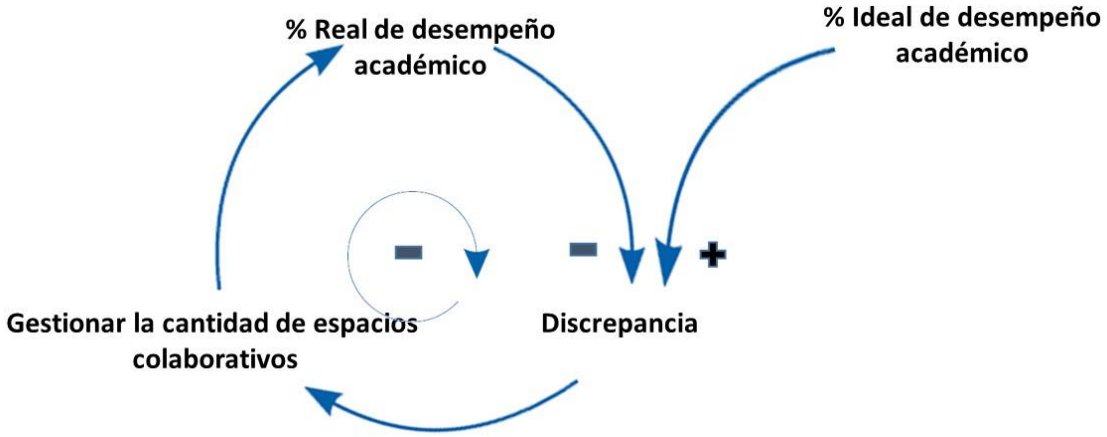


Ilustración 27: ciclo de control – Desempeño académico

Al formular la hipótesis dinámica se parte de las siguientes condiciones mínimas que harían del modelo un escenario ya caracterizado:

- **Curso de un programa de especialización**
- Modalidad: **Virtual**
- Curso de 2 créditos: **96 horas**

- Tiempo autónomo: **80 horas**
- Tiempo con tutor: **16 horas**
- Máximo de estudiantes en el curso: **25**

Teniendo en cuenta los factores identificados como garantes de un escenario exitoso para la modalidad en educación virtual, a continuación, se exponen cuáles son los supuestos de éxito.

Dedicación del estudiante virtual en LMS: Es muy importante el tiempo en que el estudiante interactúa con los recursos y actividades en plataforma, por lo cual es necesario considerar unos mínimos de dedicación, que para un curso de 2 créditos (96 horas), el trabajo autónomo del estudiante no debería ser menos al 70% de horas sugeridas por semana (12 horas), esto es 8,4 horas.

En caso de que el estudiante esté viendo más de un crédito académico, en ningún caso debería superar 32 horas a la semana.

Acompañamiento del profesor: Se ha destacado en el desarrollo del presente proyecto la importancia de hacer el acompañamiento suficiente al estudiante, para lo cual se estima que para un curso de 2 créditos (96 horas), se considere dedicar mínimo 16 horas, sean estas sesiones sincrónicas o tiempo dedicado a atender los espacios de retroalimentación asincrónico.

Completitud de las actividades del curso: Para poder evidenciar un compromiso en el cumplimento de los deberes de los estudiantes en los cursos, es de gran relevancia que la entrega de actividades (tareas, cuestionarios, aportes en foros que se consideren formativos o evaluados, etc), no sea inferior al 70% del total.

Proporción de actividades colaborativas: Para generar los espacios suficientes de trabajo en grupo y sesiones que permitan una construcción de conocimiento colaborativo, se sugiere que no sean inferior al 30% del total de actividades programadas en el curso.

Desempeño académico (calificaciones): Los resultados académicos son el principal indicador del éxito de la modalidad, sin embargo, viene siendo consecuencia de los factores precedentes. El promedio mínimo del curso que sirva como punto de referencia es 70% de la calificación en cualquier momento del curso o los cursos que esté gestionando.

6.1.5. DESARROLLO DE DIAGRAMAS CAUSALES

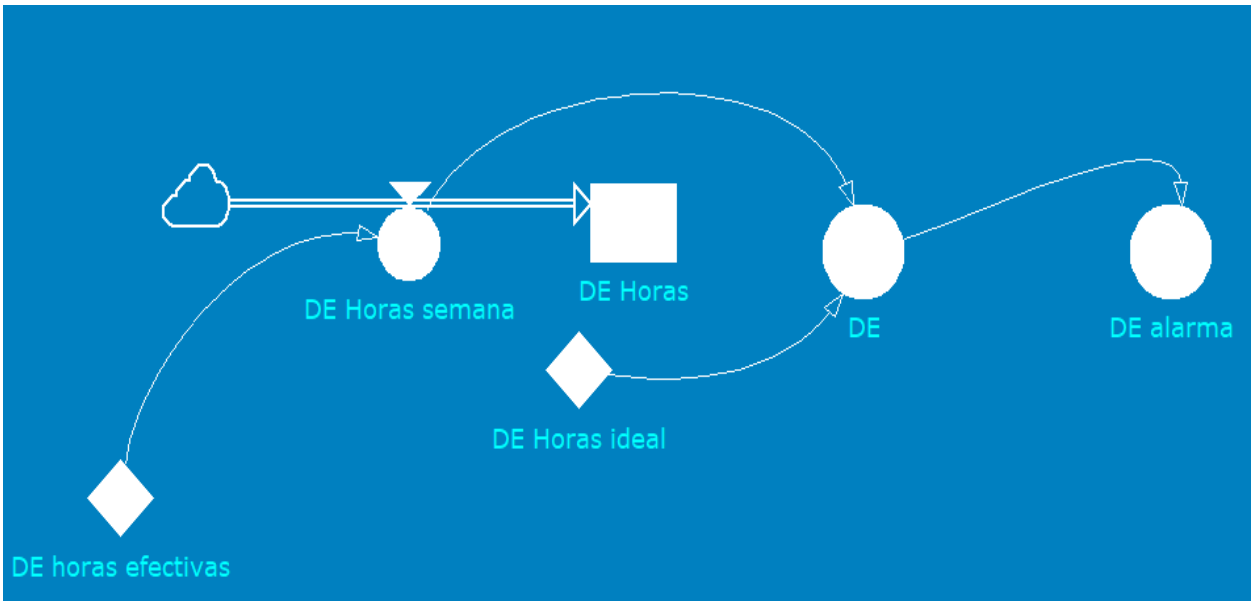


Ilustración 28: Diagrama causal - Dedicación del estudiante virtual en LMS

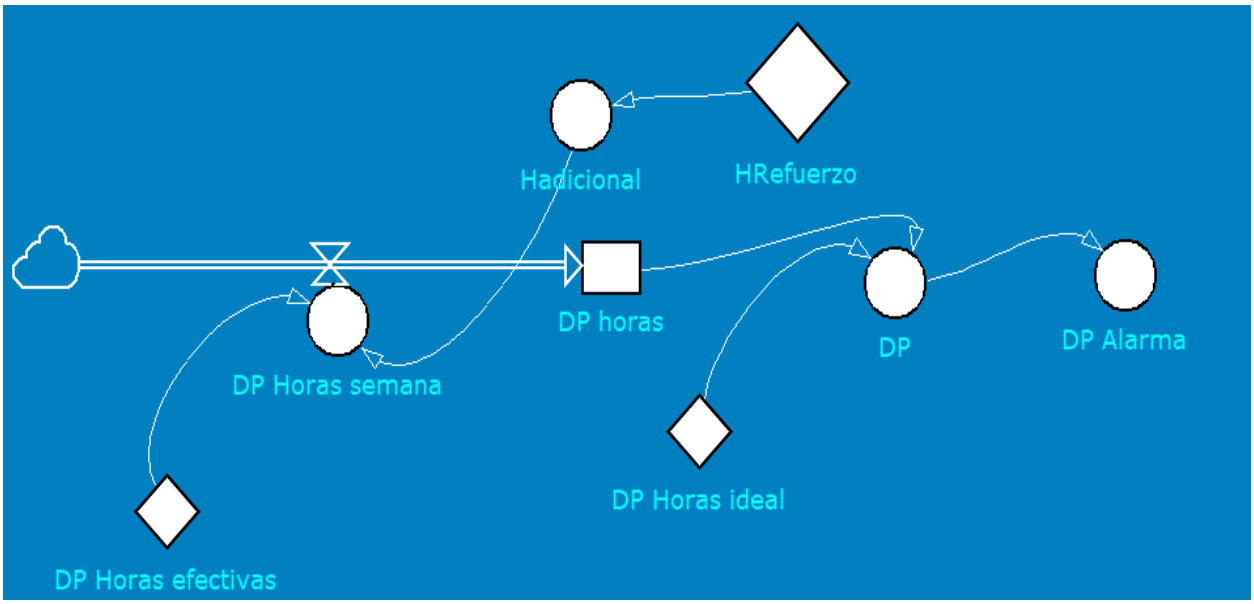


Ilustración 29: Diagrama causal - Acompañamiento del profesor

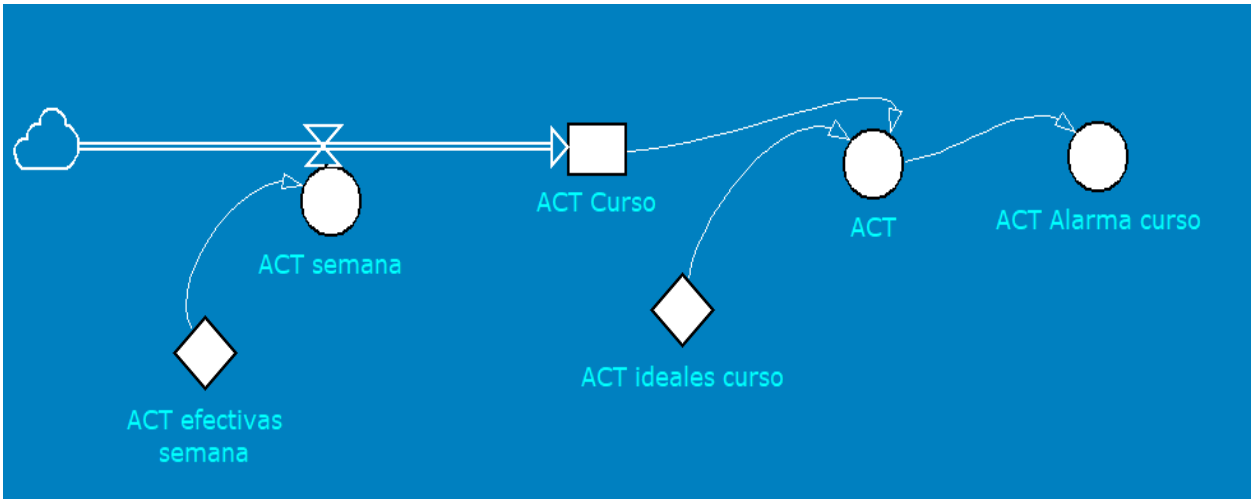


Ilustración 30: Diagrama causal - Completitud de las actividades del curso

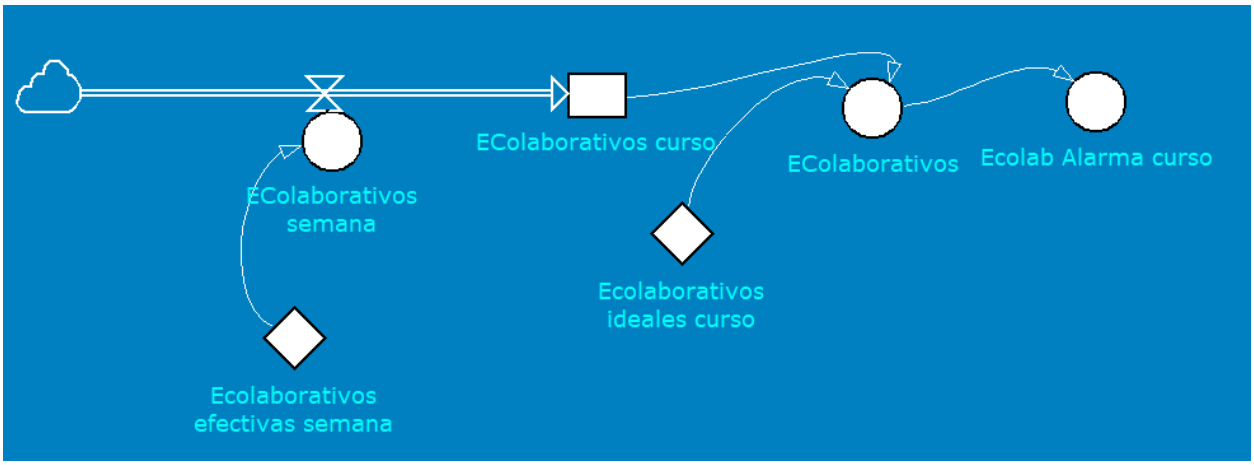


Ilustración 31: Diagrama causal - Proporción de actividades colaborativas

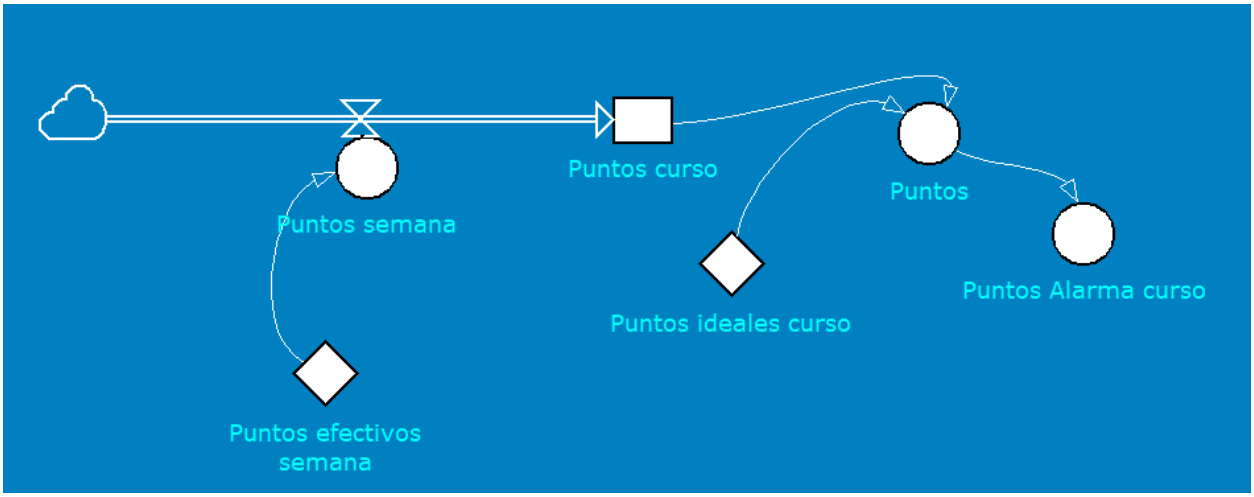


Ilustración 32: Diagrama causal Desempeño académico (calificaciones)

6.2. LAS DINÁMICAS PARA UN CASO DE ESTUDIO, MEDIANTE LA SIMULACIÓN DE POSIBLES ESCENARIOS, LOS CUALES HAN SIDO CONDICIONADOS POR FACTORES PROPIOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y QUE SON EVIDENCIADOS AL ANALIZAR LA INFORMACIÓN QUE OFRECE EL LMS.

6.2.1. DISEÑO

Buscando plantear una secuencia que aporte a la solución de las dificultades encontradas en el planteamiento del problema y atendiendo al escenario encontrado en el estudio de caso, que ilustra la necesidad de tomar decisiones con base en evidencias concretas que las plataformas LMS podría aportar para una mejor gestión de los programas virtuales, se propone la construcción del modelo, simulado con un micromundo, teniendo en cuenta 3 fases de desarrollo:

6.2.1.1. Fase 1. Identificación de señales de alarma

Se considerará un escenario en el cual se relacionan dos subsistemas ***Dedicación del estudiante virtual en LMS*** y ***Acompañamiento del profesor*** y bajo las condiciones que deben cumplir para alcanzar el éxito, se simulará su interacción, activación de alerta en caso de que no se cumpla con los supuestos y se generará la realimentación necesaria para equilibrar el sistema. Las situaciones que se podrían presentar están acotadas en dos posibles situaciones:

Cuando el estudiante ha dedicado tiempo por debajo del 70% de las 12 horas sugeridas a la semana, el sistema activará la señal de alerta, lo cual incrementará el tiempo de acompañamiento por parte de profesor.

- Si el tiempo invertido de acompañamiento del profesor en las 8 semanas no supera 16 horas (condición establecida en los supuestos del modelo), deberá asignar 2 horas de refuerzo, lo cual se reflejará en el tiempo dedicado por el estudiante a su formación en plataforma.
- Si el profesor supera las 16 horas asignadas para su acompañamiento, no se le adicionará las horas de refuerzo, por cuanto ha superado lo presupuestado por el programa para dedicación del profesor asignado, lo cual requerirá que la coordinación del programa evalúe la posibilidad de adicionar un nuevo profesor o monitor para atender la necesidad planteada.
- Adicionalmente se generan alertas cuando el estudiante no entregue **mínimo el 80%** de las actividades programadas por ciclo o periodo.
- La cantidad de espacios colaborativos en el curso no supere el 30% del total de actividades programadas en el curso-
- El promedio de calificación del estudiante no supere **el 70% de rendimiento**, ya sea en el curso o el programa.

6.2.1.2. Fase 2: Intervención para mejoramiento del proceso

Ante las alertas que se identifiquen en la dinámica presentada, se proponen diferentes vías de intervención, desde estrategias con el estudiante, cuando se identifican causas particulares a su gestión, hasta cuando el impacto es a nivel de curso o afecte a un a varios estudiantes y pueda representar como una problemática generalizada.

Se justifica aún más el buscar estrategias efectivas de intervención, cuando en la institución protagonista del caso de estudio, identificó que un programa de apoyo a estudiantes con deficiente desempeño académico, no cuenta con instrumentos de monitoreo a la actividad del estudiante, y que puede ser información valiosa para un acompañamiento más efectivo.

En la siguiente imagen se pueden definir los roles que participarían de acuerdo a lo anteriormente enunciado:

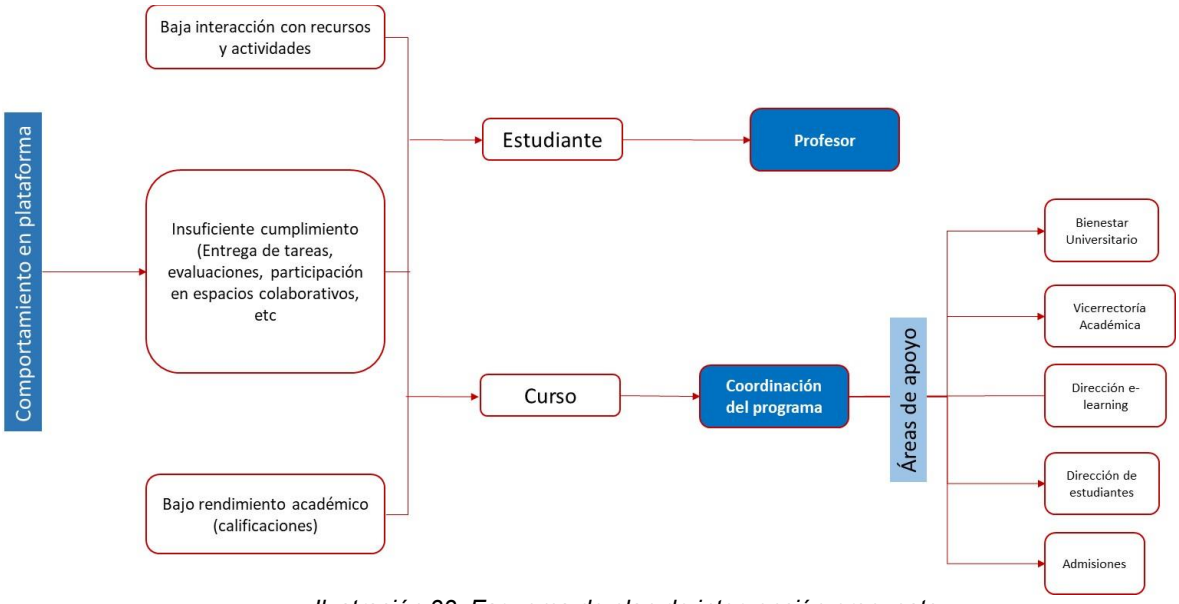


Ilustración 33: Esquema de plan de intervención propuesto

A continuación, se definen cuáles serían los aspectos en los cuales participarían los diferentes roles:

Para esta propuesta se identifican, para mayor comprensión, algunas estrategias, que a su vez ayudan a orientar cada una de las actividades que se requieren para mejorar la práctica estudiantil, o cuando se requiera la del profesor virtual.

Es inevitable que se dé al estudiante virtual un acompañamiento real y efectivo, en donde se pueda identificar sus necesidades de formación, para lo cual es estratégico habilitar espacios que desarrollen su sentido crítico y habilidades académicas en un ambiente que promueve la equidad y la diversidad.

- **Profesor:** Papel de gran importancia, pues acompañar el proceso enseñanza aprendizaje requiere el desarrollo de competencias comunicativas, orientadoras y especialmente generadoras de actitudes críticas para crear un espacio de construcción del conocimiento colaborativo. Es importante que cuente con condiciones idóneas para que construya un sentimiento de compromiso de alto valor, traducido en producción científica, procesos de enseñanza y extensión de calidad. Al ser el actor de cara al estudiante, debe mostrar un conocimiento de las plataformas virtuales suficiente y controlado.

- **Coordinación del programa:** El modelo virtual con un alto componente innovador, permite disponer de herramientas y capacidades que garanticen efectividad y excelencia en el proceso de aprendizaje, como dinámica que se formaliza con

educación de calidad. Por lo anterior, se deben fortalecer estrategias, políticas y lineamientos, buscando afianzar algunos aspectos, como:

- Garantizar la atracción y retención de profesores de altas calidades que promuevan pedagogías innovadoras que respondan a los retos del entorno, para ser un referente respaldado por las nuevas tecnologías, escenarios de aprendizaje y espacios de investigación que involucre varias disciplinas.
- Generación de escenarios y actividades que posibiliten aprendizaje significativo, aprovechando los conocimientos previos del estudiante, facilitando la significación real del conocimiento.
- La consolidación de un entorno educativo asociado a investigación enfocada y aplicación en el entorno, siempre orientadas con las tendencias relevantes, pertinentes, innovadoras, incluyentes, con una inteligente incorporación de tecnologías de información y comunicación. Los contenidos y actividades formativas deben estar alineados a los desafíos de la transformación digital y una cultura de innovación interdisciplinaria.
- Orientación *profesionalizante* de los programas que le permitan un mayor éxito al enfrentarse a su entorno laboral.
- Prestigio institucional con referentes de calidad y pertinencia al ofrecer posibilidades de formación virtual con reales criterios que respondan a las exigencias actuales y cobertura que disminuyan las barreras de acceso al sector laboral.

- Desarrollo de actividades en entornos de aprendizaje propicios para la reflexión, interacción, comunicación y colaboración, y en donde la concepción de rutas y secuencias pedagógicas posibilitan experiencias orientadas a que el estudiante sea participante activo de su propio proceso de aprendizaje.
- La formación a partir del aprendizaje constructivo se posibilitaría pues se da en escenarios de interacción y reflexión, permitiendo el proceso autorregulado.
- Un aprendizaje colaborativo estaría en el proceso de aprendizaje gracias a actividades diseñadas desde diseños instruccional oportuno y claro, con dinámica que potencia la interacción en escenarios de discusión y construcción para la obtención de los resultados de aprendizaje comparado y en escenarios fuera de lo personal.
- Fomentar el sentido de pertenencia del estudiante con su carrera e institución académica, pues mantiene un lazo afectivo y de complementariedad con las dinámicas institucionales. La labor de extensión siempre se ve fortalecida por mantener una relación estrecha con los escenarios complementarios a los exclusivamente académicos.
- Formación disciplinar pertinente y actualizada acorde a las necesidades del mercado y así tendría mayores posibilidades en el sector productivo por la formación en competencias atractivas para su desempeño.
- Incrementar la interacción de calidad con profesores y orientadores con una experiencia de aprendizaje más amena, buscando una personalización del trabajo con los estudiantes.

- Debe ser un propósito orientar los programas con un perfil de egreso que le permita desempeñar su actividad profesional con altos estándares de aplicabilidad y una superior ventaja competitividad sobre sus pares en otras instituciones.

- **Bienestar universitario:** Apoyarse en el área de Bienestar Universitario o la figura que tenga la responsabilidad de identificar su entorno familiar o circunstancias personales y a partir de su caracterización, evaluar la presencia de conflictos entre el estudio, la familia y el trabajo, pues es una situación bastante recurrente cuando se evidencia que los objetivos planteados se ven afectados. Apoyo para superar los traumas cuando se reprueban o cancelan asignaturas constantemente, manejando en forma positiva el trabajo acumulado, estrés, motivación reducida por sentir que la carrera no está hecha para ellos.

- ***Dirección de estudiantes***

  - Implementar un modelo de seguimiento de estudiantes que permita anticipar el riesgo de deserción, entregando herramientas necesarias para apoyarlo en la culminación de estudios con la completitud y tiempo esperados.
  - Es menester analizar con el área encargada de analizar las trayectorias de aprendizaje en las que pueda ser incluido el estudiante, en donde la lectoescritura, argumentación, estrategias informacionales o de búsqueda, mecanismos que le permitan aprender a aprender, etc.

- Habilitar espacios que apoyen en el estudiante la autogestión y desarrollo de capacidades y conocimientos, basados en una autoevaluación permanente. El pensamiento estratégico como la capacidad de cooperar, de autoevaluarse, y el manejo eficiente de un conjunto de recursos y técnicas de estudio a través de la vivencia de experiencias de aprendizaje conscientes.

- ***Vicerrectoría Académica***

  - Incorporar oferta académica que llamen la atención al estudiante sobre la posibilidad de ver continuidad en su proyecto de formación con facilidades financieras, pedagógicas de extensión e investigación, en la misma o mayor cobertura que los estudiantes presenciales.
  - Mayores posibilidades en estudios posgraduales que continúen la formación en modalidad virtual, que permitan profundizar la línea disciplinar abordada en el pregrado.

- ***Dirección e-learning***

  - No supone solo el apoyo la identificación de nuevos espacios de mediación tecnológica, sino contemplar la innovación en su uso y adecuación de las plataformas virtuales con una visión de aprendizaje a la vanguardia.
  - Son varios los roles que podrían ser incluidos en esta intervención, pues apoyan la construcción de contenidos, la definición de actividades a partir de

las rutas de aprendizaje que soportan la consecución de las competencias y objetivos perseguidos. Además, está aquí el profesor, tutor o facilitador del proceso de aprendizaje.

- *Autor de contenidos*: Su actividad define el norte del proceso formativo y competencias a lograr, por lo cual su armonía con la orientación disciplinar es definitiva.
- *Diseñador instruccional:* Al proponer las actividades y definir la secuencia lógica y didáctica con los enfoques diagnósticos, formativos y evaluativos se debe articular en el proceso, de forma que busca todas aquellas posibilidades que tecnológicamente puedan mediar la educación. Sin una orientación efectiva, los contenidos y actividades no dejan de ser un tablero con datos, pero sin información alguna. Su labor debe incluir herramientas y estrategias disruptivas con actividades transformadoras como gamificación, realidad aumentada y todas aquellas tendencias que garanticen al proceso de enseñanza aprendizaje un repertorio pertinente para complementar su formación virtual para generar escenarios que posibilite la transformación pedagógica.

- ***Admisiones***

  - De gran impacto es el proceso de selección de los estudiantes que serán formados en la modalidad virtual, una formación que se aleja de la ligereza y facilidad que en algún momento se le endilgaba a la educación virtual.

- Es bastante permitente enfocar el trabajo desde el primer contacto con el aspirante, pues es de vital importancia conocer al futuro estudiante y que este conozca el programa y la universidad en donde tomará su formación.

6.2.1.3. Fase 3: Escenarios

La dinámica de un curso depende de muchas condiciones para que se cumplan con los objetivos de aprendizajes, entre ellos factores que pueden afectar los resultados académicos de los estudiantes como desconocimiento de contenido, formación deficiente para afrontar el nivel universitario o la insatisfacción por prácticas inadecuadas en el curso o el programa, unido a factores culturales, sicológicos y de motivación del estudiante a nivel familiar o personal. Sin embargo, el alcance de este ejercicio estará orientado a analizar la información que se obtiene de reportes del LMS en razón a la dedicación en tiempo a realizar actividades, la frecuencia y oportunidad de las acciones en plataforma, la entrega oportuna de informes, tareas, evaluaciones y las horas dedicadas por el profesor a orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los escenarios resultantes a partir del cumplimiento o no de las variables que condicionan el modelo se representan a continuación en un curso de 2 créditos académicos (96 horas).

- **Escenario ideal.**

  Teniendo en cuenta los factores, que en este estudio determinan el éxito de la modalidad virtual y que pueden ser identificados a partir de los datos que se

obtienen del LMS, este escenario cumple con los criterios estudiados, esto es: El estudiante tiene participación efectiva en plataforma, superando las 8.4 horas por semana en cada curso inscrito, al mismo tiempo que recibe de parte del profesor el acompañamiento sincrónico o asincrónico durante 16 horas en todo el curso. Los espacios colaborativos, desarrollados y efectivos, están presentes en un porcentaje igual o superior al 30% del total de actividades del curso. El compromiso del estudiante supera el 70% de completitud en actividades entregadas, lo cual se refleja en obtener calificaciones superiores al 70%.

Ilustración 34: Escenario ideal

- **Escenario con baja participación de estudiante y acompañamiento por parte del profesor**

Se reporta por parte del LMS que el estudiante participó en el curso en tiempo menor a 8.4 horas por semana (70%) de las 12 horas sugeridas y no recibe acompañamiento sincrónico o asincrónico que cumpla con 16 horas en todo el curso. El curso mantiene el 30% de actividades colaborativas y el estudiante

consigue mantener el 70% de completitud en actividades entregadas y sus calificaciones logran igualar o superar el 70%.

Ilustración 35: Escenario con baja participación de estudiante y profesor

- **Escenario con baja participación de estudiante y bajo acompañamiento por parte del profesor e insuficientes espacios colaborativos.**

A partir de los reportes de plataforma virtual se identifica que el estudiante no supera las 8.4 horas por semana (70%) de las 12 horas sugeridas de participación y no recibe acompañamiento sincrónico o asincrónico en forma suficiente (16 horas en todo el curso). No se logran hacer efectivas las actividades colaborativas en mínimo 30% de actividades colaborativas, aunque el estudiante consigue mantener entregas y completitud de actividades en el 70%, además de lograr que sus calificaciones superen el 70%.

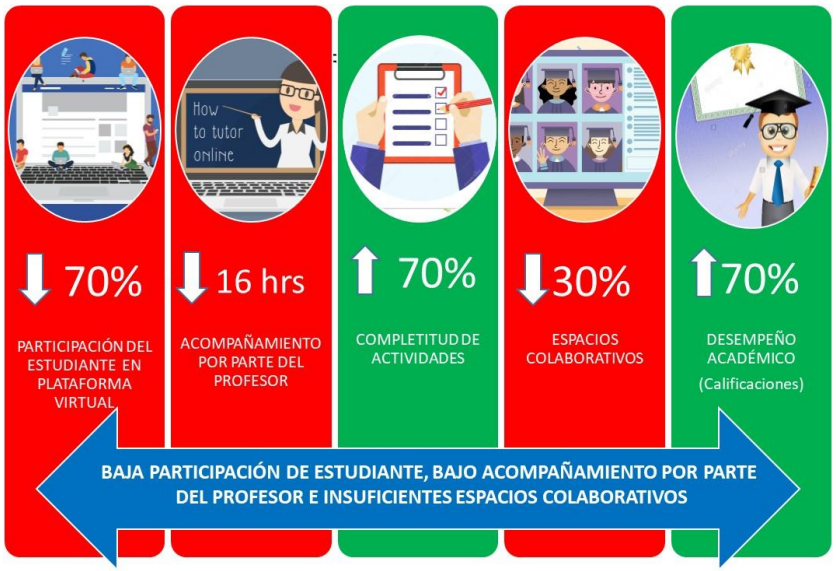


Ilustración 36: Escenario con baja participación e insuficientes espacios colaborativos

- **Escenario con baja participación estudiante y profesor, afectando el compromiso en las entregas y evaluaciones.**

En este escenario se evidencia que el estudiante y profesor no han cumplido con la participación del proceso de enseñanza - aprendizaje que aplica a cada rol. El no cumplimiento con los espacios colaborativos en la dinámica del curso, afectan la construcción de conocimiento significativo y apropiación de saberes. En este punto se afecta en gran medida la posibilidad de que el estudiante logre entregar a tiempo y con suficiencia las actividades propuestas en el curso que evalúen su gestión. Con grandes dificultades el estudiante logra mantener calificaciones superando el 70%.

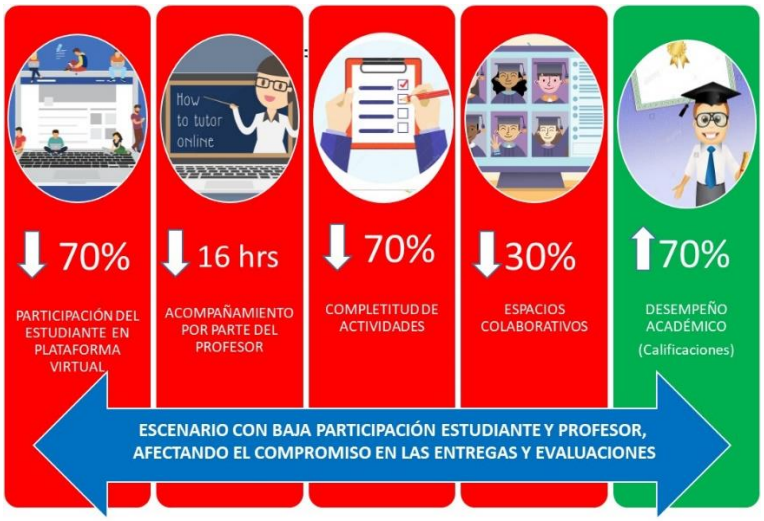


Ilustración 37: Escenario con baja participación e insuficientes espacios colaborativos y completitud

- **Escenario fallido**

Este escenario no cumple con ninguno de los criterios estudiados, esto es: El estudiante no supera las 8.4 horas por semana en cada curso inscrito, así como tener el acompañamiento por parte del profesor, 16 horas en todo el curso. Los espacios colaborativos, desarrollados y efectivos, no cumplen con el 30% del total de actividades del curso. El compromiso del estudiante está por debajo de 70% de completitud y del 70% del rendimiento.

Ilustración 38: Escenario fallido

6.3. METODOLOGÍA DE DISEÑO DE LA INTERFACE DE UN MICROMUNDO PARA APOYAR LA TOMA DE DECISIONES CON LA INTERACCIÓN DEL DIRECTOR DEL PROGRAMA VIRTUAL.

La gestión de recursos pedagógicos, así como la interrelación de su aplicación en el proceso enseñanza-aprendizaje en el modelo de educación virtual, puede ser replicada a nivel de micromundos, por el rastreo teórico que se ha desarrollado en el proyecto y que además se ve representado en evidencia estadística real y sostenida durante un periodo de tiempo representativo.

Es destacable que el desarrollo de la propuesta de micromundos aplicados al proyecto que nos convoca, identifica varios aspectos, consecuencia uno del otro y además complementarios, entre los cuales se pueden definir ciclos de vida de procesos, definición de roles, actividades, reglas de decisión, puntos de control o monitoreo, verificaciones y sus correspondientes ajustes, como lógica respuesta a la necesidad de ajustar el escenario para posteriores aplicaciones y reutilización.

La interface que se pretende desarrollar, dará cuenta de su viabilidad al recrear diferentes situaciones, que permitirán evaluar la toma de decisiones que generen sostenibilidad y manejo eficiente de recursos humanos, sistémicos o pedagógicos en la gestión de un curso o programa académico en modalidad virtual, siempre con la finalidad de minimizar negativo desempeño y abandono por arte de los estudiantes.

Suficiente información se logra extraer de las plataformas que median tecnológicamente el proceso enseñanza – aprendizaje en la educación virtual, sin embargo, el tratamiento de los datos requiere inicialmente de identificar aquello que aporte al estudio.

Por lo anterior, es necesario convertir datos en Información e Información en conocimiento, entendiendo este último concepto como experiencia, aprendizaje, entendimiento y juicio experto. Para la consecución de este conocimiento se debe tratar la información de forma objetiva, considerando dimensiones y variables con la capacidad de realizar experimentos y de predecir comportamientos.

Se definirán etapas que consideran estrategias, técnicas y tecnologías que permiten anticipar o estimar lo que pueda ocurrir de acuerdo a una información obtenida formalmente y que puede permitir tomar decisiones para evitar resultados negativos.

Se busca que la interface del micromundo permita anticipar o estimar lo que pueda ocurrir o es probable que ocurra con el resultado académico del estudiante virtual en función de sus acciones históricas y cuantificando su presente en función de lo que ha ocurrido.

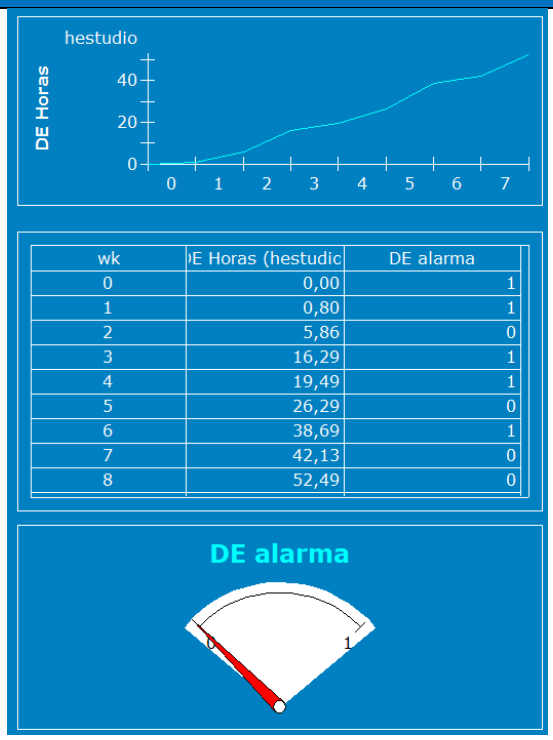
Con el diagnóstico a partir de lo que ha ocurrido, se podría establecer las causas asociadas a sucesos que ocurrieron en el pasado. Se complementa la simulación con aplicación de valores a diferentes factores a manera de prescripción para provocar un resultado o evitar que se de en caso de afectar el escenario ideal.

6.3.1. PARÁMETROS Y CONDICIONES INICIALES DEL MODELO

Subsistema 1: Dedicación del estudiante virtual en LMS

Componente	Unidad	Definición inicial
Nivel: DE Horas	**hestudio/wk**	
Flujo de entrada: DE Horas semana	**hestudio/wk**	DE horas efectivas
Variable auxiliar: DE	**%**	DE Horas semana/DE Horas ideal
Tasa de cambio: DE Horas ideal	**hestudio/wk**	
Tasa de cambio: DE Horas efectivas	**hestudio/wk**	
Variable auxiliar: DE alarma	**Real**	IF(DE<0,7;1;0)
Variable auxiliar: Hadicional	**hestudio/wk**	

Tabla 1: Parámetros en Dedicación del estudiante virtual en LMS

Descripción	Datos de salida
Permite visualizar las horas invertidas por semana y el acumulado durante las 8 semanas del curso, parámetros iniciales del subsistema. Grafica la relación de horas invertidas en cada semana y se proyecta su impacto en la unidad de tiempo definida. Evidencia gráficamente la activación de alerta (1) cuando no se cumple con las condiciones que mantienen el equilibrio del subsistema.	

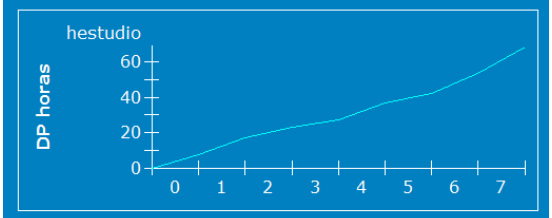
wk	DE Horas (hestudio	DE alarma
0	0,00	1
1	0,80	1
2	5,86	0
3	16,29	1
4	19,49	1
5	26,29	0
6	38,69	1
7	42,13	0
8	52,49	0

Tabla 2: Datos de salida - Dedicación del estudiante virtual en LMS

Subsistema 2: Acompañamiento del profesor

Componente	Unidad	Definición inicial
Nivel: DP Horas	**hestudio**	
Flujo de entrada: DP Horas semana	**hestudio/wk**	DP Horas efectivas+ Hadicional
Variable auxiliar: DP	**%**	DP horas'/'DP Horas ideal
Tasa de cambio: DP Horas ideal	**hestudio**	
Tasa de cambio: DP Horas efectivas	**hestudio/wk**	
Variable auxiliar: DP alarma	**Real**	IF(DP<100%;1;0)
Variable auxiliar: Hadicional	**hestudio/wk**	
Constante: Hrefuerzo	**hestudio/wk**	

Tabla 3: Parámetros en Acompañamiento del profesor

Descripción	Datos de salida
A partir de la parametrización inicial se puede visualizar las horas que el profesor dedica al acompañamiento del estudiante semana a semana. Relación de dedicación en horas al acompañamiento de los estudiantes, en relación con las semanas proyectadas. En particular esta visualización de alerta, se activa cuando el profesor invierte menos de las 16 horas de acompañamiento al estudiante o cuando excede este tiempo permitiendo sobre carga de trabajo.	

wk	DP horas (hestudio)	DP Alarma
0	0,00	0,00
1	7,46	0,00
2	17,12	1,00
3	23,12	1,00
4	27,25	1,00
5	36,47	1,00
6	42,04	1,00
7	53,61	1,00
8	68,21	1,00

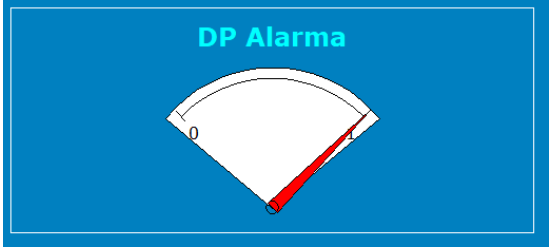


Tabla 4: Datos de salida – Acompañamiento del profesor

Subsistema 3: Completitud de las actividades del curso.

Componente	Unidad	Definición inicial
Nivel: ACT curso	**actividades/wk**	
Flujo de entrada: ACT semana	**actividades/wk**	ACT efectivas semana
Variable auxiliar: ACT	**%**	ACT Curso'/'ACT ideales curso
Tasa de cambio: ACT ideales curso	**actividades**	
Tasa de cambio: ACT efectivas semana	**actividades/wk**	
Variable auxiliar: ACT alarma curso	**Real**	IF(ACT<100%;1;0)

Tabla 5: Parámetros en Completitud de las actividades del curso.

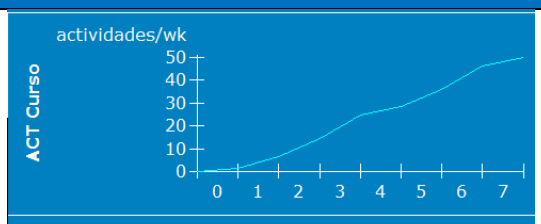
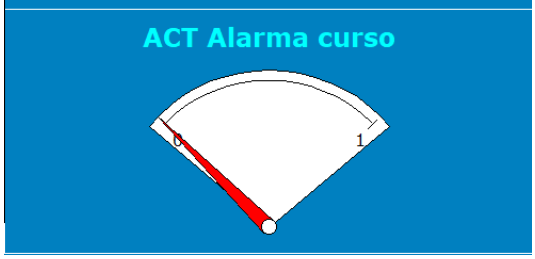
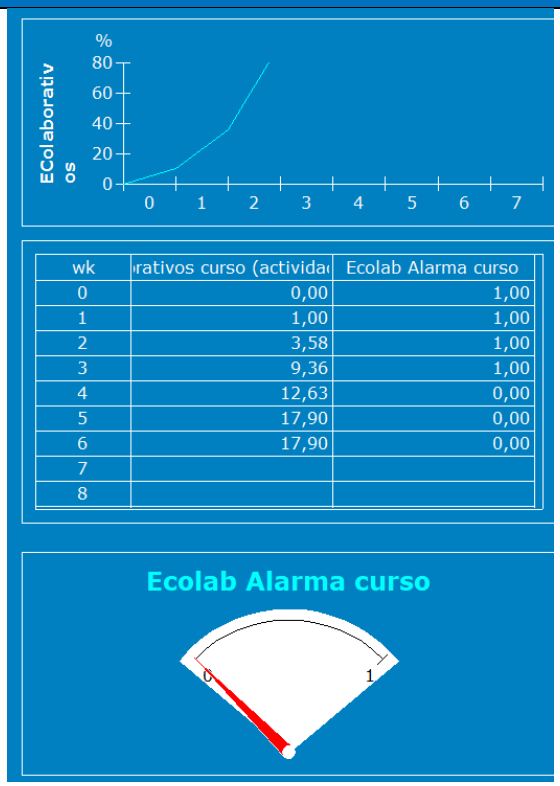
Descripción	Datos de salida
Se habilita una tabla de salida que permite monitorear las actividades desarrolladas semana a semana y su acumulado en horas y % para un reporte integral. Refleja la completitud de actividades entregadas durante las 8 semanas que componen el curso. Se activa cuando el estudiante no cumple mínimo con el 70% de las entregas planificadas en el curso.	 wk | CT Curso (actividades/wl | ACT Alarma curso 0 | 0,00 | 1,00 1 | 1,27 | 1,00 2 | 6,41 | 1,00 3 | 14,69 | 1,00 4 | 24,69 | 0,00 5 | 28,43 | 0,00 6 | 36,13 | 0,00 7 | 46,09 | 0,00 8 | 50,06 | 0,00 

Tabla 6: Datos de salida - Completitud de las actividades del curso.

Subsistema 4: Proporción de actividades colaborativas.

Componente	Unidad	Definición inicial
Nivel: EColavorativos curso	**actividades/wk**	
Flujo de entrada: EColaborativos semana	**actividades/wk**	Ecolaborativos efectivos semana
Variable auxiliar: Ecolaborativos	**%**	EColaborativos curso/colaborativos ideales curso
Tasa de cambio: Ecolaborativos ideales curso	**actividades**	
Tasa de cambio: Ecolaborativos efectivos semana	**actividades/wk**	
Variable auxiliar: EColaborativos alarma curso	**Real**	IF(EColaborativos<100%;1;0)

Tabla 7: Parámetros en Proporción de actividades colaborativas.

Descripción	Datos de salida
La gráfica permite visualizar el cumplimiento con los espacios colaborativos planificados. Relación de espacios colaborativos acumulados durante la gestión del curso y el cambio de estado de la alerta cuando no se cumple lo previsto. En forma dinámica se muestra en que momentos el curso está generando incumplimiento y activando la alarma.	

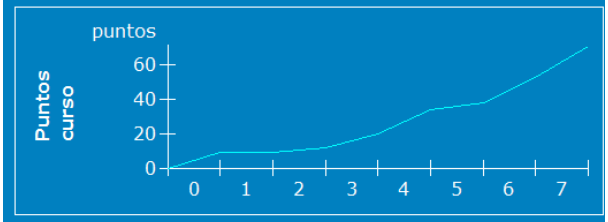
wk	rativos curso (activida	Ecolab Alarma curso
0	0,00	1,00
1	1,00	1,00
2	3,58	1,00
3	9,36	1,00
4	12,63	0,00
5	17,90	0,00
6	17,90	0,00
7		
8		

Tabla 8: Datos de salida - Proporción de actividades colaborativas.

Subsistema 5: Desempeño académico (calificaciones)

Componente	Unidad	Definición inicial
Nivel: Puntos curso	**puntos/wk**	
Flujo de entrada: Puntos semana	**puntos/wk**	Puntos efectivos semana
Variable auxiliar: Puntos	**%**	Puntos curso/Puntos ideales curso
Tasa de cambio: Puntos ideales curso	**puntos**	
Tasa de cambio: Puntos efectivos semana	**puntos/wk**	
Variable auxiliar: Puntos alarma curso	**Real**	IF(Puntos<100%;1;0)

Tabla 9: Parámetros en Desempeño académico.

Descripción	Datos de salida
La gráfica muestra la consecución de puntos necesarios para cumplir con lo esperado en el curso, a través del avance cada semana. La tabla que muestra la relación de tiempo transcurrido y el acumulado de puntos y cambio de estado de alerta. Al igual que en los otros subsistemas, es posible ver el comportamiento de la alerta, para mantenerse informado.	

wk	Puntos curso (puntos)	Puntos Alarma curso
0	0,00	1,00
1	8,84	1,00
2	8,84	1,00
3	11,64	1,00
4	19,68	1,00
5	33,51	1,00
6	38,11	1,00
7	52,74	1,00
8	70,94	0,00

Tabla 10: Datos de salida - Proporción de actividades colaborativas.

6.3.2. DISEÑO DE LA INTERFACE DEL MICROMUNDO

Se le entrega al coordinador de programa, dirección académica o la instancia que debe velar por el funcionamiento de la modalidad virtual, un instrumento que le permita parametrizar diferentes situaciones que se podrían presentar y poder, en forma controlada, simular escenarios probables.

A continuación, se presentan las diferentes ventanas que comprenden la interface gráfica del micromundo que permitirá interactuar con la herramienta de apoyo a la gestión académica del programa, permitiendo ingresar parámetros iniciales y visualizar datos de salida en forma gráfica y tabular.

Ilustración 39: Interface de Micromundo - Presentación

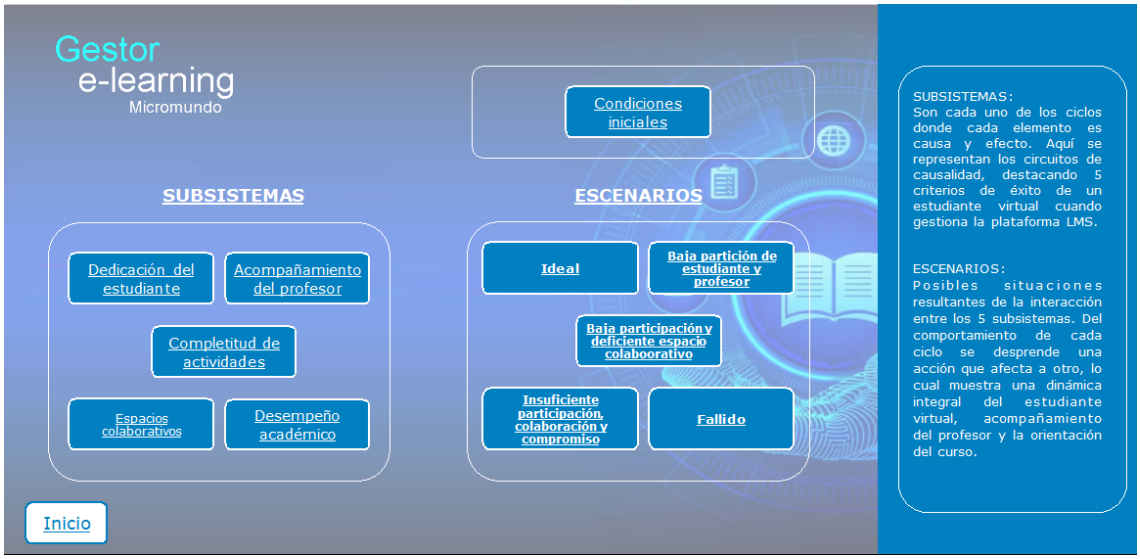


Ilustración 40: Interface de Micromundo - Menú

Para esto, la interface del micromundo tendrá un tablero de control con información de las ***condiciones iniciales*** que garantizan el escenario ideal en participación del estudiante en plataforma virtual, el porcentaje sugerido de completitud y entrega de sus actividades, espacios recomendados para construcción colaborativa de conocimiento y nivel esperado de desempeño. Se complementa lo anterior con condiciones deseadas de acompañamiento al estudiante por parte del profesor.

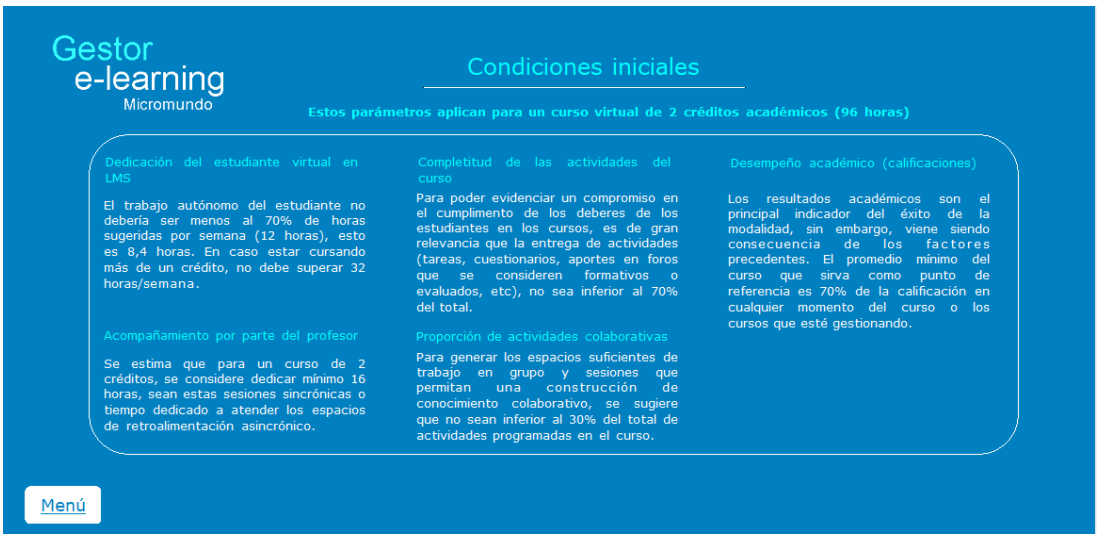


Ilustración 41: Interface de Micromundo – Condiciones iniciales

Se le entrega para su gestión, una ventana que le permitirá ingresar información relacionada con participación de los estudiantes, en donde definirá la cantidad de horas dedicadas a la semana, lo cual le mostrará si cumple con lo mínimo esperado de dedicación a las actividades programadas y la consulta de los recursos dispuestos en el curso. Se complementa esta situación con el ingreso del tiempo de acompañamiento por parte del profesor, que podría apoyar la gestión del estudiante, en caso de ser necesaria.

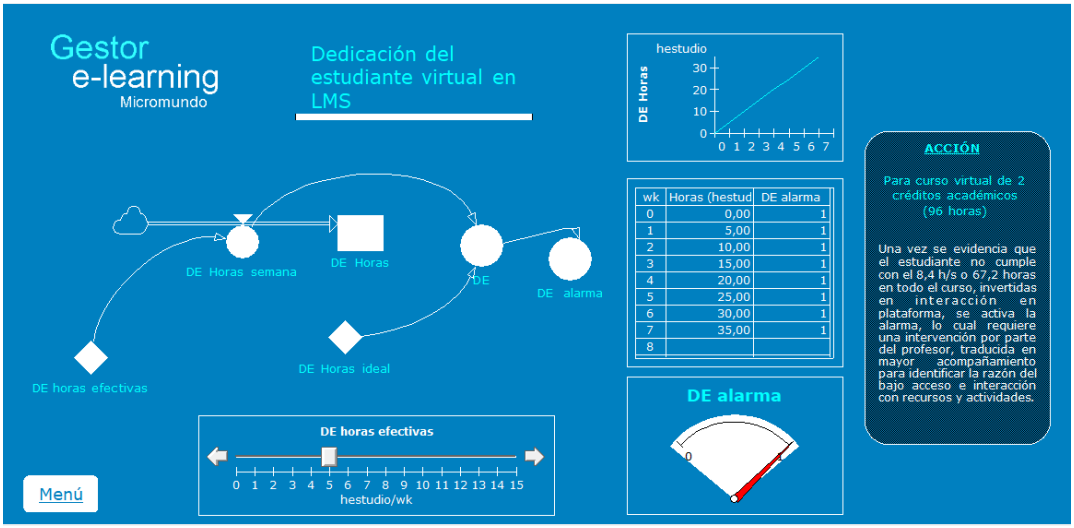


Ilustración 42: Interface de Micromundo – Dedicación del estudiante virtual en LMS

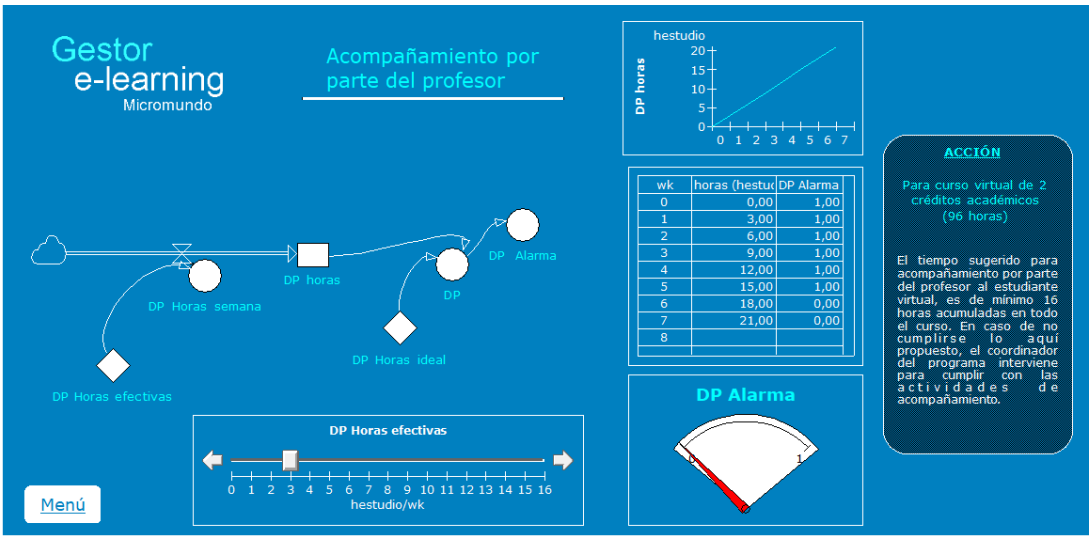


Ilustración 43: Interface de Micromundo – Acompañamiento del profesor

En forma independiente se podrán simular situaciones que, al cambiar datos de entrada mostrarán los posibles resultados en la completitud de entrega de actividades y evaluaciones, el impacto de los espacios colaborativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje y el desempeño académico.

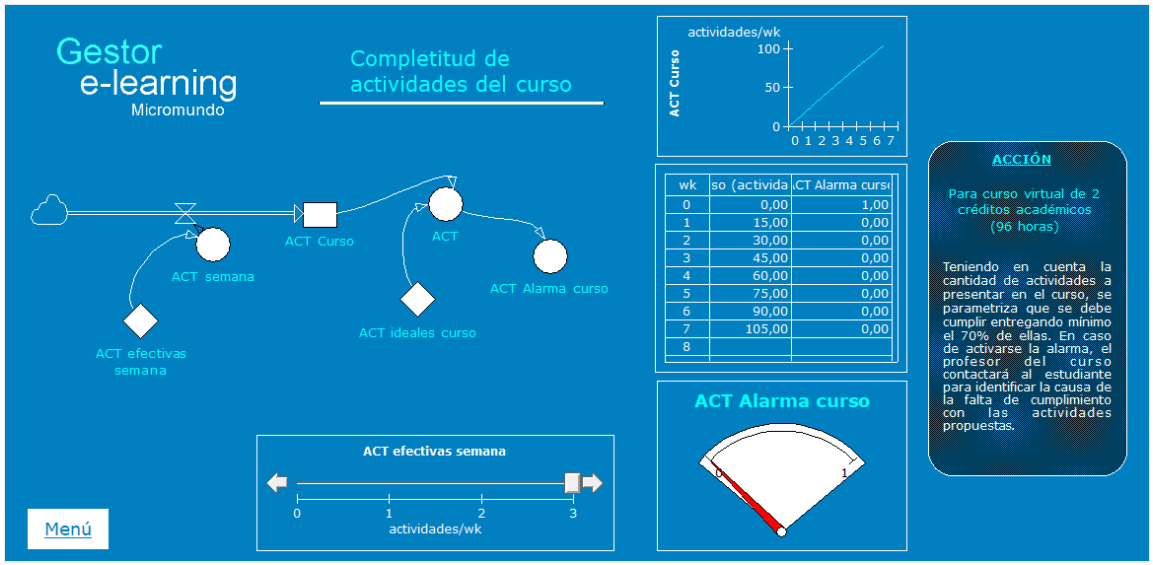


Ilustración 44: Interface de Micromundo – Completitud de actividades del curso

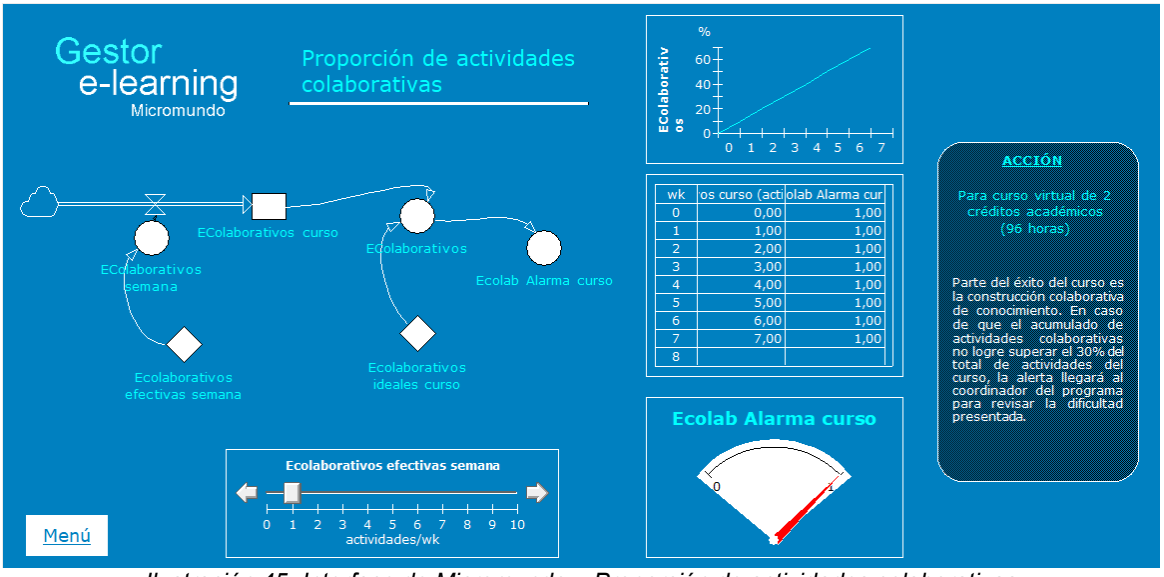


Ilustración 45: Interface de Micromundo – Proporción de actividades colaborativas

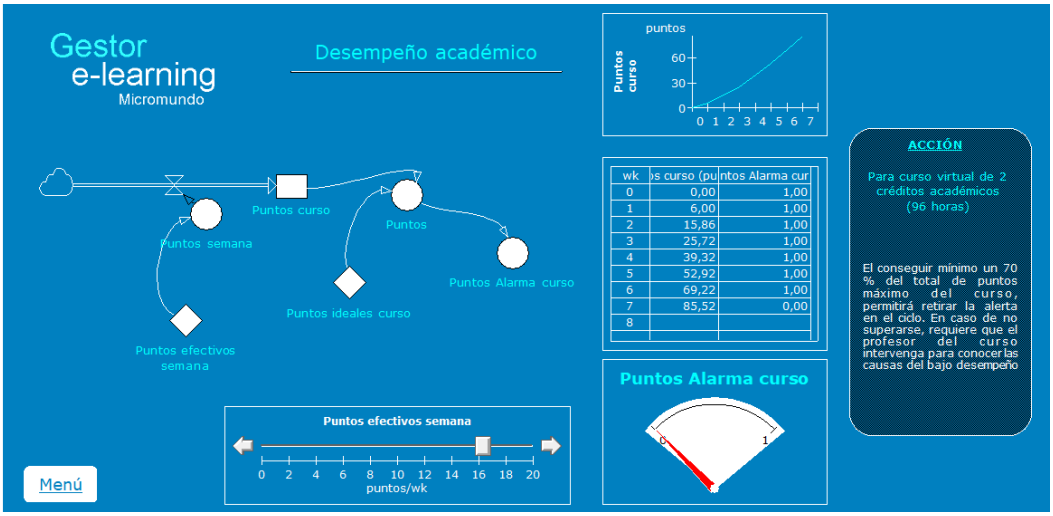


Ilustración 46: Interface de Micromundo – Desempeño académico

Se incorporan al micromudo los 5 escenarios previamente descritos y complementan la información para el usuario del micromundo, lo que le permite poder caracterizar cada uno de los contextos y poder, en forma ágil, consultar el tipo de intervención implementarse, según las estrategias de acción de las áreas que orientan la modalidad virtual.

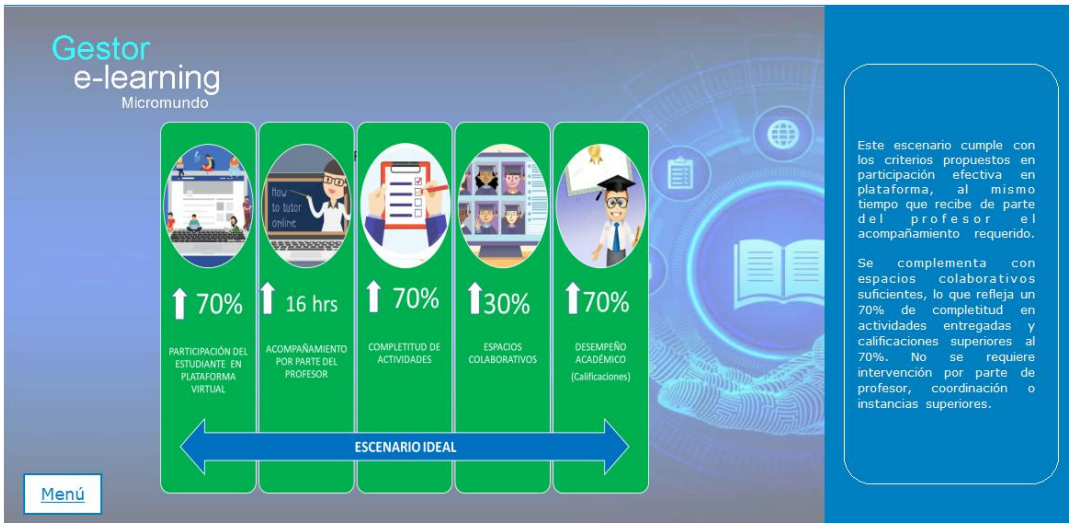


Ilustración 47: Interface de Micromundo – Escenario Ideal

Ilustración 48: Interface de Micromundo – Escenario de baja participación

Ilustración 49: Interface de Micromundo – Escenario de baja participación e insuficientes espacios colaborativos

Ilustración 50: Interface de Micromundo – Escenario que resume inminente pérdida del curso

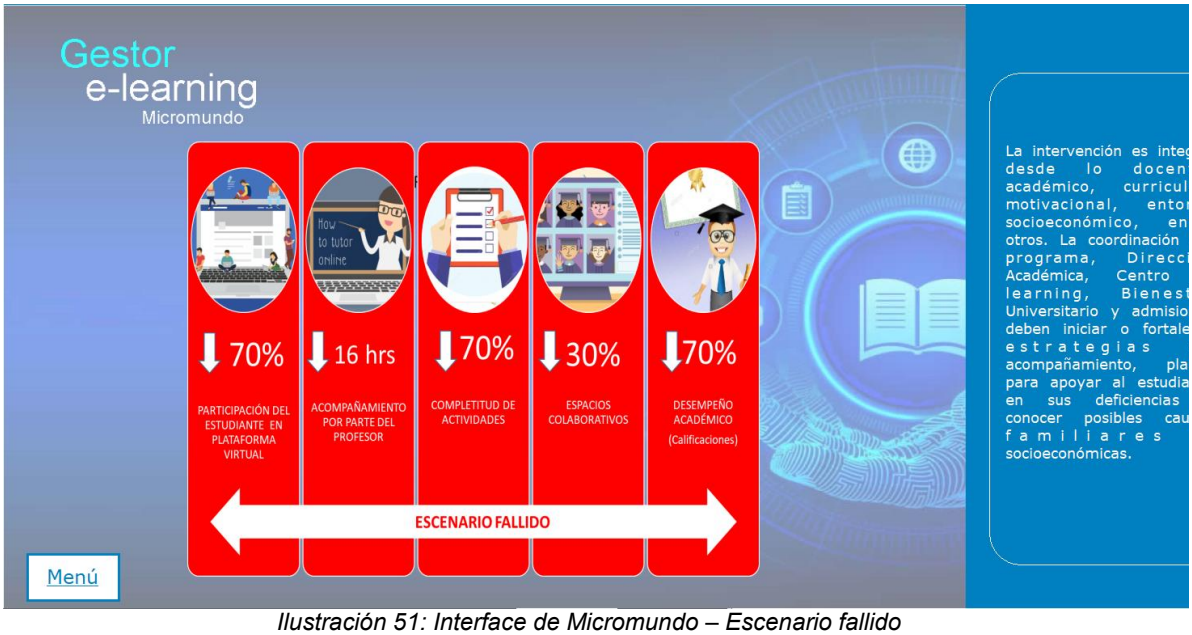


Ilustración 51: Interface de Micromundo – Escenario fallido

6.3.3. EVALUACIÓN DE USO DEL MICROMUNDO

Instrumento de evaluación del micromundo

Gestor e-learning

Califique de 1 a 5 los siguientes aspectos, tenga en cuenta que: (1) Muy Baja (2) Baja (3) Aceptable (4) Alta y (5) Muy Alta

Aspecto a evaluar	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*
Técnicamente permite simular escenarios reales en la gestión académica.	○	○	○	●	○
Pedagógicamente facilita planificar las actividades definidas por la coordinación del programa virtual.	○	○	○	○	●
Contextualmente orienta al gestor académico en relación con la dinámica académica	○	○	○	●	○
Didácticamente aporta al usuario la comprensión del modelo y sus características.	○	○	○	○	●
El usuario amplía sus conocimientos explorando en una interfaz gráfica atractiva	○	○	○	○	●
Motiva el análisis de casuísticas y proyecta los posibles escenarios bajo condiciones cambiantes.	○	○	○	○	●
Permite abordar gran variedad de temáticas, potenciando el desarrollo de nuevos proyectos similares.	○	○	○	○	●
Una vez identificada la dinámica propuesta, el usuario aumentan el conocimiento y permite proponer nuevos modelos.	○	○	○	○	●
Recrea circunstancias, formalizando conceptos para luego aplicarlos en otros entornos.	○	○	○	○	●
Refuerza y clarifica conceptos que regularmente son complejos de entender.	○	○	○	○	●

Tabla 11: Encuesta de valoración al micromundo

6.3.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez evaluadas la experiencia alcanzada con el desarrollo del trabajo, se hace evidente que el manejo de micromundos permite identificar la dinámica que implica el proceso de enseñanza – aprendizaje, relacionando causas y efectos, a diferencia de los tableros de control que solo muestran resultados, desconectados estos, de la motivación, acompañamiento por parte del profesor o disponibilidad objetiva de contenidos y actividades en la plataforma virtual.

Los tableros de control o dashboard se destacan por mostrar información descriptiva, sin embargo, estas cifras “frías” deben ser interpretadas a la luz de supuestos, pues no siempre se interpretan los resultados con bases relacionales claras o contextualicen una dinámica que justifique los datos arrojados.

A partir de este esquema de tableros de control se han construido instrumentos de monitoreo de escenarios virtuales, para identificar el impacto del acompañamiento por parte del profesor en espacios de retroalimentación en el LMS Sakay, utilizando técnicas de analítica visual pero sin llegar a desarrollar una herramienta para validar dinámicamente el modelo.

Son bastante meritorias iniciativas de algunas universidades colombianas con el apoyo del MinCiencias, es el caso de E.L.A (Analizando la Educación 4.0), que ha profundizado en modelos de extracción de información de plataformas LMS

para alimentar complejos tableros de control, buscando la relación entre las condiciones socioeconómicas y de conectividad de ciertas regiones del país, con la frecuencia y actividad de estudiantes que están formándose en modalidad virtual, sin embargo, no evalúan la dinámica de sistemas que posibilita los hallazgos.

Marca entonces una diferencia fundamental la metodología de dinámica de sistemas a partir de micromundos, en donde se validan diferentes escenarios, cada uno con sus particularidades y estructuras, resultado lógico de la relación de diferentes variables y marcos de referencia para establecer ideales de gestión y aquellos que requieren ajustes o intervención, como tarea vital de las instancias responsables del éxito en el modelo de educación virtual.

7. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado con gran expectativa este trabajo, el cual logró identificar grandes posibilidades para trascender en herramientas y metodologías para apoyar la gestión exitosa de programas de formación en modalidad virtual.

El programa en Gestión de Sistemas de Información, aportó las competencias para evaluar las necesidades a cubrir en el proyecto, permitiendo planificar y diseñar la solución, a la luz de las políticas y procedimientos propios de la organización. Bajo un objetivo análisis de los procesos y sus particularidades, se aplicaron criterios pertinentes que procuran la adquisición, producción e interpretación de información, siempre soportados en soluciones tecnológicas alineadas a las tendencias tecnológicas más eficientes y que apoyan la toma de decisiones en la dirección organizacional.

Al cumplir los objetivos planteados, se hace evidente que el programa logró promover el uso de las TIC con un propósito apoyado en la dinámica organizacional, lo que se traduce en el mejoramiento la productividad y competitividad de la organización al administrar de uno de los capitales más importante: la información.

Evaluando los resultados en términos de la pregunta dinamizadora del trabajo y los objetivos propuestos para encontrar la respuesta, se evidencia que la hipótesis planteada es claramente demostrada, pues se evidencia como la

efectiva orientación de los espacios colaborativos y de retroalimentación, además de la continua interacción del estudiante en plataforma, benefician en gran medida la obtención de resultados académicos satisfactorios, motivados por una experiencia de usuario positiva y enriquecida por un proceso de enseñanza – aprendizaje significativo.

El modelar las dinámicas de gestión académica, teniendo como gran insumo un proceso de analítica de datos de plataformas LMS, permitió abordar con objetividad el caso de estudio, identificar posibles escenarios, producto de la aplicación de ciertas condiciones y comportamientos.

Todo lo anterior se concretó en un micromundo con interfaces intuitivas de fácil parametrización y manejo, herramienta de simulación y análisis que apoya la toma de decisiones, máxime cuando se requiere aplicar planes de acción por parte de las instancias responsables del mejoramiento continuo de la modalidad.

Se hace más pertinente este tipo de herramientas cuando la formación virtual se convierte en una alternativa para formar profesionales, impulsada aún más, por coyunturas, que como el COVID19, exigen nuevos escenarios de formación, como respuesta a limitaciones de tiempo o espacio.

8. TRABAJOS FUTUROS

Se proyecta que esta iniciativa se traduzca en el futuro próximo, en una automatización del micromundo, que pueda recibir en tiempo real la información directamente del LMS, posibilitando un continuo monitoreo de la situación de cada estudiante, analizando sus hábitos, comportamientos e interacciones en plataforma virtual, información para procurar el éxito del proceso enseñanza - aprendizaje.

La solución tecnológica podrá contemplar mayor cantidad de situaciones y subsistemas simulados, que incluyan dinámicas que complementan las aquí simuladas, logrando tener un mayor radio de acción e impactando procesos conexos que requieren a su vez planes de intervención desde otras áreas de la institución educativa.

Diseñar una siguiente versión del modelo que cierre los ciclos de intervención, automatizando la gestión de mejoramiento que en esta primera versión realiza el gestor o coordinador del programa, para dar mayor dinamismo a los subsistemas.

9. REFERENCIAS

Alava, C., Aguirre, A., Cabrera, H. E., Campaña, S. E., & Maya, J. A. (2011). Creación de micromundos aplicando la teoría de juegos y el diseño orientado a objetos. Revista de Investigaciones UNAD, 10(1), 185-195.

Andrade, H., Dynner, I. Espinosa, A., López-Garay, H. y Sotaquirá, R. Pensamiento Sistémico: Diversidad en Búsqueda de Unidad. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. 2001.

Berridi, R., Martínez Guerrero, J. (2017). Estrategias de autorregulación en contextos virtuales de aprendizaje. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación.

Cantabella, M., López-Ayuso, B., Muñoz, A., & Caballero, A. (2016, Vol 34, No. 4). Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en entornos virtuales de aprendizaje. Revista española de documentación científica.

Facundo Díaz, Á. (2009). Análisis sobre la deserción en la educación superior.

Gelvez Pinto, L., (2008). Gestión universitaria con Dinámica de Sistemas. Micromundos para apoyar los procesos de cambio y de toma de decisiones organizacionales. Un caso de estudio con Dinámica de Sistemas. Dinámica De Sistemas: Casos y Aplicaciones en Latino América.

Gómez-Aguilar, D. A., Hernández-García, Á., García-Peñalvo, F., & Therón, R. (2015). Tap into visual analysis of customization of grouping of activities in eLearning.

González-Castro, Y., Manzano-Durán, O., & Torres-Zamudio, M. (2017). Riesgos de deserción en las universidades virtuales de Colombia, frente a las estrategias de retención.

Mercado, W. E., Guarnieri, G., & Luján Rodríguez, G. (2018). Analysis and evaluation of interactivity in virtual, Vol 11, num 20. Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad, 63–99.

Moncayo, N., Pereira, J., Luján González, María. (2018). Las actividades de aprendizaje y el rendimiento académico en la educación a distancia. Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. Revista UNIMAR.

Morais, C., Alves, P., & L., M. (2017). Learning analytics and performance indicators in higher education. 2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI).

Muñoz, H. A. (2015). Mediaciones tecnológicas: nuevos escenarios de la práctica pedagógica.

Romero-Zaldivar, V. A., Pardo, A., Burgos, D., & Delgado Kloos, C. (2011). Monitoring student progress using virtual appliances: A case study. Computers & Education, 058–1067.

Sánchez-Santillán, Miguel. Puerto Paule-Ruiz, Cerezo, Rebeca. Álvarez-García, Víctor (2016). Modelo de adaptación dinámica del proceso de aprendizaje en eLearning.

Senge, P. (1992). La Quinta Disciplina: impulsar el aprendizaje en la organización inteligente. New York: Granica S.A.

Xing, W., Wadholm, R., Petakovic , E., & Goggins, S. (Vol. 18, No. 2 (April 2015)). Group Learning Assessment: Developing a Theory-Informed Analytics. Journal of Educational Technology & Society, 110-128.

Yeonjeong, P., & Il-Hyun, J. (2017). Using Log Variables in a Learning Management System to Evaluate Learning Activity Using the Lens of Activity Theory. Assessment & Evaluation in Higher Education V4, 1-17.