

Trabajo de grado en modalidad de aplicación

## Creación y aplicación de un caso en Producción soportado en un modelo de simulación.

*Alejandra Uribe Aguirre<sup>a,c</sup>, Camilo Andrés Herrera Roldán<sup>a,c</sup>, Ricardo Fernando Otero Caicedo<sup>b,c</sup>, Carlos Eduardo Montoya Casas<sup>b,c</sup>*

<sup>a</sup>Estudiante de Ingeniería Industrial

<sup>b</sup>Profesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial

<sup>c</sup>Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

---

### Resumen de diseño en Ingeniería (En inglés)

#### Summary

The study of production systems has been included in the academic formation of industrial engineers due to its important participation in the design, improvement and control of manufacturing processes. Therefore, this paper shows the design of a production case study constructed with certain parameters established by the case method (CM) and supported with a simulation model, this in order to show students the impact of their decision making in a stochastic environment, but also to promote: 1) the ability to identify, formulate and solve engineering problems, and 2) the use of modern tools in practice, both competences established by ABET.

This design is a proposal to explore an alternative teaching technic that allows students to prove hypothesis and learn from their decisions, with the purpose of encouraging the development of critical thinking toward situations and, thus, respond in a more effective way to the requirements of their environment.

#### Design

The construction of the case study began with the selection of topics and goals, all based on the thematic content of the subject, this keeping in mind that the topics chosen had to be greatly interrelated in order to enable the achievement of the goals set. The chosen topics were prognostics, inventory policies and production programing.

Once these elements were defined, the construction of the case study's context began, which was made with the information obtained from a real diary production and marketing company, describing in a detailed way both their history and specific operational conditions.

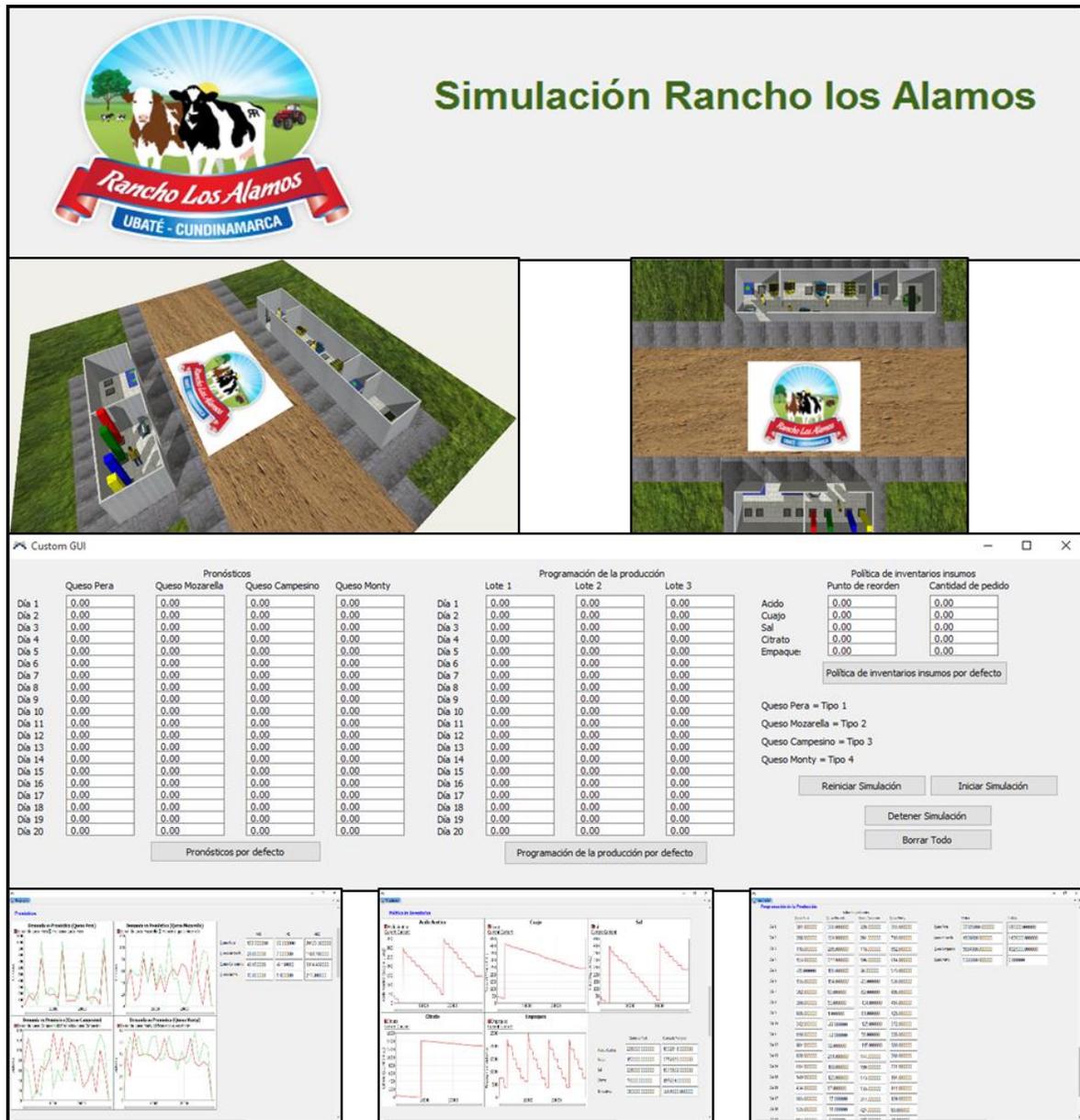
Finally, a teaching manual was constructed, with suggestions about the topics, activities and questions helpful for the teacher to give the students a space for discussion and appropriation of knowledge during the development of the case study.

The construction of the simulation model started with the identification of needs that students would have during the development of the case study, as well as the abilities pretended to be expanded with its implementation. Then, the inputs and outputs of the model, the reach and variables and parameters that would define its behavior were defined.

The model was constructed with this information, starting with the assembly of its processors, the roles involved in the process and the connections within them, simultaneously establishing the behavior of the parameters and variables defined.

The behavior of the variables that control the process (production process capacity and complete production run duration) was validated once the model was constructed, as well as the input variables of model (student's decisions). This with the purpose of corroborating that the data was uploaded and correctly by the model and that the output variables were congruent with the process, evaluating the interactions between the students and the simulation.

Next, the user interface designed for the simulation was shown, which allows the student to input decisions, view the process and the impact of said decisions through de exit indicators.



### Design requirements

In order to fulfill the performance requirements of the simulation, an exit interface was developed for the model, in which indicators and result graphics that show the behavior of the simulated production system are displayed, which if affected by the stochastic variables and decisions made by the students.

Also, the development of abilities and profession specific knowledge were seek with the implementation of the CM, emphasizing in the utility of what was learned in real scenarios and promoting the construction of collective solutions through critic discussions.

### **Restrictions considered for the proposed design**

The design proposal considered three fundamental restrictions concerning the construction of the case study and its applicability in the particular academic context, which are: length of the case study and teaching manual, hours available in the production subject for the development of the case study and the resources necessary to develop certain activities of the case study.

Regarding the first, it was guaranteed that the case study would not surpass 10 pages and the teaching manual would not surpass 4 pages, not including annexes. This extension obeys the good practices established by the referenced author for the construction of the case study under the CM's parameters.

Likewise, a chronogram was developed for the implementation of the pedagogic proposal which defines activities to develop, the goal of each activity, a description of said activity, the estimated time and result, specifying when the use of the Flexsim software is needed for the execution of the simulation.

### **Impact of the design proposal**

In order to evaluate the impact of the application of the alternative pedagogical proposal, a quasi-experiment was developed in which a random course of the three that currently are studying the Production subject. It was defined as a study factor, the implementation of the alternative pedagogical strategy, and as a response variable, the students' results in the following competences: i) Critical Thinking and ii) Integrated Learning. Based on the results of the experiment, it can be concluded that the presence of significant differences is due to the fact that the implementation of the alternative pedagogical strategy provides greater resources to measure the development of the competences specified in the critical thinking and integrated learning rubrics, because the student can explore alternatives through different elements and communicate in more diverse ways.

After applying an experiment design, it was shown that in a general way, both the students in the control group, as the ones in the experimental group, expressed and favorable perception of the case study, highlighting the fact that it was based in a real company and that it harmoniously integrated many of the topics studied in the subject, given the fact that this characteristics faced them with situations in which they had to identify previous theoretic concepts and adapt them so that they could be applicable to the specific context. In a complementary way, the students that could experiment with the simulation, expressed their satisfaction after being able to recreate the conditions described in the case study, besides having the possibility of interacting with the model and observing the effect that their decisions had in the system.

---

## **1. Justificación**

Los sistemas de producción constituyen uno de los factores de mayor impacto en la generación de valor en una organización, por lo que se han convertido en el eje fundamental de la industria y se ha promovido su investigación en la academia. El estudio de los sistemas de producción ha sido incluido en la formación de los ingenieros industriales por su importante participación en el diseño, mejora y control de los procesos de manufactura y servicios.

En la carrera de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana, de acuerdo con el programa de estudio de la asignatura de Producción, se establece el objetivo de brindar a los estudiantes las herramientas mínimas necesarias para comprender la relación que existe entre la estrategia organizacional con las estrategias operacionales y de manufactura. Lo anterior se logra por medio de la aplicación de modelos para la

gestión de la producción, identificando los recursos necesarios para satisfacer los requerimientos básicos del sistema de manufactura.

Debido al impacto que tiene la gestión de los sistemas productivos en el desempeño de las organizaciones, se reconoce la importancia de que el estudiante entienda las implicaciones de la realidad, por lo que las estrategias pedagógicas empleadas deben facilitar la apropiación de los conceptos para entender la relación entre los elementos teóricos y la práctica. Como lo sustentan Smith & Van Doren (2004), el principal objetivo de las estrategias pedagógicas es la transferencia de los conocimientos de manera tal, que el estudiante genere un aprendizaje activo y experiencial que lo haga competente a las exigencias del ámbito laboral.

Con el fin de generar este acercamiento a la práctica desde la academia, se ha implementado el Método del Caso (MdC) como herramienta en la enseñanza. Los casos que se emplean parten de información real y el contexto es presentado sin notables simplificaciones, por lo que el estudiante se enfrenta a la complejidad de las situaciones que encontrará en el ámbito profesional (Gill, 2014). De esta manera, como lo afirman Sankar, Kawulich, Clayton & Raju (2010), Yavad (2003), Gill (2014), Kunselman & Johnson (2013), los estudiantes hacen conexiones a través de múltiples áreas de conocimiento y desarrollan un pensamiento crítico que le permite discernir acerca de la aplicación de los modelos teóricos acorde a la situación.

Además de lo anterior, el MdC se basa en una metodología de enseñanza que propicia espacios de análisis y discusión mediados por el profesor, donde se exponen puntos de vista desde diferentes perspectivas, construyendo soluciones de manera colectiva. Estas características promueven el aprendizaje situado, ya que, según la definición de Díaz Barriga (2003), constituyen una práctica pedagógica en la que se resalta la influencia de todos los elementos que intervienen como generadores de un aprendizaje colaborativo y recíproco.

Otra herramienta que se ha utilizado en contextos educativos para la formación en temas de ingeniería ha sido la simulación, porque permite a los estudiantes entender el funcionamiento de los procesos y, como lo afirman Manohar, Acharya & Wu (2014), facilita la identificación de los parámetros y variables junto con su relación de causa-efecto. A su vez, según Schmitt (citado en Smith, 2003), esta herramienta se ha utilizado ampliamente para evaluar diferentes estrategias en condiciones dinámicas que involucran incertidumbre, dado que permite visualizar el impacto de las decisiones y el desempeño del sistema en niveles estratégicos, tácticos y operativos, sin incurrir en los altos costos de implementación.

De esta manera se muestra cómo, a lo largo del tiempo y según diferentes autores, se ha tratado de explorar técnicas de enseñanza innovadoras que permitan al estudiante probar hipótesis y aprender de sus decisiones, fomentando así el desarrollo de un pensamiento crítico ante las situaciones y llevando, finalmente, a responder de manera más efectiva a los requerimientos del entorno.

Por lo anterior, en el presente trabajo se muestra el diseño de un caso de producción construido a partir de los parámetros establecidos por el MdC y soportado en un modelo de simulación, con el fin de facilitar a los estudiantes la comprensión del impacto de sus decisiones en un ambiente estocástico, además de promover: i) la habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, y ii) el uso de herramientas modernas para la práctica, ambas competencias establecidas por ABET.

Asimismo, con el propósito de conocer el impacto de la implementación de esta propuesta pedagógica, se realizó un cuasi-experimento para medir las variables de pensamiento crítico y aprendizaje integrado, que corresponden a habilidades en las que el estudiante adapta sus conocimientos para explorar alternativas de solución, formulando conclusiones lógicas que muestran un análisis y entendimiento profundo de la situación.

## **2. Antecedentes**

La implementación de estrategias pedagógicas que integran diferentes elementos, como los descritos en el apartado anterior, constituyen una tendencia en la didáctica contemporánea, debido a que tal como lo

aseguran Mondeja, Zumalacárregui, Martín & Ferrer (2010), al propiciar la motivación, espontaneidad, participación y emulación de situaciones por parte del estudiante, se puede lograr un método efectivo de enseñanza. Por esta razón, es importante exponer algunos conceptos y aportes investigativos claves para la elección de los elementos que conforman la propuesta pedagógica del presente trabajo.

El MdC se define como un método de enseñanza en el que se expone a un grupo de estudiantes una situación real compleja y el profesor realiza una serie de interrogantes que inducen al análisis y comprensión de la situación, promoviendo espacios reflexivos que, junto con un conocimiento teórico previo, genera la construcción y afianzamiento de un nuevo conocimiento (Gill, 2011).

La universidad de Harvard, entidad reconocida por las inversiones de grandes esfuerzos y recursos en la investigación y desarrollo en diversas áreas del conocimiento, es una de las precursoras en el uso del MdC como herramienta pedagógica. Es así como en el área de Producción, se han desarrollado diversos casos que han sido agrupados para la realización de cursos en gestión de inventarios, relación oferta - demanda y relación con los proveedores. En estos cursos se desarrollan los temas que se muestran en la *Tabla 1*. Sin embargo, se identifica que los casos que se desarrollan en cada uno de los cursos no abarcan todos los temas de manera conjunta y en su gran mayoría estos temas son abordados únicamente a nivel estratégico.

*Tabla 1. Temas cursos Harvard*

Temas	Cursos		
	Gestión de Inventarios	Relación Oferta Demanda	Relación con Proveedores
Cadena de suministros	X		X
Modelos estocásticos de inventarios	X		
Modelos probabilísticos de inventarios	X		
Proveedores			X
Mayorista y minoritas			X
Administración de inventarios	X	X	X
Pronósticos: modelos cuantitativos.	X	X	
Pronósticos: modelos cualitativos.	X	X	
Costos de inventarios		X	X
Plan maestro de producción	X	X	
Requerimientos de materia prima	X	X	

En cuanto a la enseñanza en ingeniería, el MdC representa un paradigma cuya implementación y beneficios asociados no han sido explorados de manera extensiva. Sin embargo, se resalta el estudio conducido por Sankar, Kawulich, Clayton & Raju (2010) a través de un diseño de experimentos en el que se evaluó el impacto del uso de casos multimedia en cursos de introducción a la ingeniería, en el cual se concluyó que los estudiantes que habían utilizado esta metodología generaban más alternativas de solución frente a los problemas y mayores habilidades de liderazgo. Así mismo, Razali y Zainal (2014) hacen un aporte importante al identificar y definir los factores: ambiente de implementación, caso, profesor y alumno, como variables clave de éxito para la aceptación del MdC, en su investigación realizada en cursos de ingeniería de software.

Desde la perspectiva de Marín, Ramos, Montes, Hernández & López (2011), la enseñanza en la actualidad consiste en orientar al alumno a través de elaboraciones que fomenten el autoaprendizaje y por esta razón, surge la necesidad de experimentar técnicas educativas innovadoras que construyan estrategias fundamentales para responder a los requerimientos del entorno. Por lo anterior, se considera pertinente exponer algunas

implementaciones de métodos alternativos utilizados para complementar las metodologías tradicionales de enseñanza.

Como ejemplo de lo anterior, se tiene la implementación de dos juegos en los cursos de *Distribución de planta* y *Organizaciones y métodos II* en la Universidad de Córdoba, Montería, donde se emplearon juguetes, marcadores y figuras tridimensionales para recrear el ambiente. Marín et al. (2011) y Montes, Hernández, López & Chica (2010), evalúan el impacto que tiene este método de enseñanza sobre el rendimiento académico de los estudiantes a través de un diseño experimental en ambos cursos. A partir de esto, los autores concluyen que los estudiantes alcanzan una mayor comprensión a través del juego puesto que resultan más atractivos y contribuyen a lograr un mejor aprovechamiento de los elementos para el aprendizaje.

Complementando la exploración de técnicas creativas para la generación de un mayor impacto en el aprendizaje de los estudiantes, la implementación del MdC ha sido modificada en algunos contextos en donde se han desarrollado esquemas de casos combinados con simulación. Por ejemplo, Tunstall y Lynch (2010) desarrollaron un caso relacionado a los problemas que se presentan en organizaciones de pequeña y gran escala, soportado en un juego, atractivo en elementos visuales, compuesto por objetos y personajes que seguían una serie de tareas controladas por los usuarios. Como resultado de la implementación, se obtuvo que la percepción de los estudiantes fue favorable, al expresar que sentían mayor conexión en comparación con los casos de estudio tradicionales y que al sentir un ambiente real generaban un aprendizaje más profundo.

En conclusión, las investigaciones realizadas sobre la implementación de estrategias pedagógicas alternativas evidencian un impacto positivo en el aprendizaje y desarrollo de habilidades en los estudiantes, por lo que se definió como propuesta pedagógica la construcción y aplicación de un caso que abarcara de manera integrada los temas de la asignatura a nivel estratégico y operacional, y que, soportado en un modelo de simulación permitiese evidenciar el impacto de las decisiones en la globalidad de una sistema de producción.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. General**

Diseñar un caso soportado en un modelo de simulación como estrategia pedagógica alternativa en la asignatura de Producción del programa de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá.

## **3.2. Específicos**

3.2.1. Diseñar el caso bajo los parámetros establecidos por el MdC.

3.2.2. Diseñar el instructivo de enseñanza (Teaching Note) que guíe al profesor en la implementación del caso.

3.2.3. Desarrollar un modelo de simulación en FlexSim que represente la situación del caso, junto con sus restricciones, para evaluar el impacto de las soluciones planteadas por los estudiantes en un ambiente estocástico.

3.2.4. Evaluar el impacto en el aprendizaje de los estudiantes a través de la aplicación de un cuasi diseño de experimentos.

## **4. Metodología**

### **4.1. Construcción del Caso**

Para la construcción del caso se tomaron las buenas prácticas establecidas por Harried en su artículo *What makes a good case* (1998), y en colaboración con Gill, Dinan y Cliff, recopiladas en los libros *Informing with the Case Method* (2011) y *Start with a History* (2007), en donde se determina como paso inicial la selección de los temas a tratar y la definición de los objetivos que se quieren lograr con el caso. Para lograr esto, a través de un diálogo con un profesor representante de la asignatura, se establecieron tres grandes temáticas que, por su interrelación respecto al impacto de las decisiones en la cadena de producción, incluyen de manera integrada diversos conocimientos que exigen una comprensión global de un problema de producción del mundo real.

Las temáticas escogidas: pronósticos, política de inventarios y programación de la producción, fueron seleccionados con el objetivo de que el estudiante pueda evidenciar de manera global el impacto de sus decisiones en toda la cadena de producción, ya que estos tres grandes núcleos temáticos sugieren una revisión de la mayoría de temas estipulados en la asignatura, según lo definido en el plan de estudios de Producción (Syllabus).

De acuerdo a lo anterior, para cumplir con la demanda, el estudiante debe primero hacer una predicción de cuáles serán las cantidades requeridas de los productos e interpretar este pronóstico con el fin de explorar alternativas para la elaboración de un plan maestro de producción y la implementación de políticas de inventarios, considerando los niveles de servicio deseados, capacidad de los recursos y costos asociados a dichas políticas. Además de lo anterior, al plantear en el caso la llegada de un nuevo cliente a la compañía, el estudiante se ve en la necesidad de analizar una nueva oportunidad de mercado, posibilitando de esta manera su participación en la toma de decisiones a nivel operativo y estratégico.

Posteriormente, una vez se haya diseñado una estrategia que garantice la disponibilidad de los recursos para la producción, se debe contemplar la manera en que se cumplirá con el pronóstico, tanto en los requerimientos en cantidad, como con las restricciones en tiempos de entrega. De esta manera, el estudiante debe integrar los conocimientos teóricos aprendidos en la asignatura, considerando en cada decisión, las decisiones tomadas previamente.

Para la construcción del contexto del caso, según los parámetros establecidos en el MdC, se tomó como referencia la empresa *Lácteos Rancho los Álamos*, compañía dedicada a la producción de quesos y yogures naturales de alta calidad; donde, a partir de varias visitas de campo se realizó el levantamiento de la información concerniente a los procesos y modo de operación actual. Además, mediante entrevistas con los empleados y el fundador de la empresa, se obtuvo una amplia descripción de la historia y los retos enfrentados hasta el momento, lo que hizo posible una comprensión integral del contexto.

Teniendo esta información, se estableció una estructura general de la historia, en donde se exponen las condiciones de la empresa, modificadas en ciertos aspectos para poder establecer situaciones que estudiante a enfrentar retos que requieren de un análisis profundo de las particularidades de la empresa para el proceso de toma de decisiones. El caso se desarrolla con la siguiente estructura:

Tabla 2. Estructura del caso

<b>Introducción</b>	Expone el objetivo central de la empresa y se presenta al personaje principal quien será el responsable de tomar las decisiones asociadas a las problemáticas planteadas en el caso.
<b>Historia de la empresa</b>	Presenta la historia de la empresa desde sus orígenes, mostrando su evolución en el tiempo y su conformación actual.
<b>Productos</b>	En este apartado se describen los tipos de producto que produce la empresa, referencias de tamaño comercializadas y los insumos utilizados para el proceso de elaboración.
<b>Proceso</b>	Se describe de manera general el proceso de elaboración de los quesos incluyendo factores de mano de obra, capacidad de los recursos empleados y tiempos de procesamiento. Se hacen evidentes las restricciones del proceso.
<b>Operación y costos asociados</b>	Se presentan condiciones actuales de operación de la empresa como restricciones horarias de trabajadores y horarios en los que los diferentes tipos de producto deben ser entregados al cliente. Además de esto, se enuncian las condiciones para el pedido de insumos, planteando controversias frente a manera en que se asumen los costos de pedir y mantener inventario actualmente en la empresa.
<b>Cierre</b>	Se concluye el documento con una situación que incita al protagonista a evaluar las condiciones de operación actuales de la empresa para poder dar respuesta al desafío planteado. En este apartado se incluyen preguntas de análisis que pueden ayudar al estudiante a entender de manera global las implicaciones de las condiciones expuestas, para iniciar el proceso de toma de decisiones.

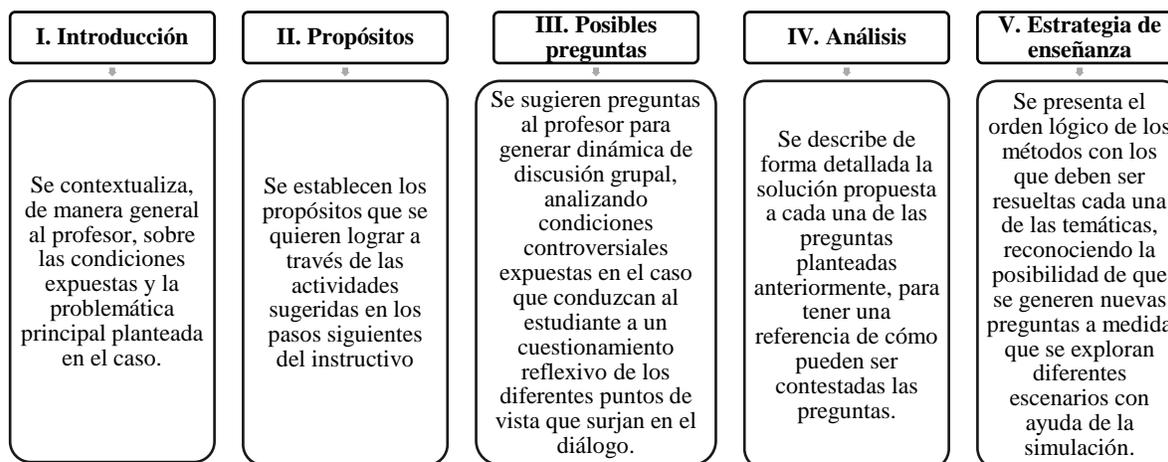
Siguiendo la estructura presentada anteriormente, el caso cuenta la historia de Julián Romero, un ingeniero industrial nombrado como nuevo jefe de producción de derivados en “Rancho los Álamos”, una empresa de su familia que se dedica a la producción de quesos de alta calidad. La labor de su cargo consiste en estimar cuáles serán las ventas futuras de estos productos y asegurar que se cuente con los recursos necesarios para su elaboración con el fin de responder a la demanda de manera efectiva, teniendo en cuenta que el objetivo de la empresa es mantener un nivel de servicio del 100%. Julián empieza a detectar ciertos vacíos en el modo actual de operación de la empresa y, cuando recibe la propuesta de una de las creperías más importantes del país para que Rancho Los Álamos sea su único proveedor de queso tipo pera, se da cuenta que debe llenar estos espacios y plantear mejores estrategias para establecer con certeza si cuentan con la capacidad necesaria de atender esta demanda (Anexo A *Caso Lácteos Rancho los Álamos*)

Una vez definida la historia, según los requerimientos establecidos por el MdC, dentro de la construcción del caso se debe establecer una metodología de enseñanza que sirva como guía al profesor durante el desarrollo de la actividad, con el fin de lograr una dinámica que permita alcanzar los resultados deseados con la aplicación del caso.

#### 4.2. Construcción del Instructivo de Enseñanza

Para la construcción del instructivo de enseñanza se tomó como referencia el aporte de Clyde Freeman Harried (2007) sobre la estructura y características principales de este documento, basado en la recopilación de algunas de las metodologías de enseñanza desarrolladas por Harvard en sus casos. A partir esta información y de acuerdo a los objetivos establecidos con el profesor representante de la asignatura, se establece la siguiente estructura para el instructivo de enseñanza:

Ilustración 1 Estructura del instructivo de enseñanza



Se puede consultar instructivo de enseñanza completo en el Anexo B *Instructivo de enseñanza*.

El éxito de la implementación del MdC, reside en gran medida en la metodología de enseñanza que se emplee para su desarrollo, por lo cual, la estructura del instructivo de enseñanza presentada anteriormente, constituye una guía para que el profesor oriente al estudiante durante el caso, hacia un proceso de análisis y comprensión de las situaciones para el afianzamiento de los conocimientos. Por lo anterior, se proponen los siguientes momentos para la ejecución del caso, especificando lo que se espera conseguir con la implementación de cada actividad:

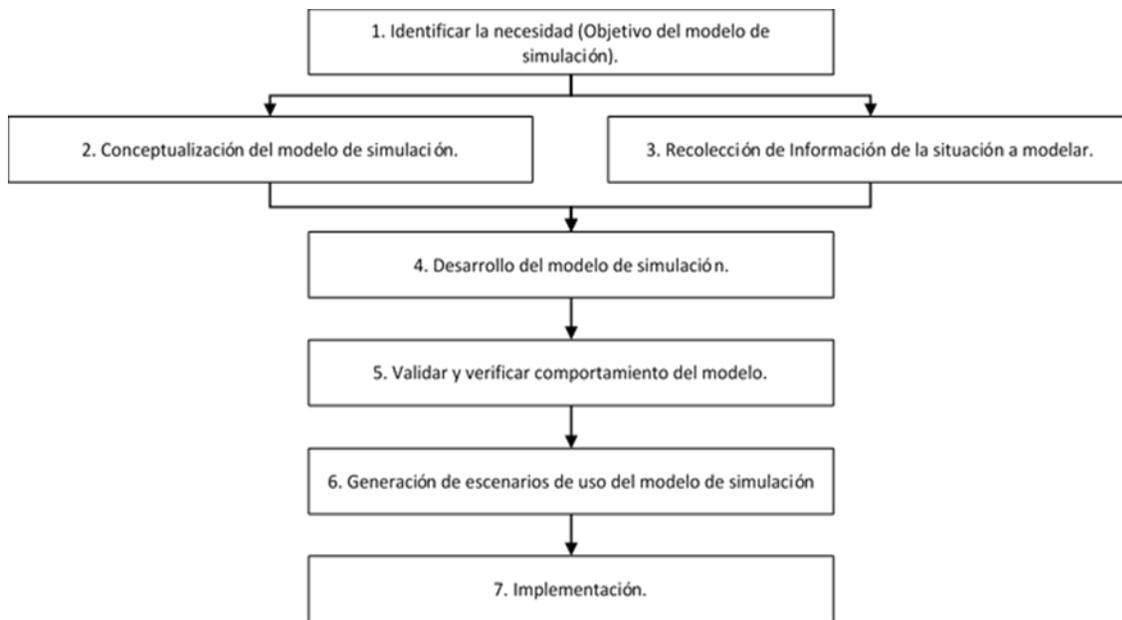
Tabla 3. Actividades para el desarrollo del caso.

Actividad	Resultado esperado
<b>Lectura del caso</b>	Los estudiantes identifican principales condiciones del contexto y algunos de los requerimientos del caso.
<b>Ronda de preguntas del caso</b>	Los estudiantes entienden claramente las condiciones actuales de la empresa y los objetivos que deben cumplir asumiendo el rol del protagonista.
<b>Discusión preguntas de análisis</b>	Los estudiantes analizan las cuestiones presentadas y toman en cuenta los puntos de vista opuestos (incluyendo la perspectiva presentada en el caso) para formular sus respuestas y generar alternativas de solución.
<b>Desarrollo del caso</b>	Los estudiantes comprenden de manera profunda las condiciones del caso e identifican estrategias que le permitan cumplir con el objetivo planteado. Realizan un acercamiento a posibles métodos de solución que se ajusten a las condiciones específicas del contexto presentado y escogen los modelos que aplicarán, teniendo en cuenta el orden en que deben tomar decisiones para resolver el problema.
<b>Acercamiento al modelo de simulación</b>	Los estudiantes reconocen la relación entre pronósticos, política de inventarios y programación de la producción. Reconocen que un cambio e de las decisiones, tomadas en cualquier nivel, modifica la manera en que se cumplen los pedidos.
<b>Análisis soluciones</b>	El estudiante comprende la relación directa que existe entre sus decisiones y los indicadores y utiliza la información de los indicadores para ajustar su decisión actual y volver a evaluar.
<b>Discusión de diferencias en soluciones</b>	El estudiante reconoce el impacto de la variabilidad en un modelo con condiciones estocásticas.

#### 4.3. Diseño del Modelo de Simulación

Para la construcción del modelo de simulación se tomó como referencia la metodología de Banks (1999), que establece las etapas necesarias para la construcción de un modelo de simulación, como se presenta en la Ilustración 1.

Ilustración 2 Diseño de Modelo de Simulación



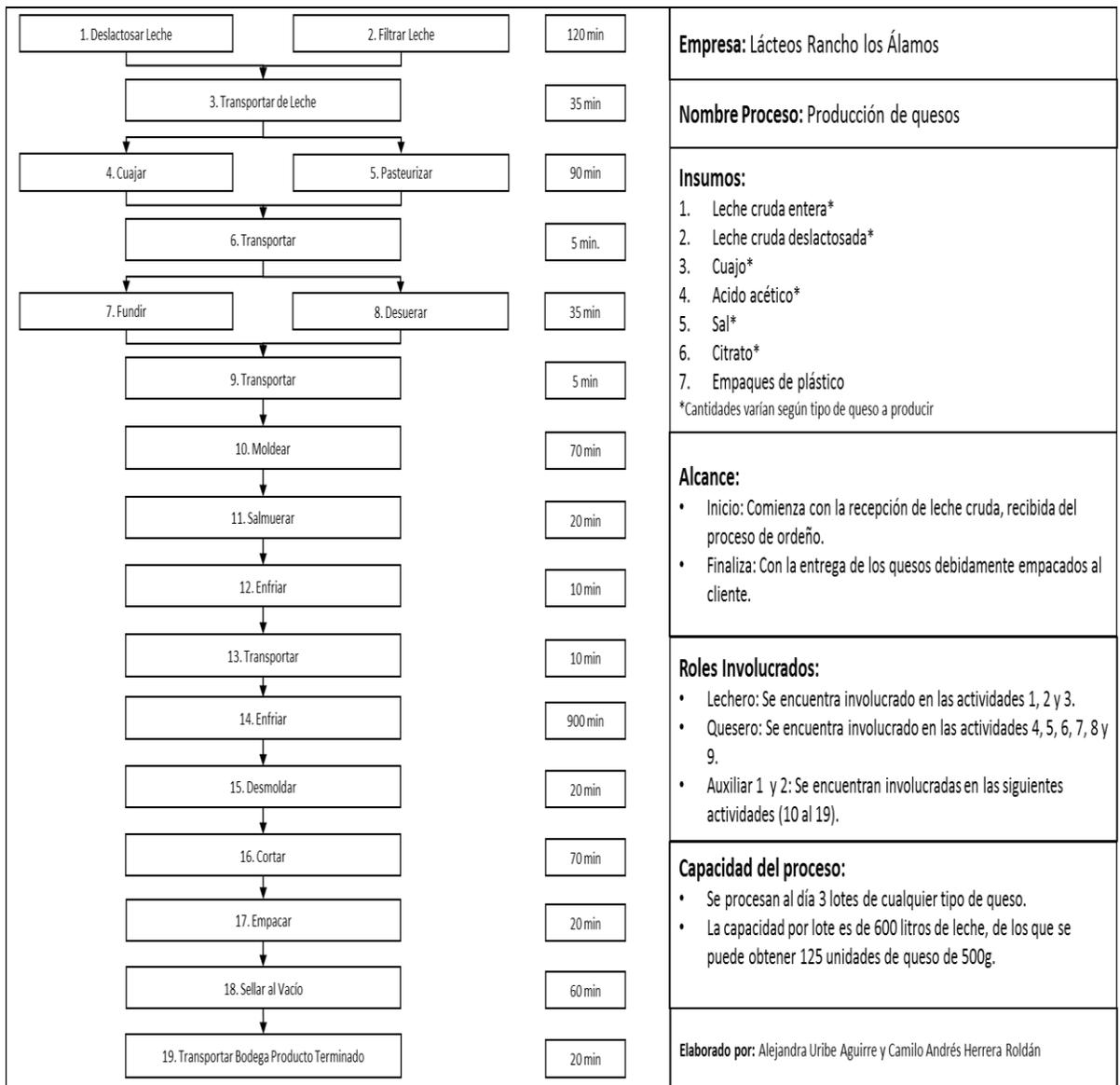
Siguiendo el primer paso, se identificó cuál es el objetivo del modelo de simulación, que en este caso se entiende como la necesidad de permitir al estudiante observar el impacto de las decisiones en el sistema de producción y dar respuesta a los interrogantes planteados en el caso. Por lo que se comenzó con la estructuración de las necesidades del estudiante, con el fin de identificar los retos a los que se enfrentaría, las decisiones que podía tomar y el resultado que esperaba observar. Como se presenta en la *Tabla 5*.

*Tabla 4. Interrogantes, decisiones y resultados del caso*

<b>Interrogantes</b>	<b>Decisiones</b>	<b>Resultado</b>
¿A qué se puede deber la incertidumbre en el cumplimiento de la demanda, algunos meses presentando faltantes y en otros gran cantidad de sobrantes?	Pronósticos	Nivel de acierto de los pronósticos versus la demanda.
¿Por qué la contabilización de costos de pedido no es adecuada? ¿Qué otros componentes deben tenerse en cuenta para tomar decisiones acerca de la política de inventarios?	Política de Inventarios	Costos asociados a los inventarios. Nivel de servicio en la política de inventarios.
¿Se pudo haber coordinado de manera diferente la ejecución de las órdenes para lograr el cumplimiento de la demanda?	Programación de la Producción	Cumplimiento de la demanda (Cuantificación de faltantes y/o excedentes). Valor de las ventas generadas y pérdidas.

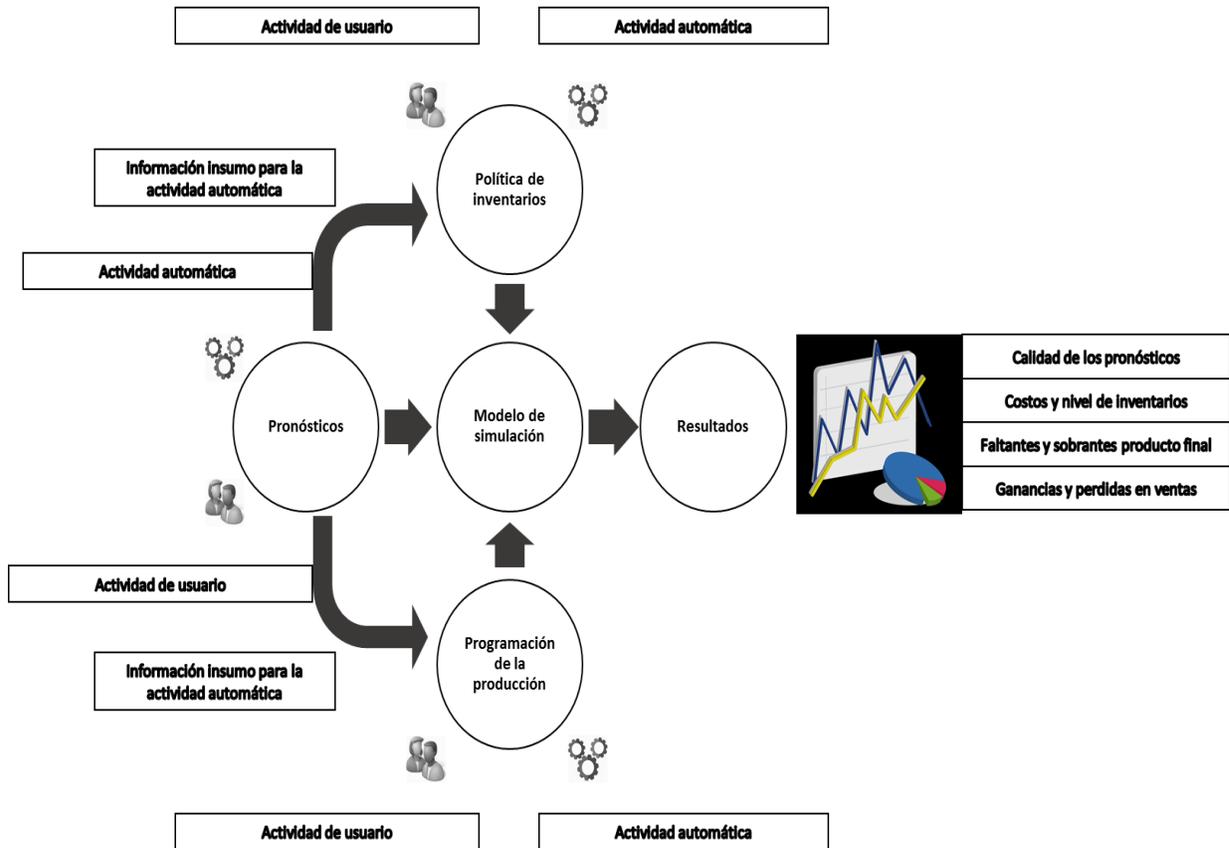
Posteriormente, se realizó un análisis detallado del proceso de producción de quesos de la Empresa Rancho los Álamos, definiendo su alcance, flujo, variables, parámetros y fronteras, obteniendo como resultado el reconocimiento de características tales como: i) insumos usados en el proceso, características y relación con los productos, ii) etapas por la que surte cada uno de los productos y relación entre estas, iii) personal involucrado, turnos de trabajo y sus respectivas funciones, iv) restricciones de capacidad, v) comportamiento de la demanda de cada uno de los productos.

*Ilustración 3 Diagrama de Proceso de la Producción de queso en Lácteos Rancho los Álamos*



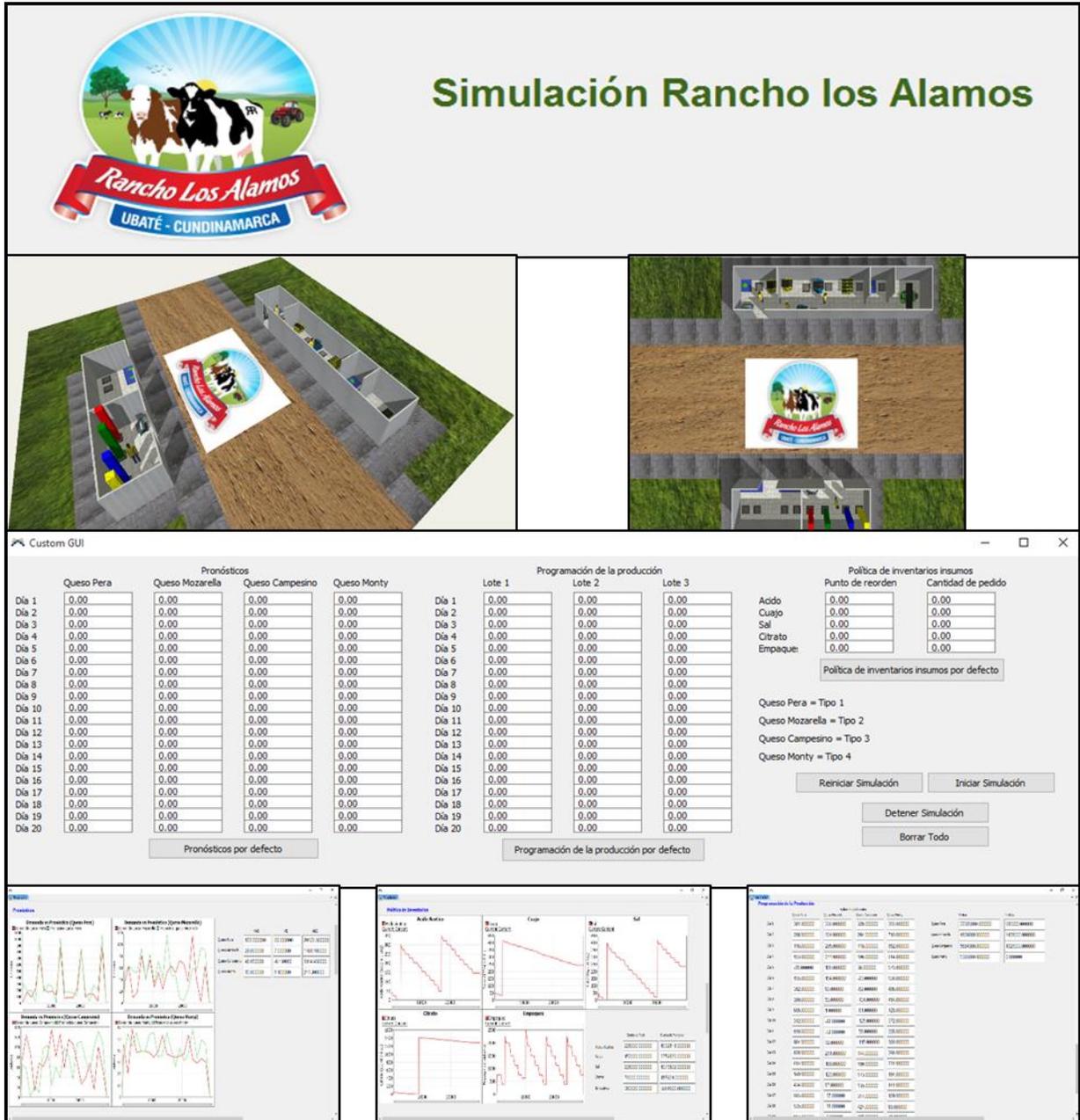
A partir de la información recolectada y analizada, se construyó el modelo teniendo en cuenta los elementos anteriormente mencionados. Además de esto, en la construcción del modelo se consideraron dos modos de ejecución: automático y manual, para lo cual se desarrollaron algoritmos internos que garantizan una solución factible en caso de que el estudiante decida generar los datos de la simulación de manera automática, en la Ilustración 3 se muestra las funciones del modelo de simulación.

Ilustración 4 Arquitectura Modelo de Simulación



Finalmente, se construyeron las interfaces de entrada y de salida, donde la primera le permite al estudiante cargar al modelo las decisiones que puede tomar sobre el sistema de producción: ingreso de pronósticos, política de inventarios y programación de la producción; la segunda, presenta las variables y gráficas que ilustran los resultados de sus decisiones y comportamiento del sistema de producción, como se visualiza en la *Imagen 4*. Se puede consultar la simulación y su instructivo el Anexo C *Simulación Lácteos Rancho los Álamos* y Anexo D *Instructivo para uso de la Simulación*.

Ilustración 5 Modelo de Simulación



#### 4.4. Diseño del Experimento

Para evaluar el impacto que tiene la aplicación de la propuesta pedagógica, compuesta por el caso y el modelo de simulación, se desarrolló un cuasi-experimento en el que se seleccionó como población de estudio, un curso al azar de los tres que actualmente están cursando la asignatura de Producción. Se tomó este grupo partiendo de que la población total de estudiantes obedece a condiciones similares en las que se desarrolla la asignatura, como son contenido temático, herramientas pedagógicas y de evaluación (Parciales, casos y actividades en clase) ya que están estandarizados.

Con el fin de validar el supuesto de que los grupos están en las mismas condiciones, se realizó una comparación del promedio en la asignatura de Producción y del semestre en el que esta cada uno de los estudiantes. Una vez realizada la comparación, se obtuvo que no existen diferencias significativas entre los promedios de la asignatura y el semestre que cursan los estudiantes del grupo de la muestra en relación a la población, con un p-value de 0.29 y un p-value de 0.623 respectivamente.

En el experimento se definió como factor de estudio, la implementación de la estrategia pedagógica alternativa y como variable de respuesta, el resultado de los estudiantes en las siguientes competencias: i) Pensamiento Crítico y ii) Aprendizaje Integrado. Estas competencias fueron medidas a través de la adaptación de las rúbricas sugeridas por *Association of American Colleges and Universities* (Association of American Colleges & Universities). Como se exponen a continuación:

Tabla 5 Rúbricas

<b>Rúbrica</b>	<b>Aprendizaje Integrado (Integrative Learning):</b> Capacidad que desarrolla el estudiante para realizar conexiones entre conocimientos teóricos, ideas y experiencias que le facilitan el entendimiento y aplicación de nuevos conocimientos en situaciones de alta complejidad.			
<b>Componente</b>	Transferencia: Capacidad de aplicar conocimientos, habilidades, teorías o metodologías en una situación.			
<b>Calificación</b>	<b>Superior</b>	<b>Medio superior</b>	<b>Medio básico</b>	<b>Básico</b>
	Aplica y adapta los conocimientos, habilidades, teorías o metodologías para resolver problemas o explorar alternativas de manera novedosa.	Aplica y adapta conocimientos, habilidades, teorías o metodologías para resolver problemas o explorar alternativas.	Uso de conocimientos, habilidades, teorías o metodologías con un entendimiento previo de la situación.	Uso de conocimientos, habilidades, teorías o metodologías de manera básica.
<b>Rúbrica</b>	<b>Pensamiento crítico (Critical thinking):</b> Capacidad que tiene el estudiante para explorar y comprender problemas, ideas y eventos antes de aceptar o formular una opinión o conclusión respecto a ellos.			
<b>Componente</b>	Conclusiones y relación de resultados: Habilidad que le permite al estudiante comprender las consecuencias e implicaciones que tienen ciertas decisiones en una situación y generar conclusiones a partir de un análisis previo.			
<b>Calificación</b>	<b>Superior</b>	<b>Medio superior</b>	<b>Medio básico</b>	<b>Básico</b>
	Las conclusiones e implicaciones formuladas por el estudiante son lógicas y reflejan un análisis a profundidad del problema estudiado, demostrando habilidad para exponer evidencias y perspectivas en orden de prioridades.	Las conclusiones están formuladas con base en un rango de información que incluye puntos de vista opuestos. Implicaciones y consecuencias de las decisiones se identifican claramente.	El estudiante elige cierta información que respalde específicamente su conclusión. Se identifican algunas implicaciones de las decisiones de manera clara.	Las conclusiones formuladas por el estudiante se relacionan vagamente con una parte de la información. Las consecuencias e implicaciones son sumamente simplificadas.

La selección de las rúbricas para evaluar el impacto de la implementación de la propuesta, se hizo con el fin de emplear criterios de evaluación que estuvieran relacionados con objetivos de enseñanza afines a habilidades que, según algunos autores mencionados en el apartado de antecedentes, pueden ser desarrolladas a través de la aplicación de técnicas alternativas, como el MdC y la simulación. De esta manera, la implementación de esta propuesta pedagógica pretende promover las competencias establecidas por ABET, pero su impacto será evaluado a través de las rúbricas seleccionadas.

Para el desarrollo del experimento, se dividió el curso seleccionado en dos grupos de manera aleatoria y del mismo tamaño, obteniendo un grupo de control y un grupo experimental. Al grupo experimental se

le presentó el caso completo y el modelo de simulación, siguiendo la metodología establecida en el instructivo de enseñanza, en un tiempo de dos horas y con el acompañamiento de un profesor de la asignatura, con lo que se pretendió evaluar las anteriores rúbricas a partir de las intervenciones de cada uno de los estudiantes en el desarrollo de la actividad, interacción con el modelo de simulación y las respuestas plasmadas en el cuestionario que se diligencia al final de la actividad. En el grupo de control, se le entregó una versión resumida del caso y la actividad fue conducida de tal modo que siguiera la estructura de un taller - examen, por lo que no se siguió la metodología establecida por instructivo de enseñanza y no contaron con el modelo de simulación, finalizando con el mismo cuestionario que se le entregó al grupo experimental (Anexo E *Cuestionario Experimento*).

La calificación de la rúbrica, se hizo de manera conjunta con un profesor representante de la asignatura. El proceso se dividió en dos etapas: en la primera, se realizó un primer acercamiento evaluando los aspectos teóricos teniendo como referente las respuestas consignadas en el cuestionario por cada uno de los estudiantes de los dos grupos, obteniendo como resultado inicial una nota por cada una de las rúbricas seleccionadas. En la segunda etapa, se complementó la evaluación de los estudiantes pertenecientes al grupo experimental, partiendo de los aspectos propios de la aplicación del MdC tales como: i) participación en las discusiones, ii) exploración de alternativas de solución, y iii) interacción con la simulación.

Entre los hallazgos de la segunda etapa de la evaluación, se encontró que: i) con respecto a las discusiones generadas en el grupo experimental, los estudiantes realizaban cuestionamientos y retaban las decisiones y los procesos que actualmente la empresa tiene en su sistema de producción, complementándolo no solo con conocimientos teóricos de la asignatura de producción, sino a su vez con herramientas estadísticas y metodologías como estudio de tiempos y movimientos, cálculo de la capacidad del proceso, costeo ABC, entre otras, ii) en la búsqueda de soluciones, evaluaron posibles metodologías y alternativas que podían tomar a partir de un análisis profundo de la situación planteada, encontrando patrones y condiciones que facilitarían el acercamiento a soluciones que tuvieran un respaldo teórico y matemático, iii) por último en la interacción con el modelo de simulación, a través de la implementación de diferentes alternativas de solución, evidenciaron el impacto de la variabilidad en sus decisiones, percibiendo que sin importar el método que escogieran para resolver los retos que se le plantearon, el componente de variabilidad tenía un fuerte impacto en el resultado del proceso, por lo que una solución a un problema puede tener un resultado diferente si en la situación cambia en uno o varios de sus componentes.

## 5. Componente de Diseño de Ingeniería

### 5.1. Declaración de Diseño:

Diseño de un caso que contenga temas específicos de producción y un modelo de simulación que represente el contexto del caso y permita visualizar el impacto de las decisiones que tomen los estudiantes.

### 5.2. Proceso de Diseño:

La construcción del caso, primer componente del diseño propuesto, se realizó a partir de las buenas prácticas sugeridas por Clyde Freeman Harried (2007), las cuales además de ser una guía para la elaboración de un caso bajo los parámetros del MdC, son el estándar de calidad declarado para este trabajo. A continuación, se exponen los pasos propuestos por el autor para el diseño del caso, así como las actividades realizadas para el cumplimiento de cada una de estas declaraciones.

*Tabla 6. Proceso de diseño del caso*

Pasos	Actividades realizadas
<b>Selección de temas y objetivos</b>	La selección de los temas se hizo con base en el contenido temático declarado en el Syllabus de la asignatura, junto con el concepto de un profesor de la materia, con el fin de elegir contenidos con alto grado de interrelación que posibilitaran el logro de los objetivos propuestos. Los temas escogidos fueron pronósticos, política de inventarios y programación de la producción.

<b>Construcción del contexto del caso</b>	El contexto del caso se construyó a partir de una empresa real, donde a través de entrevistas y visitas de campo se obtuvo la información para describir de manera detallada la historia de la compañía, procesos de elaboración de sus productos y las condiciones de operación, teniendo en cuenta que el caso no superara las 10 páginas
<b>Definición de la metodología de enseñanza</b>	Construcción del instructivo de enseñanza, documento en el que se hace sugerencias al profesor sobre los pasos a seguir, temas, actividades y preguntas que convienen para el desarrollo del caso, generando espacios de discusión y apropiación del conocimiento.

En el proceso de diseño para el modelo de simulación, se siguieron las etapas establecidas por Jerry Banks, con que lo que se garantizó el cumplimiento del diseño planteado “... *modelo de simulación que represente el contexto del caso y permita visualizar el impacto de las decisiones que toma el estudiante*”. Como se muestra en la las etapas y las acciones tomadas:

*Tabla 7 Proceso de diseño de simulación*

<b>Etapas</b>	<b>Actividad realizada</b>
<b>Identificar necesidad.</b>	Para identificar el objetivo final del modelo de simulación, se partido identificando las necesidades que tiene el estudiante al desarrollar el caso y los conocimientos y habilidades que pretende desarrollar el mismo.
<b>Conceptualización del modelo de simulación.</b>	Una vez realizado el entendimiento de la necesidad, se analiza el proceso a modelar (Situación del caso – producción de quesos) y se identifican las entradas y salidas del modelo, las actividades que tiene como alcance, variables y parámetros que determinan su comportamiento, entre otros.
<b>Recolección de la información a modelar.</b>	Teniendo un concepto del modelo, se procede a conocer en detalle el proceso y hacer la recolección de la información del mismo, que después será entendida por el modelo como los parámetros y variables.
<b>Desarrollo del modelo de simulación.</b>	Con la información anterior se procede a la construcción del modelo, en el que se hace un acercamiento inicial con el montaje de los procesadores, roles involucrados en el proceso y las conexiones entre estos. Ingresando a su vez el comportamiento de los parámetros y variables.
<b>Validar y verificar comportamiento del modelo.</b>	Una vez teniendo un boceto inicial, se corre el modelo para observar el comportamiento de las variables de control del proceso, comparándolas con indicadores del proceso, que para este caso se tomaron capacidad del proceso de producción y tiempos de finalización de una corrida de producción. A su vez se validó que las variables de entrada del modelo (Decisiones de los estudiantes) fueran cargadas y procesadas de la manera correcta por el modelo y las variables de salida fueran congruentes con el proceso.
<b>Generación de escenarios de uso del modelo de simulación.</b>	Para el modelo de simulación objeto de este proyecto, los escenarios que se validaron se basaron en pruebas de usuario en la que se evaluaron las posibles interacciones del estudiante con el modelo.
<b>Implementación</b>	Como implementación, se tomó la aplicación el experimento.

### **5.3. Requerimientos de Diseño**

El diseño permite:

1. Ingresar las decisiones tomadas por el estudiante en los módulos de pronósticos, política de inventarios y programación de la producción, habilitados en la simulación.
2. Simular 20 días de producción con las condiciones descritas en el caso.
3. Generar una solución de manera automática e independiente para los módulos de pronósticos, política de inventarios y programación de la producción.
4. Generar una interfaz de indicadores y gráficas de desempeño que permitan el análisis del estudiante respecto a las decisiones tomadas en un ambiente estocástico, al finalizar la simulación.

### **5.4. Pruebas de Rendimiento**

1. Para el cumplimiento del primer requerimiento de desempeño se desarrolló en el modelo de simulación una interfaz de salida, donde se exhiben indicadores y gráficos de resultados que muestran el comportamiento del sistema de producción simulado, el cual es afectado, por las variables estocásticas y las decisiones tomadas por los estudiantes.
2. Los requerimientos de desempeño 2, 3 y 4 se promueven a través de la implementación del MdC, debido a que el caso fue construido a partir de una situación real que plantea problemáticas propias del contexto y a través de la metodología sugerida en el instructivo de enseñanza. Mediante el instructivo de enseñanza se sugiere al profesor la generación de espacios que permitan la discusión de una situación desde diferentes perspectivas, propiciando la construcción de soluciones colectivas.

### **5.5. Restricciones**

1. La aplicación del caso debe ajustarse a las horas disponibles en la asignatura de producción: Para esto se desarrolla un cronograma para la implementación de la propuesta pedagógica en donde se definen actividades a desarrollar, objetivo de cada actividad, descripción de la actividad, tiempo estimado y resultado esperado (Anexo F. Cronograma de actividades para el desarrollo del caso).
2. Para la aplicación del caso se debe contar con una sala de cómputo en la que se cuente con el software de Flexsim, por lo cual es necesario que para la ejecución de las actividades: acercamiento al modelo de simulación, análisis soluciones y discusión de diferencias en soluciones, estipuladas en el cronograma del desarrollo del caso, el profesor debe reservar una sala de cómputo que cuente con el software.

3. Se garantizó que la extensión del caso no superara las 10 páginas, sin incluir anexos. El instructivo de enseñanza no superara las 4 páginas, según lo definido en las buenas prácticas establecidas por Clyde Freeman Harried.

## 5.6. Cumplimiento del Estándar

Con el objetivo de garantizar el cumplimiento del estándar de calidad declarado, se cumplieron los pasos para la construcción de un caso bajo los parámetros del MdC establecidos en las buenas prácticas propuestas por Harried (2007), como se muestra en el apartado de metodología y proceso de diseño. Además, se destaca que en el desarrollo del caso se cumplieron con varias de las recomendaciones que se plantea en el artículo *What makes a good case* (1998) del mismo autor, que expone las siguientes características:

- *Un caso parte de una historia real:* El caso fue construido con base en la historia y condiciones de operación de una empresa fabricante y comercializadora de derivados lácteos real ubicada en Ubaté.
- *Un buen caso genera empatía con los estudiantes:* El caso genera empatía con los estudiantes al describir en gran detalle la historia de una compañía colombiana, consolidada gracias al esfuerzo de una familia, donde el protagonista es un personaje con características cercanas a los estudiantes, al ser un recién egresado de ingeniería industrial que debe tomar decisiones de gran impacto en una compañía.
- *Un buen caso es relevante para los estudiantes:* El caso presenta una situación a la se puede ver enfrentado en el desarrollo normal de su profesión.
- *Un buen caso tiene una utilidad pedagógica:* El caso es una herramienta útil para el profesor ya que le permite mostrar la relación entre la teoría y la práctica, a través de una situación real.
- *Un buen caso tiene un conflicto:* En el caso se presenta un dilema, en el que el protagonista debe aceptar o rechazar una oferta de un nuevo cliente.
- *Un buen caso fuerza a tomar decisiones:* Por el conflicto presentado en el caso, el estudiante debe tomar decisiones referentes a la gestión de cada una de las políticas de la empresa para estar en la capacidad de aceptar o rechazar el nuevo cliente. Además de esto, la simulación permite probar las decisiones que se consideran relevantes.

## 6. Resultados

Una vez realizado el experimento, el análisis que se realizó a las a las variables de respuesta buscaba confirmar la hipótesis que se planteó: *¿Existen diferencias significativas en la medición de las rúbricas que pretenden evaluar las competencias en Pensamiento Crítico y Aprendizaje Integrado cuando se aplica el caso propuesto?* por lo que para validar esta hipótesis se hace uso de la prueba de Mann-Whitney, obteniendo los siguientes resultados:

*Ilustración 6 Resultados prueba Mann-Whitney*

Rúbricas	Rango Promedio		Valor-P
	Grupo Experimental	Grupo control	
Aprendizaje Integrado	17,79	11,21	0,017
Pensamiento Crítico	17,50	11,50	0,036

De acuerdo con lo anterior, se puede concluir que sí hay una diferencia significativa en los resultados obtenidos de la medición de las rúbricas entre ambos grupos.

## 7. Conclusiones y recomendaciones

La incorporación de casos en los procesos de enseñanza, son un recurso valioso que puede potenciar el desarrollo de capacidades para la resolución de problemas y análisis crítico de la realidad porque son una herramienta interesante y motivadora que incita al estudiante a participar de manera activa. Con base en los resultados del experimento, se puede concluir que, la presencia de diferencias significativas se debe a que la implementación de la estrategia pedagógica propuesta brinda mayores recursos para medir el desarrollo de las competencias especificadas en las rúbricas de pensamiento crítico y aprendizaje integrado, debido a que el estudiante puede explorar alternativas a través de diferentes elementos y comunicarse de maneras más diversas, en comparación a aquellos estudiantes del grupo de control que sólo pudieron expresarse a través del cuestionario.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace pertinente aclarar que el resultado evidenciado en la evaluación de las rúbricas se debe a la aplicación de toda la propuesta pedagógica en conjunto, debido a que el cuasi-experimento desarrollado evaluó la implementación de todos los componentes en sincronía y por tal razón, no es posible establecer de manera individual en qué grado las estrategias aplicadas aportan al resultado obtenido.

De manera general, tanto los estudiantes del grupo de control, como del experimental, expresaron una percepción favorable del caso, resaltando el hecho de que fuera basado en una empresa real e integrara de manera armoniosa muchos de los temas vistos en la asignatura, puesto que estas características los enfrentaban a situaciones en donde debían identificar conceptos teóricos previos y adaptarlos para poder ser aplicados en el contexto específico. De manera complementaria, aquellos estudiantes que pudieron experimentar con la simulación, expresaron su satisfacción al poder ver recreadas las condiciones descritas en el caso, además de tener la posibilidad de interactuar con el modelo y observar el efecto que tenían sus decisiones en el sistema.

Como valor agregado al caso, el modelo de simulación no solo le permite al estudiante enfrentarse a situaciones de la vida real, sino también evaluar el impacto de sus decisiones, generando así un espacio reflexivo que proporciona situaciones que pueden potenciar el proceso de toma de decisiones, la formulación de conclusiones basadas en evidencias y una mayor comprensión de la relación entre los componentes de sistemas complejos, como es un sistema de producción.

Finalmente, se recomienda que la aplicación del caso se realice en el número de sesiones sugeridas en el instructivo de enseñanza para que las actividades propuestas puedan desarrollarse de manera adecuada, propiciando las condiciones necesarias para la generación de espacios de análisis y discusión que conduzcan al estudiante a una apropiación del conocimiento. En adición a lo anterior, se sugiere un seguimiento constante de las rúbricas de evaluación propuestas, con el fin de evidenciar el proceso de desarrollo de estas competencias.

## 8. Glosario

**Aprendizaje situacional:** Aprendizaje basado en el modelo contemporáneo de cognición situada que busca desarrollar habilidades y conocimientos propios de la profesión, así como la participación en la solución de problemas sociales o de la comunidad de pertenencia. Enfatiza la utilidad o funcionalidad de lo aprendido en escenarios reales (Díaz Barriga, 2003).

**Estrategia de implementación (Teaching Note):** Clyde Freeman Harried (2007), lo define como un documento de instrucciones y recomendaciones dirigido al profesor o a la persona que va a dirigir el caso. En esta guía se incluye un resumen del caso, material adicional para ubicar al docente en el contexto y una serie de preguntas y parámetros sugeridos para aplicar en el desarrollo del caso, que permiten conducir la discusión con los estudiantes de manera provechosa.

**Aprendizaje Activo:** Según Educational Resource Infotation Center (ERIC) (citado en Smith y Van Doren, 2004), se comprende como la relación estudiante profesor, en donde el estudiante está encargado de propiciar los espacios de aprendizaje y de apropiación de los conocimientos, mientras que el profesor tiene un rol de guía durante el proceso que desarrolla el estudiante.

**Aprendizaje Experiencial:** Según Educational Resource Infotation Center (ERIC) (citado en Smith y Van Doren, 2004), se entiende como el conocimiento y habilidades que se adquiere llevando a los estudiantes a actividades que generen experiencias de vida, tales como trabajos en campo, juegos, casos, entre otros.

## 9. Tabla de Anexos

Literal Anexo	Nombre	Desarrollo	Tipo de Archivo	Enlace corto ( <a href="https://goo.gl/">https://goo.gl/</a> )	Relevancia para el documento (1-5)
A	Caso “Lácteos Rancho los Álamos”	Propio	Word	<a href="https://goo.gl/hjHjRT">https://goo.gl/hjHjRT</a>	5
B	Instructivo de Enseñanza	Propio	Word	<a href="https://goo.gl/DyjS2S">https://goo.gl/DyjS2S</a>	5
C	Simulación “Lácteos Rancho los Álamos”	Propio	FlexSim	<a href="https://goo.gl/omxu6V">https://goo.gl/omxu6V</a>	5
D	Instructivo para el uso de la Simulación	Propio	Word	<a href="https://goo.gl/rzbvzF">https://goo.gl/rzbvzF</a>	5

## 10. Referencias

- Association of American Colleges & Universities. (s.f.). *www.aacu.org*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2016, de <https://www.aacu.org/value/rubrics/critical-thinking>
- Association of American Colleges & Universities. (s.f.). *www.aacu.org*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2016, de <https://www.aacu.org/value/rubrics/integrative-learning>
- Banks, J. (1999). Introduction to Simulation. *Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference* (pág. 7). Atlanta: AutoSimulations, Inc.
- Cliff, W. H., & Nesbitt, L. M. (2005). An Open or Shut Case? Contrasting Approaches to Case Study Design. *Journal of College Science Teaching*, 14.
- Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista electrónica de investigación educativa*, 5(2). Obtenido de <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>
- Gill, G. T. (2011). *Informing with the Case Method: A Guide to Case Method Research, Writing, & Facilitation*. Santa Rosa, California: Informing Science Press.
- Gill, G. T. (2014). The Complexity and the Case Method. *Emerald*, 52(9), 1564-1590. doi:10.1108/MD-11-2013-0675
- Herreid, C. F. (20007). *Start with a Story. The Case Study Method of Teaching College Science*. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association.
- Kunselman, J. C., & Johnson, K. A. (2004). Using the Case Method to Facilitate Learning. *College Teaching*, 87.
- Lundeberg, M. A., & Yadav, A. (2006). Assesment of Case Study Teaching: Where Do We Go From Here? Part I. *Journal of College Science Teaching*, 10.
- Manohar, P. A., Acharya, S., & Wu, P. (2014). Enhancing Manufacturing Process Education via Computer Simulation and Visualization. *Journal of Education and Learning*, 172-182.
- Marín, Y., Ramos, Á., Montes, J., Hernández, H., & López, J. (2011). Juego didáctico, una herramienta educativa para el autoaprendizaje en la ingeniería industrial. *Educación en ingeniería*, 61-68.
- McCombie, S. M., & Zimmer, P. (2007). The Case Method: Bridging the College Classroom and Secondary Classrooms. *Journal of Family and Consumer Science*, 52.
- Mondeja, D., Zumalacárregui, B., & Martín, M. F. (2010). Juegos didácticos: ¿Útiles en la Educación Superior? *Pedagogía Universitaria*, 6(3).
- Montes, J., Hernández, H., López, J., & Chica, J. (2010). Impacto de los juegos didácticos como herramienta metodológica en el aprendizaje y la enseñanza de la ingeniería industrial. *Educación en ingeniería*, 37-48.
- Putri Zainal, D. A., Razali, R., & Shukur, Z. (2014). A Guideline of Using Case Method in Software Engineering Courses. *International Education Studies*, 50-65.

- Razali, R., & Putri Zainal, D. A. (2013). Success Factors for Using Case Method in Teaching and Learning Software Engineering. *International Education Studies*, 6. doi:10.5539/ies.v6n6p191
- Sankar, C. S., Kawulich, B., Clayton, H., & Raju, P. K. (2010). Developing Leadership Skills in Introduction to Engineering Course through Multi-Media Case Studies. *Journal of STEM Education*, 11(3), 34-60.
- Smith, J. S. (2003). Survey on the Use of Simulation for Manufacturing System Design and Operation. *Journal of Manufacturing Systems*, 157-172.
- Smith, L. W., & Van Doren, D. C. (2004). The Reality-Based Learning Method: A Simple Method for Keeping Teaching Activities Relevant and Effective. *Journal of Marketing Education*, 66.
- Tunstall, R., & Lynch, M. (2010). The Role of Simulations Case Studies in Enterprise Education. *Emerald Group Publishing Limited*, 52, 624-642. doi:101108/00400911011088953
- Universidad de Antioquia. (s.f.). Estrategias pedagógicas. *Lectura, escritura. Niños, jóvenes N.E.E. II*.