



Capítulo 10 -

Desarrollo de un simulador para el aprendizaje de la planeación y programación de la producción en una empresa

Autor

Juan Sebastián Martínez: Ingeniero industrial del Politécnico Gran Colombiano, Magíster en Ingeniería industrial de la Universidad Nacional de Colombia. Es docente del Politécnico Gran Colombiano desde el 2014 en los campos de logística, producción e investigación de operaciones.

Correspondencia: jsmartinez@poligran.edu.co

Resumen

El diseño de la planeación y programación de la producción es fundamental hoy en día para cualquier empresa, porque nace de la demanda y define cuál va a ser la producción –con todo lo que esto acarrea para una compañía; por lo tanto, es indispensable para un ingeniero industrial que pueda hacer dichos procesos como parte de su ejercicio laboral. Esta necesidad de formación genera este proyecto, que consiste en la creación de una estrategia de aprendizaje inmersivo basada en el diseño, elaboración e implementación de un simulador desarrollado en conjunto con el Laboratorio de Experiencias de Aprendizaje Inmersivo del Politécnico Grancolombiano, y que se espera sea de gran impacto en la adquisición de competencias propias del ingeniero industrial egresado de la Institución.

Palabras claves

Producción, planeación de la producción, programación de la producción, incertidumbre de la demanda, sistemas productivos.

Introducción

La producción en la ingeniería industrial pretende brindar el conocimiento y las competencias necesarias para abordar la transformación de bienes y servicios en todos sus aspectos y desde diferentes enfoques, desde una perspectiva estratégica cuya finalidad será tomar las decisiones de alto impacto a nivel operativo, tal como la distribución de una planta, la configuración del sistema productivo, el enfoque (eficiencia versus nivel de respuesta), entre otras, y cuyo objetivo final será dirigir y coordinar la estrategia de producción. Aborda, asimismo, las decisiones a nivel táctico, en donde se encontrará la planeación de demanda, de los recursos (maquinaria, mano de obra directa), e insumos necesarios para la transformación de un bien o servicio, y por último, las decisiones de nivel operativo la cual tendrá a cargo las actividades que se requieren de manera periódica, tal como la programación de la producción.

Este proyecto se centra en la creación, diseño, planeación y elaboración de un simulador que permite a los estudiantes de Ingeniería industrial abordar de una manera práctica las competencias necesarias para la planificación y programación de la producción (decisiones tácticas y operativas), para

fortalecer sus habilidades en estos temas, y ejercerlas tal como lo haría en su quehacer profesional.

A lo largo de este simulador el estudiante realizará actividades asociadas con la planificación de la demanda, cálculo de capacidades, planeación de la mano de obra e insumos, y programación de los pedidos de producción.

Marco teórico

Problemática que atiende

La problemática se evidencia en la necesidad de que los estudiantes que cursan el módulo de producción puedan fortalecer y apropiarse las habilidades y competencias aprendidas a lo largo del módulo de una manera práctica y próxima a un contexto real. Por ello se considera como una oportunidad el desarrollo de una herramienta virtual que permita a los estudiantes entrar en un contexto de un sistema de producción de una empresa determinada.

Para apropiarse un proceso de producción es necesario un alto nivel de ejercitación por parte del estudiante, para que reconozca las diferentes variables, atributos y restricciones que puede tener un proceso dentro del sistema productivo; precisamente esto es una falencia en los actuales módulos del programa, pues si bien se cuenta con diversos ejercicios y casos, estos terminan volviéndose estáticos a medida que evoluciona el proceso de aprendizaje.

Esto significaba que era necesario implementar una estrategia de aprendizaje con un alto componente práctico. Por eso se pensó en el simulador, donde el estudiante encuentra una empresa con condiciones cercanas a la realidad, siendo incluso probable que sea contratado en una compañía de este sector durante su vida laboral. Dentro de la simulación, el estudiante puede contrastar la teoría y su forma de operacionalizarla en un contexto de incertidumbre; se hace referencia a la incertidumbre, porque la producción depende de la demanda: a medida que esta cambie, afectará la forma en que se aborda la planeación y programación de la producción.

La estrategia de aprendizaje que se empleaba en el módulo consistía en un caso con una serie de datos y parámetros, donde los estudiantes analizaban y realizaban la planeación y programación de la producción para un horizonte de tiempo determinado; sin embargo, el caso era general para todos los estudiantes, propiciando altos índices de plagio, copia en los datos y un análisis

repetido y poco profundo de la situación. Además, el nivel de reto era estático, lo que provocaba baja motivación; en otras palabras, no constituía una exigencia para el alumno. En cambio, el simulador cuenta con tres empresas cuya información, datos y parámetros son aleatorios, lo que significa que el estudiante tendrá un caso personalizado diferente al de los otros equipos, por lo tanto, requerirá de un análisis de entrada, un desarrollo y un análisis de salida diferente. Esto asegura que el estudiante y su grupo se comprometan con la solución del caso, aumentando su nivel de compromiso e implicación en las actividades.

Antecedentes

No es común encontrar herramientas para la planificación y programación de la producción; en algunos casos se emplean sistemas MRP que convierten la demanda de producto en demanda de componentes, apoyados por una legión de “operadores” que utilizan hojas de cálculo con profusión de formatos condicionales, para trazar la situación de los inventarios o stocks, o decidir el orden de la fabricación (Vidal y García, 2010).

Arena es otro *software* que tiene la capacidad de modelar un sistema (no solo productivo), con el objetivo de emular una situación o un proceso ya generado, y cuya salida no se muestra en términos productivos. Este programa tal vez es el más utilizado en el entorno educativo, sin embargo, su alcance no es profundo en lo que a producción se refiere, ya que sus reportes de salida se concentran en una terminología de carácter estadístico y propio de la simulación (en este caso, se refiere a los procesos de simulación típicos a nivel industrial).

También existen herramientas como Warehouse simulation *software*, que se enfoca en que el usuario diseñe el layout de la planta y de la configuración del sistema productivo. El modelado de simulación es muy útil para diseñar, planificar y optimizar las operaciones, lo que para las empresas es fundamental, ya que permite analizar escenarios a bajo costo en un ambiente seguro. Este *software* permite hacer análisis y toma de decisiones respecto a acciones de carácter estratégico, es decir, es válido para el proceso de aprendizaje, incluso es utilizado por diferentes instituciones educativas. Sin embargo, la propuesta de aprendizaje de este proyecto apuesta por un programa que genere una situación ya dada, lo que significa que el estudiante se enfrenta a una situación ya establecida, teniendo que lidiar con las características, condiciones y

restricciones de una empresa determinada, como pasa en la mayoría de los procesos reales, donde el ingeniero debe enfrentarse al problema que tiene la compañía y planificar de acuerdo con lo que tiene y lo que propone.

El simulador de este proyecto simula bajo una perspectiva de escenarios y no de diseño, como es el común denominador de los *softwares* de simulación de producción que hay en el mercado.

Estrategia de aprendizaje

Se desea que haya un proceso de reforzamiento cognitivo; por tal razón, el simulador está pensado de una manera que el estudiante avanza en la planeación de la producción, llega hasta un punto, toma sus decisiones, esto afecta al sistema, y será determinante en el funcionamiento o desarrollo de las siguientes actividades, por lo tanto, el estudiante vuelve a hacer el recorrido, pero avanza más en la siguiente simulación, lo que genera un espiral de aprendizaje donde se apropia, se avanza, se asume lo avanzado y se continúa.

El diseño pedagógico aplicado a este proyecto inicialmente es transversal a lo que se desarrolló en control de calidad y simulación, por lo tanto, inicia con la búsqueda de creación de escenarios de práctica para los módulos de ingeniería industrial; para ello se pensó en ambientes virtuales de tres empresas, sin embargo, durante el diseño cada proyecto tomó sus propios matices y se fue estructurando de manera diferente. En primera medida, se planearon tres empresas: una manufacturera, una de servicios y una mixta, pero como este proyecto es de producción, se trabajaron tres empresas de productos: una ensambladora de carros, una empresa textil y una granja. El *software* le asigna a cada equipo de trabajo una empresa diferente, además, así tengan la misma compañía, se genera una demanda aleatoria con diferentes resultados, lo que ocasiona que cada equipo tenga una simulación de acuerdo con el caso dado.

El *software* proporciona un caso inicial para que el estudiante lo trabaje de manera individual, es decir, se trabaja una metodología activa, que es el aprendizaje basado en casos. El aprendizaje por casos proporciona al estudiante la posibilidad de una profunda y eficaz apropiación de los conocimientos, además de relacionarlos con el método y etapas del proceso (Rodríguez y Lara, 2018).

Toda la estrategia de aprendizaje diseñada para este proyecto es acorde con los postulados de Bruner. El primero de ellos es que la educación debe contar con experiencias y contextos que permitan al estudiante ser capaz de aprender (Bruner, 1988). La implementación de estos escenarios de práctica, por medio de ambientes inmersivos con simulaciones, permite que el estudiante pueda contrastar la teoría con la práctica y lo recibido en las aulas frente a lo que puede encontrar en un escenario laboral.

El otro postulado es que el aprendizaje debe estructurarse de manera que pueda ser más fácilmente comprendida por el estudiante (Bruner, 1988). El proceso de comprensión de la planeación y programación de la producción va a ser mayor, porque la apuesta pedagógica no es que los estudiantes lleguen a un resultado, sino que analicen un caso y le den la solución que consideren más adecuada.

El siguiente postulado dice que el aprendizaje debe diseñarse para facilitar la extrapolación y colmar los vacíos que quedan en el aula (Bruner, 1988). La estrategia está diseñada para que el equipo reúna la información del simulador, la analicen y comparen cuál será la mejor solución; posteriormente, deben argumentar la solución que adoptaron. Tanto el ambiente inmersivo, como la metodología de aprendizaje autoorganizado para la simulación individual con componentes de trabajo colaborativo para la elaboración del informe final, le permiten ir más allá al estudiante y llenar algunos de los vacíos que pueda tener en su proceso de formación.

Un proceso de simulación incentiva el desarrollo humano e incorpora dimensiones sociales, culturales, psíquicas y biológicas, mediante el desarrollo de escenarios laborales, especialmente mediante la incorporación de procesos creativos dados en la búsqueda de soluciones y en la toma de decisiones (Jiménez, 2010).

Modelo para la simulación

El desarrollo de este simulador se realiza con base en el contenido y las competencias impartidas en el módulo de Producción del programa de Ingeniería industrial de la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano. Por otro lado, su idealización y sistematización se envuelven en torno a la experiencia del autor en los estudios, tutoría y enseñanza del módulo a lo largo de los años.

Previo al desarrollo temático y de competencias del simulador, es importante tener en cuenta que las jugadas y los valores son aleatorios, sin embargo, estos valores serán los mismos para un grupo determinado de personas, las cuales al final de la simulación se reunirán para un proceso de consolidación de la información y de coaprendizaje, por medio de la retroalimentación mutua entre pares.

Como se ha mencionado previamente en el documento, la simulación gira alrededor de la programación y planeación de la producción en una organización, por lo tanto, las actividades que componen el mismo corresponden a:

Estimación de la demanda: para el desarrollo de este eje temático en el simulador, se identifica un área inicial dentro de la organización que dé inicio al proceso, allí se generaron valores aleatorios configurados para tener un comportamiento definido (aleatorio, tendencia o cíclico). Estos valores hacen referencia al histórico de ventas del producto en la organización, y con este insumo los estudiantes deben analizar dicho comportamiento y realizar el respectivo pronóstico de la demanda para un horizonte de tiempo de un año; para ello, los estudiantes deben aplicar la teoría típica para pronosticar series de tiempo.

- Demanda estacionaria: Métodos promedios y Suavización exponencial simple.
- Demanda con tendencia: Regresión Lineal y Suavización exponencial doble.
- Demanda cíclica: Suavización exponencial triple (Nahmias, 2014).

Una vez los estudiantes han realizado el pronóstico, lo deben digitar en el simulador; este será el insumo para las actividades posteriores. Igualmente, el simulador les indicará cuáles son los valores de las respectivas medidas de error en el pronóstico seleccionado.

Cálculo de capacidades: esta es una actividad que se realizará en todos los procesos del sistema productivo de la organización; el objetivo es que el estudiante pueda determinar la capacidad de la operación, reconociendo la cantidad de unidades que puede realizar en un año y teniendo en cuenta diversos factores que afectarán el normal funcionamiento. Para esto, se le brinda información de la operación al estudiante, teniendo en cuenta:

- Tiempo que la máquina se demora en procesar una unidad.

- Tiempos de alistamientos.
- Mantenimientos preventivos y correctivos.
- Ausentismos.
- Turnos y días laborados al año.
- Con esta información, el estudiante debe calcular las dimensiones de la capacidad y los tipos de capacidad:
 - Dimensiones de la capacidad: Eficiente, Efectiva y Real.
 - Tipos de la capacidad: Teórica, Instalada y Disponible.

Una vez el estudiante ha realizado dicha actividad, el simulador debe calcular las respectivas medidas de desempeño (Tasa de utilización de la capacidad, Tasa eficiente de la capacidad, colchón de la capacidad) (Nahmias, 2014).

Planeación agregada: en esta actividad de planeación, el objetivo será determinar la cantidad de mano de obra necesaria para satisfacer la demanda (pronóstico realizado), de un año en específico. Esta actividad se realizará en todos los procesos del sistema productivo, y para ello disponen de la siguiente información:

- Tiempo de producción en máquina.
- Turno laboral y días por periodo.
- Costos de tener un operario, contratar, despedir, mantener inventario.
- Stocks de seguridad.

Con estos insumos, el estudiante deberá calcular la cantidad de operarios necesarios para dicha operación por periodo (mes), sabiendo que la asignación generará costos de mano de obra, y para esto utilizará las estrategias clásicas de planeación agregada (Nivelación, Persecución y Mixtas) (Chase, 2014).

Una vez calculado, se deben ingresar los operarios, horas extra y subcontrataciones para cada periodo. En retorno, el simulador le dará los valores de costo que su planeación representa.

Plan de requerimiento de materiales: también conocido como MRP (Material Requirement Planning), tiene como objetivo planear las órdenes o lanzamientos de pedidos de todos los insumos, ensambles y productos que se

realicen en la organización; en el simulador, el estudiante ingresará a uno de los procesos y tendrá disponible la siguiente información:

- Lista de materiales del producto.
- Tiempo que se demora en llegar el producto.
- Cantidad de insumo requerido para el producto o artículo final.

Con esta información el estudiante deberá calcular en qué momento debe solicitar una orden de pedido, de manera que llegue a tiempo para la producción del artículo final y satisfaga la demanda (pronóstico realizado), durante el año.

Para su desarrollo, el autor se basa en la teoría brindada por Nahmias en su libro *Análisis de la producción y las operaciones* (Nahmias, 2014).

Cuando el estudiante realiza el cálculo, debe insertar el momento en que necesita realizar la orden de pedido de alguno de los insumos (aleatorio), y, en retorno, el simulador le mostrará el costo y los inventarios de la planeación.

Programación de la producción (*Scheduling*): en este eje, el estudiante debe ingresar a otro proceso del sistema; allí se les mostrara información asociada a los pedidos de producción, tal como:

- Número de pedidos.
- Fecha de entrega.
- Tiempo que se demora procesar cada pedido.
- Importancia del pedido para la organización.
- Con esta información, el estudiante deberá realizar las respectivas reglas de despacho estáticas de programación de la producción:
 - Tiempo de procesamiento más corto.
 - Fecha de entrega más cercana.
 - Ponderación – Tiempo de procesamiento más corto.
 - Primeras en llegar, primeras en salir.

Cuando el estudiante, con esta información, realice la programación, debe señalar en el simulador la regla de despacho que utilizó y la secuencia; en retorno, el simulador le brindará los diversos indicadores de programación:

- Tiempo de flujo promedio.
- Retardo máximo.
- Tardanza promedio.
- Tardanza ponderada (Nahmias, 2014; Chase, 2014).

A lo largo de esta experiencia el estudiante siempre tendrá retribución en cuestión de indicadores y resultados por parte del simulador, esto con el objetivo de que él compare sus resultados con los obtenidos por el simulador, precisando si lo está haciendo de manera adecuada o está fallando; es por ello que hay actividades iterativas en varios procesos, de manera que se refuerce el aprendizaje y se tenga la oportunidad de corregir las fallas.

También, dado el objetivo de aprendizaje, el estudiante será acompañado por un tutor, quien estará continuamente dando solución a preguntas y desarrollo del contenido del simulador.

Una vez el estudiante finalice las jugadas, se reunirá con el grupo asignado (el cual tuvo la misma información en la simulación), para realizar un informe final con los resultados y experiencias obtenidos a lo largo del proceso.

Desarrollo de la experiencia de aprendizaje

Los tres proyectos de simulación hechos para Ingeniería industrial (producción, control de calidad y simulación), se desarrollaron de manera similar. Se elaboró el diagrama funcional, luego el modelo matemático –que fue el proceso más complejo, tanto para el equipo académico como para el equipo de desarrollo-; el modelo se elaboró en Excel y es la base para las tres empresas, lo que varía son las estaciones, el contexto y sus condiciones iniciales, pero la parte de modelado matemático es igual.

Posterior al modelo matemático se procedió con los guiones, y se hicieron los planos de la distribución de la planta en vista superior. Los guiones se entregaron al equipo de desarrollo y de diseño; los desarrolladores iniciaron la programación en Unity. Por su parte, los diseñadores gráficos trabajaron las

interfaces y los *mockups*. Los animadores 3D realizaron todo el diseño de cada una de las plantas en Maya, y lo integraron a Unity. El diseño 3D de las plantas fue también una parte compleja, porque fue necesario diseñar a escala cada uno de los equipos y partes de la planta.

Los tres *softwares* están en la etapa de programación final y proceso de integración con el LMS Canvas para abrirse a los estudiantes.

Resultados obtenidos

El desarrollo del simulador tuvo una serie de etapas que se desarrollaron conforme la necesidad del módulo y la estrategia del simulador en sentido teórico y su desarrollo práctico; por ello el proceso se puede ver de la siguiente manera:

Estrategia de enseñanza: se contempla cuál es el objetivo de la simulación, cuáles son las competencias y los saberes que se quisieron abordar, con el objetivo de identificar una línea de desarrollo clara del mismo y una visión final del simulador.

Identificación del contenido: se identificaron cuáles eran los ejes temáticos que se debían abordar en la simulación y una breve estructura de cómo se realizarían.

Desarrollo del entorno: se identificaron las empresas para realizar la simulación y se observó su respectivo proceso productivo.

Estrategia de las actividades: se clasificaron los ejes temáticos a lo largo del proceso productivo de las empresas y se les asignaron una serie de actividades.

Formulación de las actividades: se programó y formuló cada una de las actividades para que el simulador generara las respuestas y los resultados esperados en el mismo.

Cierre y ajustes: en este proceso se revisaron los documentos de la simulación, se corrigieron errores en los guiones y en la formulación de las actividades.

Dichos procesos se recopilaron en un guion con el objeto de narrar paso a paso qué se quería, cuáles eran los diálogos que debían tener los personajes y señalar el entorno y forma del sistema productivo y de las empresas seleccionadas. Cada una de las partes, los diálogos, las actividades que debe

desarrollar el estudiante y cómo debe desarrollarlas fue uno de los procesos más dispendiosos y complejos en la elaboración del simulador, porque no se trata únicamente de que el estudiante siga unos procedimientos, sino que va más allá, pues la herramienta debe reaccionar y dar respuesta de acuerdo con las decisiones tomadas por el alumno. Los ingenieros desarrolladores debieron analizar y pensar todo el proceso del guion y del entorno, de manera que el estudiante pudiese tener toda la información y claridad necesaria para realizar su proceso de simulación.

Los resultados de la experiencia generaron un simulador pensado a detalle, en el que el estudiante tuviera la oportunidad de entender todo el proceso de programación de la producción de manera precisa.

Otro de los factores de alta complejidad que se precisaron en el desarrollo se trató de la formulación aleatoria y automática de las actividades; si bien en el aula es fácil desarrollar estos ejercicios en herramientas como Excel, normalmente se trata de ejercicios estáticos y limitados. Para esta herramienta se tuvo que pensar la manera de desarrollar ejercicios aleatorios y cuyos cambios podrían generar dificultades en una formulación determinada, por tal motivo, se desarrolló una línea de programación compleja (en términos de la cantidad de funciones utilizadas), para elaborar salidas del simulador adecuadas para el estudiante.

En la experiencia de desarrollo cabe destacar que también se presentó una dificultad dado el orden de desarrollo del simulador, pues en primera medida se realizaron los guiones completos de las actividades y diálogos, y posteriormente se desarrolló una fase de formulación de las actividades; esto generó que se tuviera que realizar cambios y precisiones en el guion, teniendo que readecuar algunos procesos e ideas pensadas para la jugada y la actividad del proceso y sistema productivo de la empresa.

A pesar de las dificultades presentadas, se encuentran importantes aciertos asociados a la experiencia de desarrollo; se cuenta con un grupo experimentado que permitió plasmar de mejor manera cada uno de los ítems y actividades asociados al simulador, y una vista académica y estratégica que permitiera entender el desarrollo de la experiencia de aprendizaje inmersivo en vista al estudiante.

Los resultados obtenidos con el simulador tienen un futuro prometedor. Con este se espera cambiar el módulo de Producción, donde se pretende como

valor asociado la adquisición y fortalecimiento en las competencias. Su aplicación en el aula permitirá al estudiante desenvolverse en un ambiente práctico y fortalecer sus conocimientos para que estos sean profundos.

Se espera que el estudiante asuma como un reto la asignación del simulador y sus actividades, para que este se convierta un aprendizaje significativo que se refleje en su compromiso, entusiasmo, curiosidad, y que pueda desarrollar los procesos de planeación y programación de la producción.

Se prospectan varios simuladores para el programa de Ingeniería industrial, con ello el estudiante tendrá la capacidad de ejercitar aspectos prácticos que requiere la formación de ingenieros industriales, fortaleciendo sus habilidades autónomas y colaborativas, generando vivencias especializadas en un entorno empresarial.

Conclusiones

La aplicación de este simulador permitirá a los estudiantes un aprendizaje coherente con las competencias y habilidades que pretende desarrollar el módulo de Producción, creando experticia y fortalecimiento en relación con la planeación y programación de las operaciones de un sistema productivo organizacional. De igual manera, le permitirá al futuro ingeniero contar con ambientes de práctica, donde trabaje procesos y actividades propias del quehacer profesional del ingeniero industrial.

Igualmente, el desarrollo de estas herramientas virtuales va encaminado a la búsqueda de nuevas estrategias de aprendizaje, acordes con los cambios que requieren la educación y la manera en que los estudiantes obtienen el conocimiento. El desarrollo de simuladores virtuales de aprendizaje permite generar en los estudiantes desafíos asociados a una competencia, retos que permiten una mejor adquisición y profundidad del conocimiento, y generan un mayor impacto de retentiva en la práctica; con este simulador, los estudiantes podrán realizar ejercicios continuos con diversas variables, condiciones y restricciones del oficio propio de la organización.

La adquisición y uso del simulador en planeación y programación de la producción permitirá solucionar una dificultad actual importante en el módulo de producción, asociada a los actos de plagio y copia que se vienen presentando con la generación de un proyecto estático e igual para todos

los grupos de estudiantes, ya que como se mencionó en el documento, este constará de un ambiente aleatorio y dinámico, asegurándose que ningún proceso de simulación sea igual.

Por último, es importante destacar la experiencia de desarrollo de simuladores virtuales de aprendizaje para la educación superior, pues esto brinda nuevas alternativas a toda la comunidad académica (directivas, tutores, estudiantes). Asimismo, su desarrollo genera a los autores una experiencia de acercamiento con nuevos métodos y con nuevas estrategias, beneficiando a todos los actores en general. Es importante animar a las instituciones y tutores a atreverse al desarrollo de estas experiencias, de manera que se amplifique el espectro de enseñanza a los estudiantes, cuyo ritmo tecnológico y desarrollo en herramientas digitales se viene gestionando desde ya hace unos años.

Referencias

- Bruner, J. (1988). Desarrollo cognitivo y educación. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Chase, R., y Jacobs, F. (2014). Administración de operaciones. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Jiménez, C. (2010). Neuropedagogía lúdica y competencias. Bogotá, Colombia: Magisterio.
- Nahmias, S. (2014). Análisis de la producción y las operaciones. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Rodríguez, N., y Lara, L. (2018). El estudio de casos, método para accionar desde el aula universitaria en el contexto laboral. *Revista Pedagogía Universitaria*, 23(3), 73-82.
- Vidal-Carreras, P., y García-Sabater, J. (2010). Programación de producción en los proveedores del automóvil. *Revista Virtual Pro*, (104). Recuperado de: <https://www.revistavirtualpro.com/revista/planeacion-de-la-produccion/21>

