Universidad Tecnológica Nacional
XVI COINI 2023 1, 2 Y 3 de noviembre de 2023
Facultad Regional San Nicolás

AJEA –Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN
Libro de actas de resúmenes del congreso DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1316.2023
Publicación en AJEA https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1496

APUNTES INTERACTIVOS: UNA FORMA DE INCLUIR PROGRAMACIÓN EN EL AULA

Baquela, Enrique Gabriel; Valentini, José Ernesto, Olmos, Maria Alejandra

Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional
ebaquela@frsn.utn.edu.ar; jevalentini@gmail.com; aolmos@frsn.utn.edu.ar;

RESUMEN

Hoy en día, es común que se ponga el foco en las habilidades blandas entre el abanico de nuevas necesidades que tienen los ingenieros industriales para el mundo laboral, que pronto deberán afrontar. Sin embargo, para siquiera alcanzar un empleo en la industria moderna es preponderante tener la competencia de aplicar el conocimiento técnico académico en un contexto donde los datos abundan y las interrelaciones de los elementos, sectores y recursos se vuelve una red extremadamente compleja como para que resulte económico y útil que una persona se embarque en la tarea de intentar gestionarlos solamente con su raciocinio como arma.

Para cumplir con este objetivo, se vuelve menester el uso de un lenguaje de programación como herramienta para potenciar la velocidad de cómputo y la adquisición de datos que provienen de distintas fuentes. Desafortunadamente, los tiempos en el aula son tiranos y los contenidos duros absorben prácticamente la totalidad de las horas en las materias de aplicación, por lo que no se tiene resto para participar a los alumnos en actividades que involucren programar y, muchas veces, no cuentan con lo básico para dejarles proyectos en los que ellos puedan programar por sí mismos fuera del horario de clase.

Ante esta puja entre la importancia superlativa que significa programar para los futuros graduados y el déficit de tiempos para cumplimentar en simultáneo con lo requerido como contenido puro, surge como posible solución la idea de que el contenido venga ya en un formato programado e interactivo. Si el apunte es, a su vez, donde se puede ver un programa y programar, además de aprender, leer, repasar y estudiar, el aula se convierte en una práctica constante del conocimiento aplicado, reproducible y utilizable en el ámbito laboral.

Palabras Claves: Apuntes interactivos, programación, industria 4.0

ABSTRACT

Nowadays, the focus is frequently set on soft skills among the array of new needs that industrial engineers will soon have to face in the job market. However, to even secure a position in the modern industry, it is crucial to have the competence to apply academic technical knowledge in a context where data is abundant, and the interrelationships of elements, sectors, and resources become an extremely complex network. It is not cost-effective or practical for an individual to attempt to manage them solely with their reasoning.

To achieve this goal, the use of a programming language becomes vital as a tool to enhance computational speed and the acquisition of data from various sources. Unfortunately, classroom time is limited, and the core content consumes almost all the hours in applied subjects. Therefore, there is no time to engage students in programming activities, and often, they lack the basics to work on projects outside of class hours.

Faced with the challenge of the paramount importance of programming for future graduates and the time deficit to simultaneously meet the requirements of pure content, the idea of presenting the content in a programmed and interactive format emerges as a possible solution. If the study material also serves as a platform for both learning and programming, the classroom becomes a continuous practice of applied, reproducible, and applicable knowledge in the context of work.

Keywords: Interactive study material, programming, industry 4.0

Universidad Tecnológica Nacional
XVI COINI 2023 1, 2 Y 3 de noviembre de 2023
Facultad Regional San Nicolás

AJEA –Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN
Libro de actas de resúmenes del congreso DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1316.2023
Publicación en AJEA https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1496

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, es común que se ponga el foco en las habilidades blandas entre el abanico de nuevas necesidades que tienen los ingenieros industriales para el mundo laboral. Esto se pone de manifiesto tanto en investigaciones científicas sobre qué y cómo enseñar (Zepeda-Hurtado et al., 2019) y cómo evaluarlo (Gómez Álvarez et al., 2015) como en las nuevas consideraciones que tienen los selectores en las empresas (Pereyra, 2015); además, surgen nuevas propuestas didácticas que apoyan el crecimiento de los estudiantes en estas habilidades sin perder de vista las habilidades duras (Valentini et al., 2020). Sin embargo, para siquiera alcanzar un empleo en la industria moderna es preponderante tener la competencia de aplicar el conocimiento técnico académico en un contexto donde los datos abundan y las interrelaciones de los elementos, sectores y recursos se vuelve una red extremadamente compleja como para que resulte económico y útil que una persona se embarque en la tarea de intentar gestionarlos solamente con su raciocinio como arma.

En otras palabras, los nuevos desafíos de la industria incluyen la habilidad de poder crear un programa de computadora o pequeña aplicación para resolver el problema de ingeniería del caso. Así, el joven profesional no solo debe saber cómo usar y entender la información, sino como usarla como dato de entrada y proveer de una salida hacia un sistema externo de la empresa. Además, la flexibilidad y usabilidad de las nuevas tecnologías y algoritmos hace que la programación sea “una herramienta fundamental para la solución de muy diversos problemas del ámbito técnico y científico” (Turias Domínguez, 2019). Con esto en mente, es que se proponen notebooks o apuntes con código como una opción viable para el desarrollo de contenidos en clase y como medio de estudio y repaso para los estudiantes fuera del horario de cursado.

2. PROCEDIMIENTOS Y MÉTODOS

Para este trabajo se cuenta con distintos soportes tecnológicos, pero también diversas estrategias y ordenamiento en clases. En esta sección se ahondará sobre estas metodologías.

2.1. Tecnología en el aula

Uno de los principales recursos necesarios son las computadoras en el salón de clases. A la hora de resolver un problema de ingeniería, es importante tener en cuenta que la industria hoy tiende a soluciones programáticas y deja de lado poco a poco la idea del ingeniero por fuera de un sistema informático. Es por eso y que, con computadora en mano, se han generado apuntes con código ejecutable en tiempo real para ser usados en clases. Estos apuntes, o notebooks como se conocen en inglés, permiten enseñar temáticas en contexto (por ejemplo, con muchos datos) y resolverlas programando.

2.2. Progresión natural de la clase

En cada clase o tema nuevo se sigue un cierto orden lógico. Se abre el tema con alguna estrategia didáctica que sirva de motivación para plantear un problema real. Luego, se aborda la enseñanza clasificando la situación desde el punto de vista del tipo de problema conceptual que se quiere resolver y su correspondiente modelado teórico y, finalmente, se obtiene una solución en las primeras clases a mano y en las subsiguientes, con código.
Por ejemplo, en la asignatura Investigación Operativa en el corriente año se presentó la temática Programación Lineal con un juego serio que se tomó del trabajo de Cochran (2015) en el que se usaron los famosos bloques para armar como juego de rol de una empresa que producía sillas y mesas. La actividad tiene muchas aristas positivas porque no es necesario entender de Programación Lineal para resolverla, pero permite comprender las dificultades que tendría un problema similar a gran escala; además, se introducen conceptos que en general son más difíciles de entender dentro de un ejercicio abstracto en un entorno de aprendizaje activo como lo son costo sombra, sensibilidad y programación lineal continua y entera. Pasada la actividad, se explica la teoría para poder modelizar la función objetivo, las restricciones y resolver por el método gráfico y el simplex. Finalmente, se trabaja con un apunte con código que resuelve el problema de forma continua y se muestra la solución; el lenguaje de programación elegido en este caso es accesible para iniciarse, es de código abierto y está orientado a soluciones con base en análisis numérico (Bezanson et al., 2012) y el apunte se crea con un notebook reactivo compatible con ese lenguaje (Pluto, 2023). En la Figura 1, se puede observar que el apunte

Universidad Tecnológica Nacional
XVI COINI 2023 1, 2 Y 3 de noviembre de 2023
Facultad Regional San Nicolás

AJEA –Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN
Libro de actas de resúmenes del congreso DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1316.2023
Publicación en AJEA https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1496

combina texto que explica lo que se va haciendo y comentarios en el código que ayudan a leer qué se hace en cada sentencia que explicará el docente a cargo.

Figura 1 Modelado del problema motivación.

2.3. Notebooks: apuntes con código interactivo

En un apunte notebook para clases se pueden potenciar las prestaciones de un apunte común físico o digital. Usualmente, en un escrito en papel se puede explicar un método gráfico dando el orden lógico en el que se debería proceder y si se usara un apunte digital convencional se podría crear un video o imagen animada para representar la solución. Sin embargo, en un apunte con código se puede construir la representación gráfica y crear la imagen animada para un caso dado, y luego usar la misma lógica cambiando los datos para entender, o resolver, otros problemas. Es decir, al mismo tiempo que se está explicando un tema se está dando una herramienta de resolución y análisis. Siguiendo el ejemplo anterior, en la Figura 2 se observan 3 fotogramas de una imagen animada que genera la región factible del problema. En el apunte se encuentra el código que la genera, por lo que el alumno podría representar, en principio, cualquier región factible si tiene un problema de programación lineal con dos variables de decisión.

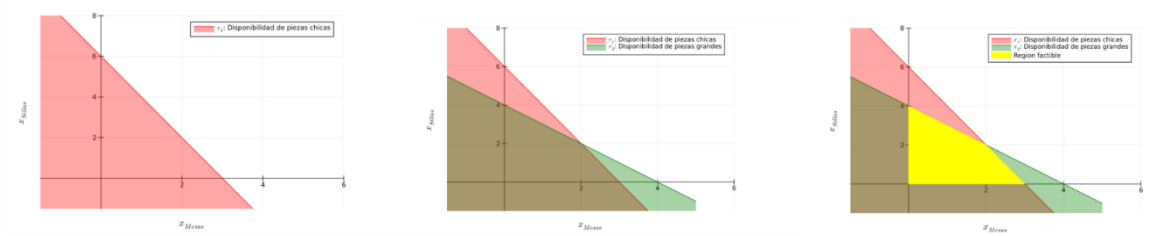

Figura 2 Fotogramas de imagen animada: representación gráfica de región factible.

No solo eso, se puede representar también el método gráfico de resolución como lo muestran los fotogramas en la Figura 3. Esto le permite al docente explicar el método, mostrar cómo funciona y proveer de una pequeña porción de código que se puede aplicar en otros contextos. Esta interactividad permite además ver las limitaciones de algunas de las técnicas que se enseñan a lo largo de los cursos y sienta las bases para que el estudiante pueda afrontar problemas de mayor envergadura en su vida

Universidad Tecnológica Nacional
XVI COINI 2023 1, 2 Y 3 de noviembre de 2023
Facultad Regional San Nicolás

AJEA –Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN
Libro de actas de resúmenes del congreso DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1316.2023
Publicación en AJEA https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1496

profesional, ya que puede asimilar una forma de resolución más general que si solo se resolviera a mano.

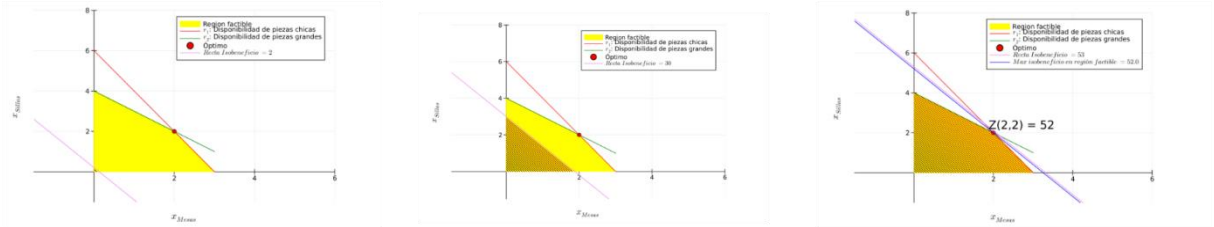

Figura 3 Fotogramas de imagen animada: solución por método gráfico de un problema de programación lineal.

2.4. Lenguajes de programación disponibles

Existen otros lenguajes de código abierto de uso más general (Python Software Foundation, 1991) u orientados principalmente al análisis estadístico (The R Foundation, 1993) que también se pueden utilizar con apuntes interactivos compatibles (Jupyter, 2023). Se ha incursionado en el uso de estas opciones en el pasado con algunas ventajas, pero con grandes desventajas. Los apuntes ya presentados son fácilmente exportables a formato HTML, esto quiere decir que se pueden leer desde cualquier navegador y desde cualquier dispositivo que soporte este formato (celulares, computadoras portátiles, *tablets*, etc.) a costo de perder la interactividad, pero se puede seguir leyendo el código y el resultado. Además, son apuntes reactivos, esto quiere decir que al cambiar el valor de alguna variable el apunte se actualiza.
En este otro tipo de notebook, no hay una forma sencilla conocida por los autores de este trabajo para exportar en HTML y los apuntes no tienen reactividad, por lo que el orden de ejecución de los cambios importa. Esto último podría ser una ventaja en algunos casos, pero en general no lo es, prestándose a la confusión de los alumnos durante la clase.
La gran ventaja de estos otros lenguajes es que son más populares y tienen más tiempo de desarrollo, por lo que el mercado laboral los conoce y en ocasiones exige su uso. En la figura 4, se muestran ejemplos en estos apuntes de las materias Técnicas de Simulación de Sistemas y Procesos e Inteligencia Artificial Aplicada a la Ingeniería.

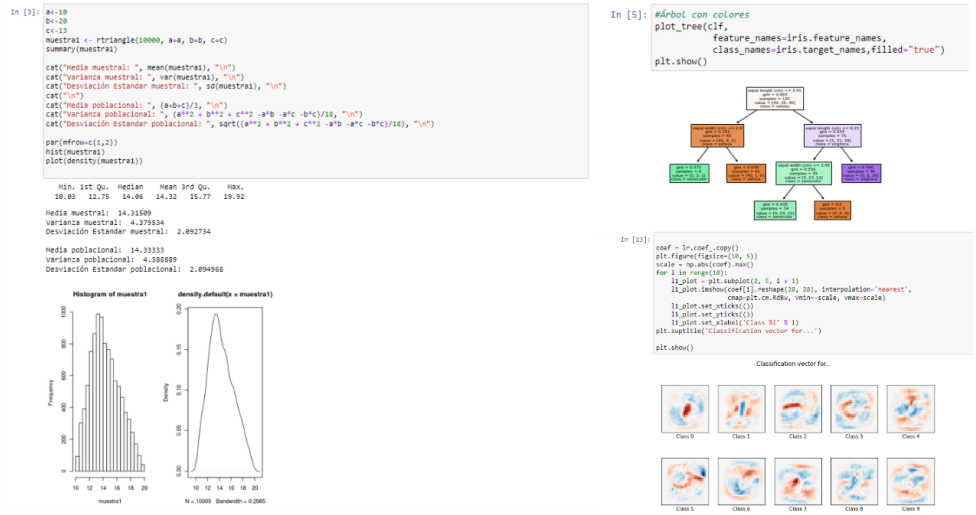

Figura 4 Simulando distribuciones de probabilidad y entrenando árboles de decisión y regresiones logísticas.

3. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para la elaboración de los apuntes, se deben tener en cuenta las consideraciones principales del caso: el notebook tiene como finalidad ser parte de una clase o bien material de apoyo para la resolución de ejercicios. No obstante, se deben hacer con la idea de que complementen a la clase, pero que se pueden leer por sí solos si el alumno no asistió a clase o necesita repasar. De cualquier modo, siguen siendo apuntes de cátedra y no reemplazan la lectura obligatoria del material bibliográfico.

3.1. Desarrollar un apunte con código

Universidad Tecnológica Nacional
XVI COINI 2023 1, 2 Y 3 de noviembre de 2023
Facultad Regional San Nicolás

AJEA –Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN
Libro de actas de resúmenes del congreso DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1316.2023
Publicación en AJEA https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1496

Como ya se mencionó anteriormente, algunos de los notebooks usados son reactivos, esto significa que cuando se cambia alguna parte del código, todo el notebook cambia de manera acorde para actualizar los resultados a los cambios. Teniendo esta característica en mente, se pueden desarrollar controladores HTML que sirven para darle un mayor nivel de interactividad a los apuntes.

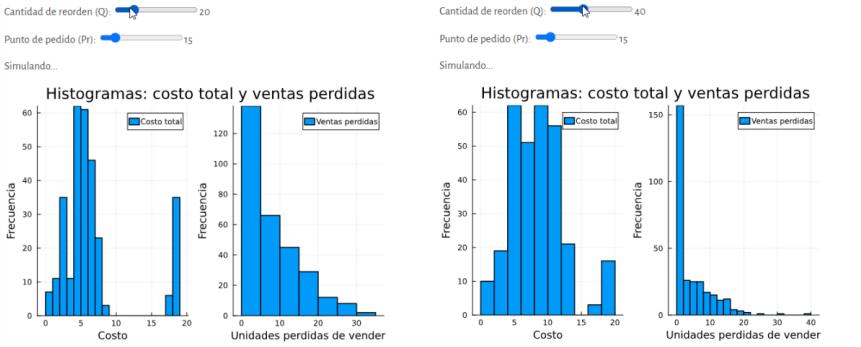

Figura 5 Simulando gestión de inventarios con deslizadores interactivos.

Por ejemplo, en la Figura 5, se puede observar el uso de objetos deslizador que modifican el valor de variables que tienen asignadas, por lo que, en tiempo real, se modifica el resultado de los cálculos y los gráficos. En estos apuntes, se puede además escribir texto en formato Markdown, crear fórmulas en estilo LaTeX, mostrar imágenes y gráficos e importar datos de archivos CSV, hojas de cálculo (Microsoft Corporation, 2023), etcétera en formato de tabla: todo lo que permite un lenguaje de programación moderno. Por ello, en algunos de los apuntes, se sigue una suerte de introducción teórica para que se puedan usar sin la necesidad de haber asistido a la clase en la que se los presentó. Esta flexibilidad en las características del contenido la hace una herramienta superadora de un apunte común.

3.2. Una clase, un notebook

Se busca que la lógica que siga el cursado de las materias sea la de un notebook por clase o tema, ya que una de las metas que se persigue es que los apuntes no sean de gran longitud para que no se vuelvan pesados para computadoras de bajos recursos y que se puedan vincular a clases y temas específicos. De esta forma, nos alejamos de la vieja noción de unidades y se estructura el conocimiento en apuntes que no solo muestran qué se puede hacer con el conocimiento, sino que permiten ser intervenidos por el estudiante y que él mismo haga sobre el apunte, o mejor, haga su apunte propio con código.

3.3. Notebooks de apoyo con ejercicios resueltos

Otro de los usos que se les dan a los notebooks es el de mostrar ejercicios resueltos de la cartilla para que los estudiantes puedan hacerlos por su cuenta y autoevaluarse. De esta forma, pueden calcular a posteriori y por su parte, con código, el precio sombra o hacer análisis de sensibilidad de las variables. Uno de los problemas planteados, modelados y resueltos se muestran en la Figura 6.

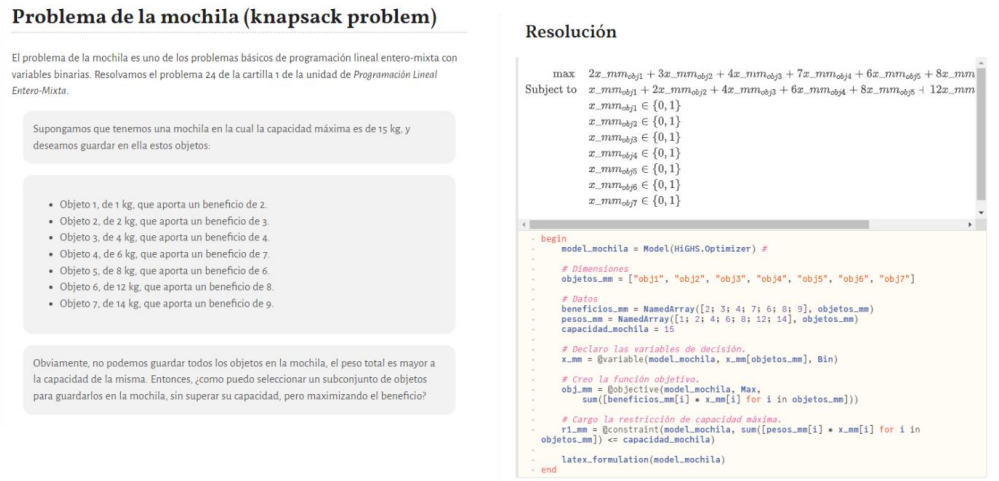

Figura 6 Ejercicio planteado y modelado en notebook.

Universidad Tecnológica Nacional
XVI COINI 2023 1, 2 Y 3 de noviembre de 2023
Facultad Regional San Nicolás

AJEA –Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN
Libro de actas de resúmenes del congreso DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1316.2023
Publicación en AJEA https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1496

Además, se plantean ejercicios de interés que tienen una complejidad mucho mayor a la manejable desde el papel y lápiz, como es el caso de problemas de gestión del inventario con demanda estocástica en Investigación Operativa, donde se puede discutir que la solución óptima se encuentre dentro de la frontera de Pareto como lo muestra la Figura 7. Este tipo de actividades acercan al estudiante a problemas más similares a la realidad, con capas de complicaciones y detalle que requieren análisis paso a paso.

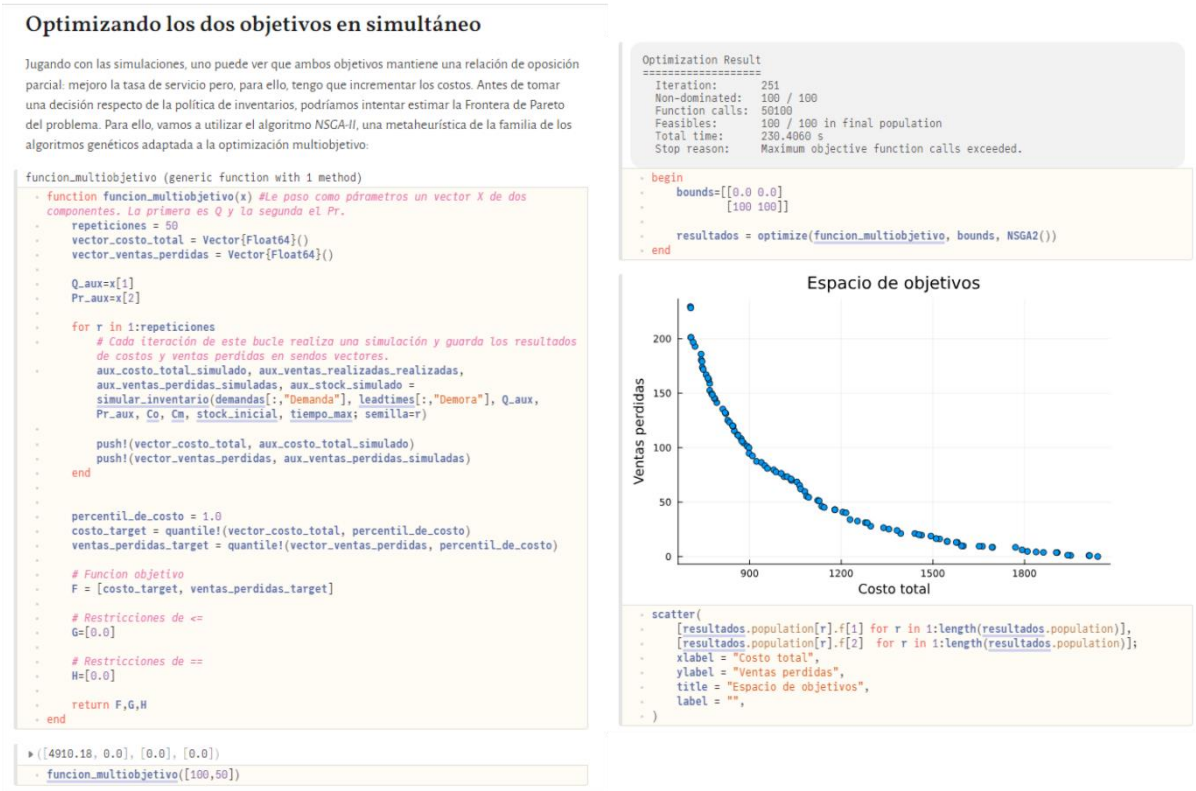

Figura 7 Simulando gestión de inventarios con demanda estocástica para representar la frontera de Pareto.

3.4. Aplicaciones en materias concretas

Se han realizado apuntes para las materias Investigación Operativa, Técnicas de Simulación de Sistemas y Procesos e Inteligencia Artificial Aplicada a la Ingeniería.

3.4.1 Investigación Operativa

El mayor beneficio de enseñar Investigación Operativa con apuntes interactivos con código es darle al alumno la capacidad de estructurar problemas reales de una manera que sean flexibles a los cambios (tomar datos de alguna fuente externa) y puedan afrontar un nivel de velocidad de cómputo inalcanzable a mano. Esto se pone en evidencia al momento de enseñar Programación Lineal, puesto que los problemas rápidamente escapan a lo que se puede resolver sin *software*, y, además, es uno de los métodos de optimización que utilizan un sinnúmero de industrias. Por ejemplo, en la Figura 8 se muestran partes de un apunte que busca enseñar como modelar el secuenciamiento de tareas. En este caso, el apunte resulta útil porque este tipo de modelos tienen muchas variables, aunque sean pequeños (crecen con el factorial de la cantidad de tareas a secuenciar), y permite pasar de un resultado en variables numéricas difíciles de entender a un gráfico preciso y comprensible. El alumno podría cambiar los datos del problema a gusto y ver cómo cambia la solución ante distintos escenarios, o bien extender el problema a uno más grande o complejo con base en este código.
Algunos temas abordados en apuntes en uno o más lenguajes para esta materia son:

- Introducción a la Programación Lineal
- Problemas de *mix* de producción
- Problemas de mezcla (también conocidos como problemas de dieta)
- Problemas de transporte
- Introducción a la Programación Lineal Entera
- Problemas de mochila

Universidad Tecnológica Nacional
XVI COINI 2023 1, 2 Y 3 de noviembre de 2023
Facultad Regional San Nicolás

AJEA –Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN
Libro de actas de resúmenes del congreso DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1316.2023
Publicación en AJEA https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1496

- Problemas de Costo fijo
- Problemas de asignación
- Problemas de cobertura
- Secuenciamiento de tareas
- Algoritmo Branch and Bound
- Gestión de inventarios EOQ
- Gestión de inventarios con demanda aleatoria
- Teoría de colas
- Introducción a la Simulación

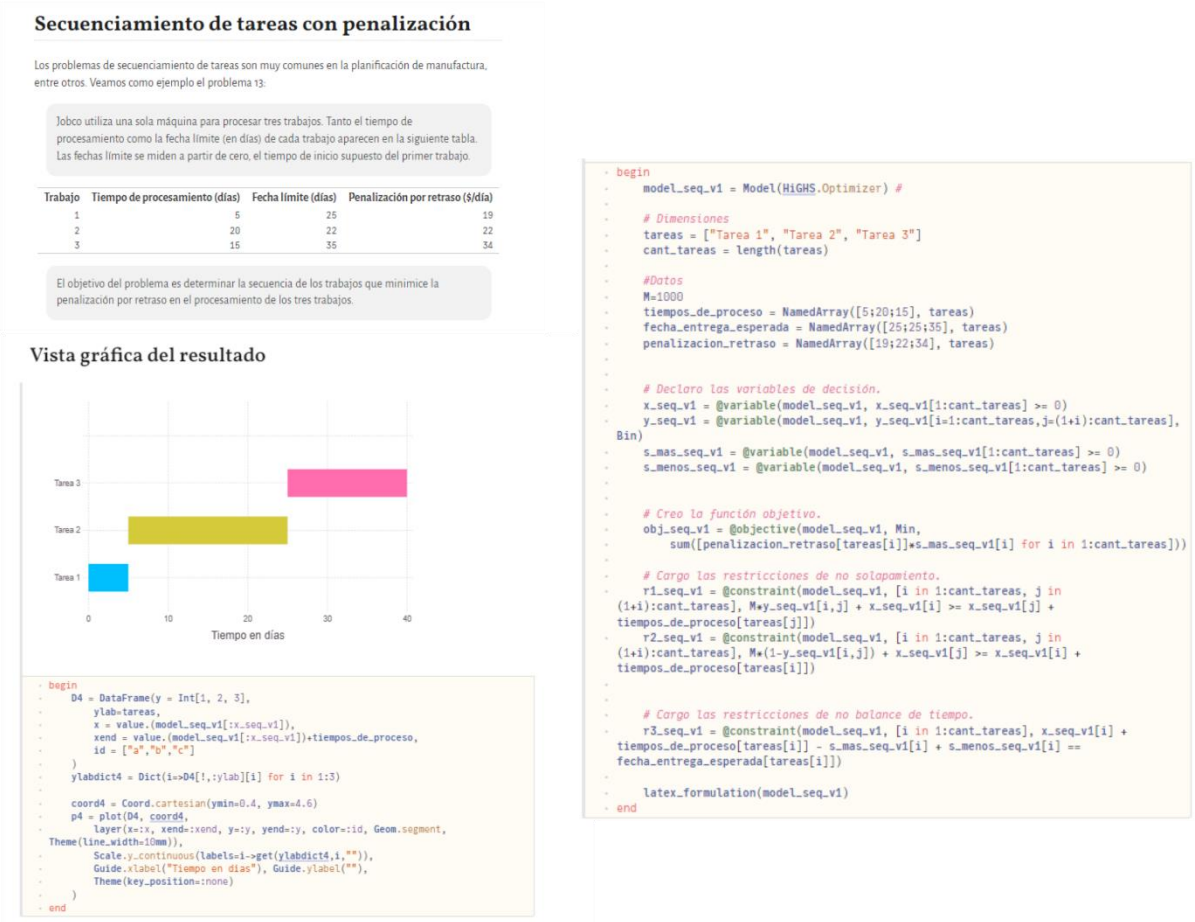

Figura 8 Partes de apunte que muestran problemática, resolución y representación gráfica de la solución.

3.4.2 Técnicas de Simulación de Sistemas y Procesos

Esta materia se dicta casi en su totalidad con un programa de simulación específico, por lo que se usan los notebooks solo como un soporte de temas de estadística y de cómo funciona un simulador. Por ejemplo, podemos ver en la Figura 9 una parte de los apuntes sobre distribuciones de probabilidad y sobre test de hipótesis.
Algunos temas abordados en apuntes en uno o más lenguajes para esta materia son:

- Distribuciones de probabilidad
- Test de hipótesis
- Generadores Lineales Congruenciales
- Estabilidad de muestras

Universidad Tecnológica Nacional
XVI COINI 2023 1, 2 Y 3 de noviembre de 2023
Facultad Regional San Nicolás

AJEA –Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN
Libro de actas de resúmenes del congreso DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1316.2023
Publicación en AJEA https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1496

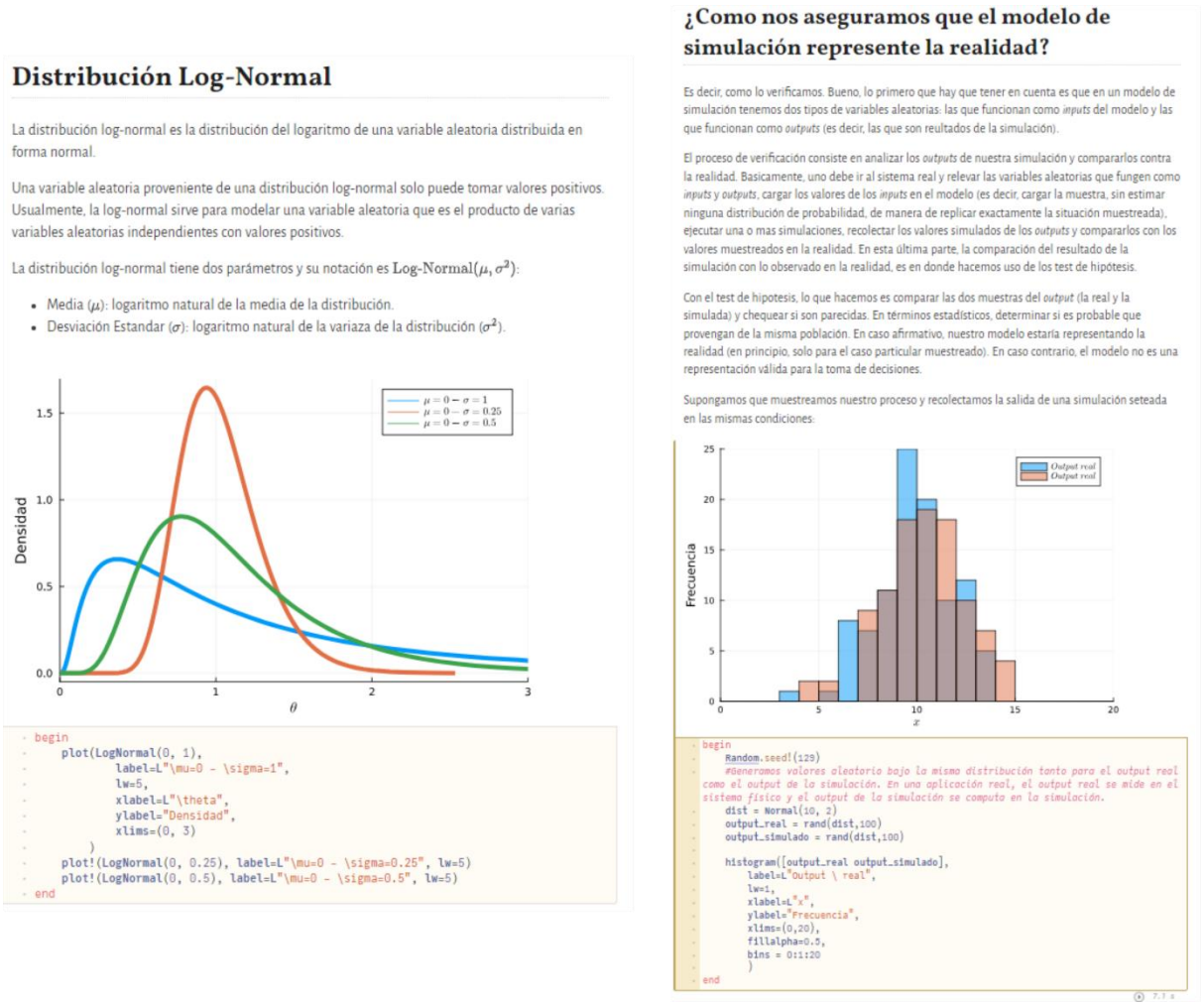

Figura 9 Partes de apunte distribuciones y test de hipótesis.

3.4.3 Inteligencia Artificial Aplicada a la Ingeniería

En esta materia, tener apuntes con código es de vital importancia, ya que los temas que se tratan solo tienen sentido dentro de la aplicabilidad que le da una computadora y, todavía, a través de un lenguaje de programación. En la mayor parte de los temas, no solo sería incómodo hacer los cálculos a mano, sino que sería una tarea muchísimo más grande darles sentido a los resultados. Por ejemplo, en la figura 10, podemos ver una imagen con dos gráficos, el de arriba con los datos reales y el de abajo la clasificación a la que llegó la inteligencia artificial. Resulta evidente que la vista gráfica solo será un inicio de análisis y debate para continuar con medidas de desempeño adicionales que se puedan calcular, pero es importante ver reflejado qué se está obteniendo como resultado, en este caso al clasificar con una regresión logística, en cada uno de los problemas que se tengan.
Algunos temas abordados en apuntes en uno o más lenguajes para esta materia son:

- Introducción al Machine Learning
- Regresión Lineal
- Regresión Logística
- Redes Neuronales
- Preprocesamiento de datos
- Regularización
- Normalización
- Árboles de decisión
- KNN
- K-Means
- Clúster jerárquico
- PCA
- Validación cruzada

Universidad Tecnológica Nacional
XVI COINI 2023 1, 2 Y 3 de noviembre de 2023
Facultad Regional San Nicolás

AJEA –Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN
Libro de actas de resúmenes del congreso DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1316.2023
Publicación en AJEA https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1496


```
begin
    theme1 = Theme(key_position=:none)
    fig1a = Gadfly.plot(x=X_blob[1], y=X_blob[2], color=y_blob)
    fig1b = Gadfly.plot(x=X_blob[1], y=X_blob[2], color=Distributions.mode.(ŷ_rl))
    vstack(fig1a,fig1b)
end
```

Figura 10 Parte de apunte en donde se comparan datos con clasificación.

4. CONCLUSIONES

Dadas las exigencias de estos tiempos, se pudo crear una propuesta didáctica que provea a los estudiantes no solo de contenido, sino también de herramientas para aplicarlo en contextos laborales. Además, se potencia a las clases brindando una forma rápida y efectiva de resolver problemas similares a los ya resueltos, lo que le muestra al alumno una metodología laboral coherente con lo que el mercado está buscando. Esta metodología de clases refuerza competencias duras que definen a ciertos puestos de trabajo, dándole una oportunidad al futuro egresado de desarrollarse de forma autónoma como consultor o en relación de dependencia como desarrollador.

Lo hecho hasta el momento es un puntapié de mejora para próximos cursos, donde se podrá iterar sobre lo desarrollado, expandir o generar nuevos apuntes para los temas que aún lo necesiten. Queda por delante buscar una metodología estructurada para medir la mejora del conocimiento a largo plazo y las oportunidades laborales que esto abrió. Sin embargo, al día de hoy es complejo de medir el impacto en forma cierta porque son a largo plazo en la vida del estudiante que en el presente toma estos cursos.

5. REFERENCIAS

Bezanson, J.; Karpinski, S.; Shah, V. B. y Edelman A. (2012). Julia: A Fast Dynamic Language for Technical Computing. Recuperado de: https://arxiv.org/pdf/1209.5145.pdf

Cochran, J. J. (2015). *Extending "Lego® My Simplex"*. INFORMS Transactions on Education, 15(3), 224-231. https://doi.org/10.1287/ited.2015.0139

Gómez Álvarez, M. C.; Manrique-Losada, B. y Gasca-Hurtado, G. P. (2015). *Propuesta de evaluación de habilidades blandas en ingeniería de software por medio de proyectos universidad-empresa*. Educación en Ingeniería, 10(19), 131-140. Recuperado de: https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/549/243

Jupyter (2023) [Programa] Recuperado de: https://jupyter.org/

Universidad Tecnológica Nacional
XVI COINI 2023 1, 2 Y 3 de noviembre de 2023
Facultad Regional San Nicolás

AJEA –Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN
Libro de actas de resúmenes del congreso DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1316.2023
Publicación en AJEA https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1496

Microsoft Corporation (2023) Microsoft Excel [Programa]. Paquete Office 365.

Pereyra L. O. (2015). *Los estudiantes de ingeniería y el mercado laboral actual*. VIII Congreso Argentino de Ingeniería Industrial. Recuperado de: http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2015/trabajos/F029_COINI2015.pdf

Pluto (2023) [Programa] Recuperado de: https://plutojl.org/

Python Software Foundation (1991). *Python Language Reference, versión 3*. Recuperado de: http://www.python.org

The R Foundation (1993). *The R Project for Statistical Computing*. Recuperado de: https://www.r-project.org/

Turias Domínguez, I. J.; González Enrique, J.; Urda Muñoz, D.; Ruiz Aguilar, J. J.; Moscoso López, J. A.; Van Roode Fuentes, S.; Acosta Sánchez, L. E. y Rodríguez García I. (2019). *Programación e Industria 4.0. Descubriendo la programación en la Ingeniería Industrial del futuro.* Innovación Y Mejora Docente. Recuperado de: https://indoc.uca.es/articulos/sol-201800112670-tra.pdf

Valentini, J. E.; Castro, M.; Colombo, E.; Gasol, J.; Moschini, C. y Sassaroli, F. (2020). *Propuesta de un Juego Serio en materias de ciclo básico de Ingeniería Industrial*. Recuperado de: http://www3.fi.mdp.edu.ar/otec/revista/index.php/AACINI-RIII/issue/view/4/AACINI-RIII%202021%20N%C2%B03%20-%20N%C3%BAmero%20completo

Zepeda-Hurtado, M. E.; Cardoso-Espinosa, E. O. y Rey-Benguría, C. (2019). *El desarrollo de habilidades blandas en la formación de ingenieros*. Científica, 23(1), 61-67. Recuperado de: https://www.redalyc.org/journal/614/61458265007/61458265007.pdf