

Informe de avances de investigación

“Solución de inteligencia de negocios dirigida a optimizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes en el contexto de la educación superior”

Autores: Corso Cynthia, Brito Carolina

Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información,
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba.

Resumen

Este trabajo presenta una primera versión de una solución de inteligencia de negocios aplicada a optimizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de una cátedra perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba. Para lograr tal fin se consideró el uso de la herramienta de inteligencia de negocios denominada Google Data Studio; lo que facilitó la consolidación de los datos relacionados con el rendimiento académico de los estudiantes de la cátedra Paradigmas de Programación en el periodo 2017 hasta la actualidad. Tomando como punto de partida la fuente de datos integrada (formato planilla de cálculo) facilitó el uso de recursos que permitió el diseño dashboards. Esta solución permitirá a los profesores mejorar el conocimiento relacionado con el rendimiento académico de los estudiantes brindando un espacio para facilitar la toma de decisiones de manera oportuna.

Palabras claves: Inteligencia de Negocios, Educación Superior, Proceso de Toma de decisiones.

Introducción

En la actualidad las instituciones educativas de nivel superior deben enfrentarse a un reto continuo, el hecho de tomar decisiones oportunas, acertadas que constituyan un pilar sólido para apoyar la gestión de diversas áreas como la administrativa, académica entre otras. Un aspecto que cobra relevancia a la hora de tomar decisiones oportunas es el uso de herramientas y tecnologías pertenecientes al área de la Inteligencia de Negocios. Una definición clásica expresa que representa “un proceso iterativo que permite explorar y analizar información estructurada sobre un área determinada para descubrir tendencias o patrones, a partir de los cuales derivar planes de acción y extraer conclusiones” [1]. Esta rama cobra un mayor significado ya que no todas las instituciones de educación superior recurren al uso de tecnologías y artefactos de la inteligencia de negocios, lo que conlleva una situación compleja y nada simple a la hora de tomar de decisiones generando situaciones no deseables que se podrían haber evitado.

Sin embargo, existen antecedentes de estudios por parte de instituciones educativas de nivel superior, que han recurrido al uso de recursos de inteligencia de negocios para mejorar la calidad de información en los procesos de enseñanza y aprendizaje, gestión académica entre otros [2],[3],[4],[5] y [6]. La decisión de los recursos de visualización a usar, la herramienta de inteligencia de negocios y la metodología para conducir la solución dependen en gran medida de las particularidades de la institución educativa y sobre todo de sus demandas y necesidades específicas de información. Uno de los mayores desafíos que deben enfrentar las instituciones de educación superior es el análisis de información que en muchos casos no está integrada.

El presente trabajo se centra en desarrollar una solución basada en la inteligencia de negocios con la finalidad de mejorar la calidad de información relacionada con el rendimiento y progreso académico de los estudiantes de una cátedra perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba. Actualmente esta universidad no dispone de información consolidada acerca del rendimiento y progreso académico de los estudiantes, lo cual trae

aparejado un escenario complejo por parte de los profesores a la hora de analizar datos históricos. Este aspecto constituye la principal motivación para la realización de este trabajo.

El informe se encuentra estructurado de la siguiente manera. En la Sección 2 se presenta el estado del arte en esta temática, detallando aspectos que son claves para el desarrollo de la solución de inteligencia de negocios propuesta. La metodología empleada para este trabajo se explicita en la Sección 3. En la Sección 4 se muestran los avances de implementación de la solución de inteligencia de negocios obtenidos hasta el momento. Las conclusiones se detallan en la Sección 5.

Estado del arte

En esta sección se presentan conceptos involucrados a la hora de implementar en un proceso de inteligencia de negocios con la finalidad de ayudar al lector a comprender mejor la temática y la explicación de las siguientes secciones del trabajo.

La implementación de los sistemas de información en cualquier organización permite recopilar, administrar, procesar y analizar los datos existentes con la finalidad de cumplimentar las metas establecidas. Respecto a la forma de preservar los datos, en [7] mencionan que la base de datos representa “el almacenaje de diferentes temas o información para ser analizada de forma conjunta o independiente y facilita efectuar consultas, análisis y representación de información concreta”. Algunos de los recursos que están integrados a un sistema de información son: i) recolección de datos que provienen de fuentes internas o externas ii) operación de los datos recolectados iii) distribución de la información procesada a los usuarios con la finalidad de mejorar el funcionamiento de la organización [8]. Mientras que en un sistema de inteligencia de negocios se caracteriza por representar el conjunto de tecnologías que facilitan a las organizaciones resumir la información con la finalidad de apoyar el proceso de toma de decisiones de manera tal que estas sean competitivas y correctas [9]. En efecto estos sistemas de inteligencia de negocios gracias a la utilización de los recursos tecnológicos de información propicia la exploración y explotación en todas las áreas que forman parte de una organización. Los componentes principales de un sistema de inteligencia de negocios son: i) las fuentes de información ii) ETL (carga, extracción y transformación) iii) minería de datos iv) herramientas analíticas v) Datawarehouse [9]. En [10] y [11] señalan que el componente fuentes de información de un sistema puede ser muy variado como una base de datos, archivos planos, planillas de cálculos entre otras. Es muy probable que los datos que provienen de dichas fuentes no se encuentren en un formato adecuado para poder ser almacenado, con lo cual en este punto entra en juego el proceso de extracción, transformación y carga en un Datawarehouse. Según [12] un Datawarehouse representa “una colección de datos orientada al tema, integrada, variable en el tiempo y no volátil”. En menor escala existe lo que se denomina un Data Mart representa una colección de datos pero orientado a un área específica por ejemplo: ventas, recursos humanos etc. [12].

En la actualidad existen una variedad significativa de soluciones de inteligencia de negocios que han sido desarrolladas para cubrir las necesidades de una organización para la explotación

de la información. Muchas de estas herramientas de inteligencia de negocios son open source: Pentaho [13], RapidMiner [14]; otras que son comerciales como Tableau [15], Qlikview [16] y otras que permiten trabajar en línea como Google Data Studio [17]. Varias de estas herramientas mencionadas ya tienen varios años de ser empleadas en diversos ámbitos por lo cual se las considera como solventes y robustas. A partir de cualquiera de las herramientas de inteligencia de negocios es posible la utilización de diversos recursos para la visualización de los datos como tablas, gráficos, mapas y cuadro de mando integral (dashboards) entre otros [18]. La elección de un elemento visual es clave en este contexto, ya que proporciona una manera simple de representar y entender las tendencias y patrones en los datos.

Metodología

Metodología empleada para el desarrollo de la investigación

El tipo de investigación para llevar adelante el proyecto de investigación es de carácter descriptivo, ya que la finalidad es explicar y entender situaciones relacionadas con el rendimiento académico de los estudiantes en la universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba. Mientras que el enfoque del citado proyecto es cualitativo ya que se intenta comprender y optimizar aspectos relacionados con el proceso de aprendizaje en los estudiantes.

Como fuente primaria de investigación se utilizó las entrevistas dirigidas al coordinador de cátedra y docentes responsables de cursos. En cuanto a las técnicas de recolección y análisis de datos se recurrió a la observación, entrevistas, análisis de contenido, documentación relacionada con la cátedra y en la temática de Inteligencia de Negocios. La población del proyecto involucró al coordinador de cátedra, docentes responsables de curso pertenecientes a la cátedra de una universidad bajo estudio. Con la información que se obtuvo de las entrevistas a los docentes como el coordinador fue posible la identificación de requerimientos y el establecimiento de las métricas que se consideran en el proyecto.

Metodología para el desarrollo de la solución de inteligencia de negocios

Para el desarrollo de la solución de inteligencia de negocios, en la etapa inicial se definió los requerimientos de información que la cátedra necesita, los mismo surgen de entrevistas al coordinador y profesores de la asignatura. Los requerimientos identificados se han clasificado de acuerdo a los aspectos de interés para la cátedra bajo estudio, y se detallan a continuación:

- *Histórico de rendimiento académico*: cantidad de estudiantes por condición académica alcanzada al finalizar el cursado por ciclo lectivo y curso, cantidad de estudiantes que lograron aprobación directa en la asignatura (evolución por curso y ciclo lectivo), porcentaje de estudiantes por condición académica por ciclo lectivo y curso, cantidad de estudiantes por nota obtenida en la condición de aprobación directa (evolución por curso y ciclo lectivo).

- *Histórico de estudiantes que no aprobaron la asignatura:* cantidad de estudiantes que al finalizar el cursado alcanzaron condición académica “libre” o “abandonó” (evolución por curso y por ciclo lectivo), porcentaje de estudiantes con condición académica “libre” o “abandonó”.
- *Histórico de rendimiento académico de la parte teórica:* cantidad de estudiantes por nota obtenida en el primer parcial teórico (evolución por curso y ciclo lectivo), cantidad de estudiantes por nota obtenida en el segundo parcial teórico (evolución por curso y ciclo lectivo), promedio de notas en el primer parcial teórico, promedio de notas del segundo parcial teórico, cantidad de estudiantes que aprobaron el primer parcial teórico, cantidad de estudiantes que reprobaron el segundo parcial teórico, cantidad de estudiantes que aprobaron el segundo parcial teórico, cantidad de estudiantes que reprobaron el segundo parcial teórico.
- *Histórico de rendimiento académico de la parte práctica:* cantidad de estudiantes por nota obtenida en el primer parcial práctico (evolución por curso y ciclo lectivo), cantidad de estudiantes por nota obtenida en el segundo parcial práctico (evolución por curso y ciclo lectivo), promedio de notas en el primer parcial práctico, promedio de notas del segundo parcial práctico, cantidad de estudiantes que aprobaron el primer parcial práctico, cantidad de estudiantes que reprobaron el segundo parcial práctico, cantidad de estudiantes que aprobaron el segundo parcial práctico, cantidad de estudiantes que reprobaron el segundo parcial práctico.
- *Histórico de rendimiento de instancias de recuperación teórica:* cantidad de estudiantes por nota obtenida en el recuperatorio del primer parcial teórico, cantidad de estudiantes por nota obtenida en el recuperatorio del segundo parcial teórico, promedio de notas obtenidas en el primer recuperatorio teórico, promedio de notas obtenidas en el segundo recuperatorio teórico, cantidad de estudiantes que recuperaron el primer parcial teórico y regularizaron, cantidad de estudiantes que recuperaron el primer parcial teórico y promovieron, cantidad de estudiantes que recuperaron el primer parcial teórico y quedaron en condición libre, cantidad de estudiantes que recuperaron el segundo parcial teórico y regularizaron, cantidad de estudiantes que recuperaron el segundo parcial teórico y promovieron, cantidad de estudiantes que recuperaron el segundo parcial teórico y quedaron en condición libre.
- *Histórico de rendimiento de instancias de recuperación práctica:* cantidad de estudiantes por nota obtenida en el recuperatorio del primer parcial práctico, cantidad de estudiantes por nota obtenida en el recuperatorio del segundo parcial práctico, promedio de notas obtenidas en el primer recuperatorio práctico, promedio de notas obtenidas en el segundo recuperatorio práctico, cantidad de estudiantes que recuperaron el primer parcial prácticos y regularizaron, cantidad de estudiantes que recuperaron el primer parcial práctico y promovieron, cantidad de estudiantes que recuperaron el primer parcial práctico y quedaron en condición libre, cantidad de estudiantes que recuperaron el segundo parcial prácticos y regularizaron, cantidad de estudiantes que recuperaron el segundo parcial práctico y promovieron, cantidad de estudiantes que recuperaron el segundo parcial práctico y quedaron en condición libre.

Definidas las métricas de interés, se focalizó en la fuente de datos. Data Studio utiliza conectores para obtener datos de una plataforma específica, el formato seleccionado es hoja de cálculo de

Google. Los datos fueron consolidados desde el sistema Autogestión, que es desarrollo propio de la U.T.N facultad regional Córdoba. En este sistema es posible descargar las planillas de regularidad por cada curso perteneciente a la cátedra, la información registrada en estas planillas permitirán realizar los cálculos necesarios para resolver las métricas de interés. El periodo considerado es del año 2007 hasta la actualidad. Los atributos o campos que forman parte de la fuente de datos son los siguientes: legajo estudiante, apellido y nombre del estudiante, curso, ciclo lectivo (año de cursado), profesor responsable, nota de primer parcial teórico, nota de primer parcial práctico, nota del segundo parcial teórico, nota del segundo parcial práctico, nota del primer recuperatorio teórico, nota del primer recuperatorio práctico, nota del segundo recuperatorio teórico, nota del segundo recuperatorio práctico, nota final de trabajo práctico, nota de aprobación directa y condición académica final del estudiante.

Resultados obtenidos

Los dashboards diseñados brindan información relacionada con el rendimiento académico de los estudiantes de la cátedra Paradigmas de Programación, perteneciente al segundo nivel de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Regional Córdoba. A continuación se detalla el funcionamiento de cada uno de los dashboard diseñados.

Inicialmente se presenta un menú de opciones que brinda la posibilidad a los profesores el acceso a los diferentes dashboards diseñados, como se muestra en la Figura 1.



Figura 1: Menú de opciones para acceder. Fuente: Desarrollo Propio.

Dashboard Histórico de rendimiento académico: en la parte superior se encuentra la sección de filtros, en el que el usuario podrá seleccionar las opciones: ciclo lectivo y el curso que desea visualizar. El dashboard brinda la posibilidad de seleccionar más de un ciclo lectivo o curso. Para elegir una opción, solo se debe dar clic en la lista desplegable correspondiente y marcar o desmarcar los check-box según la elección deseada. Para elegir solo una opción, se posiciona sobre ella y presiona sobre el texto “SOLAMENTE”.

En caso de que se quiera elegir todas las opciones se debe marcar sobre el primer recuadro que aparece arriba a la izquierda, al lado del nombre del filtro. Y finalmente, para deseleccionar una opción, solo debe dar clic en el recuadro pintado de negro, que desea quitar. Para acceder a la información con más detalle, basta con colocar el mouse sobre algún segmento de dato. La Figura 2 se visualiza la interfaz del dashboard histórico de rendimiento académico.

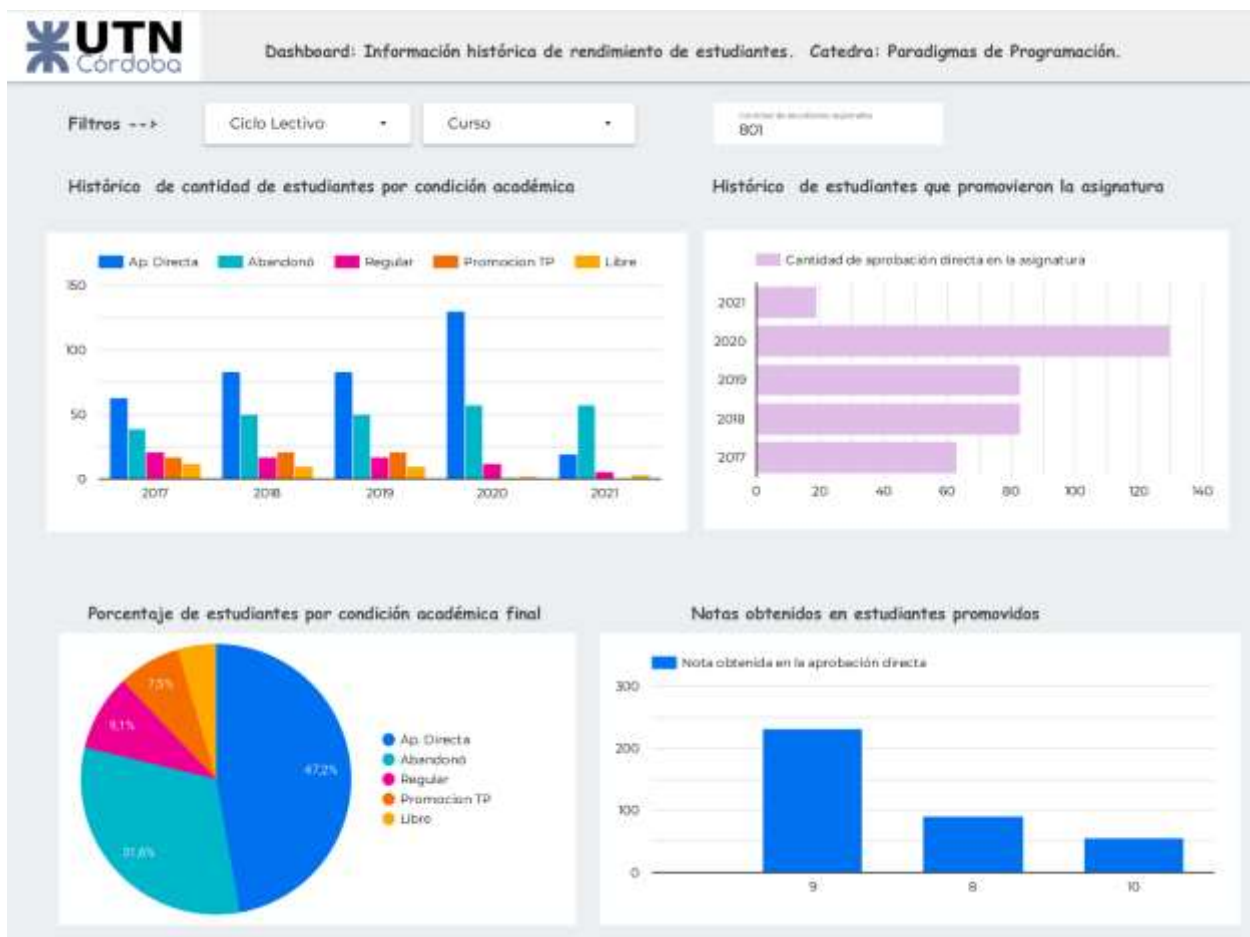


Figura 2: Dashboard “Información histórica de rendimiento de estudiantes”. Fuente: Desarrollo Propio.

En este dashboard, se podrá visualizar de forma general y rápida toda la información relacionada al rendimiento de estudiantes pertenecientes a distintos ciclos lectivos y cursos.

Consta de cinco gráficos que permiten evidenciar:

- cantidad de estudiantes registrados
- distribución histórica de la cantidad de estudiantes según su condición académica: Aprobación directa, Abandono, Regular, Promoción TP y Libre.
- distribución histórica de los estudiantes que aprobaron de manera directa la asignatura.
- porcentaje de estudiantes según condición académica final.
- las notas obtenidas por los estudiantes que lograron la aprobación directa.

Dashboard estudiantes que no aprobaron la asignatura: Este dashboard permite analizar información relacionada con los estudiantes que no lograron regularizar la asignatura, visualizando la siguiente información:

- cantidad de estudiantes registrados.
- cantidad de estudiantes que no aprobaron la asignatura ya sea por abandono o porque quedaron libres (no regularizaron la asignatura).
- porcentaje de estudiantes que no aprobaron la asignatura por abandono o porque quedaron libres.
- información de los estudiantes que no aprobaron la asignatura, especificando: apellido y nombre del estudiante, ciclo lectivo en el que cursó, curso, notas de cada parcial tanto teórico como práctico.

La Figura 3 visualiza la interfaz del dashboard estudiantes que no aprobaron la asignatura.



Figura 3: Dashboard “Información histórica de estudiantes que no aprobaron la asignatura”.

Fuente: Desarrollo Propio.

Dashboard de rendimiento académico de la parte teórica: el dashboard permite analizar el rendimiento académico de los estudiantes obtenidos en los parciales teóricos de la asignatura, por ello, además de mostrar la cantidad de estudiantes registrados, muestra información relacionada del primer y segundo parcial teórico.

Se visualizan seis gráficos que reflejan la siguiente información:

- frecuencia de notas obtenidas en el primer parcial teórico.
- promedio de notas obtenidas en el primer parcial teórico.
- frecuencia de notas obtenidas en el segundo parcial teórico.
- promedio de notas obtenidas en el segundo parcial teórico.
- cantidad de estudiantes que aprobaron el primer parcial teórico.
- cantidad de estudiantes que reprobaron el primer parcial teórico.
- cantidad de estudiantes que aprobaron el segundo parcial teórico.
- cantidad de estudiantes que reprobaron el segundo parcial teórico.

La Figura 4 visualiza la interfaz del dashboard rendimiento académico de la parte teórica.

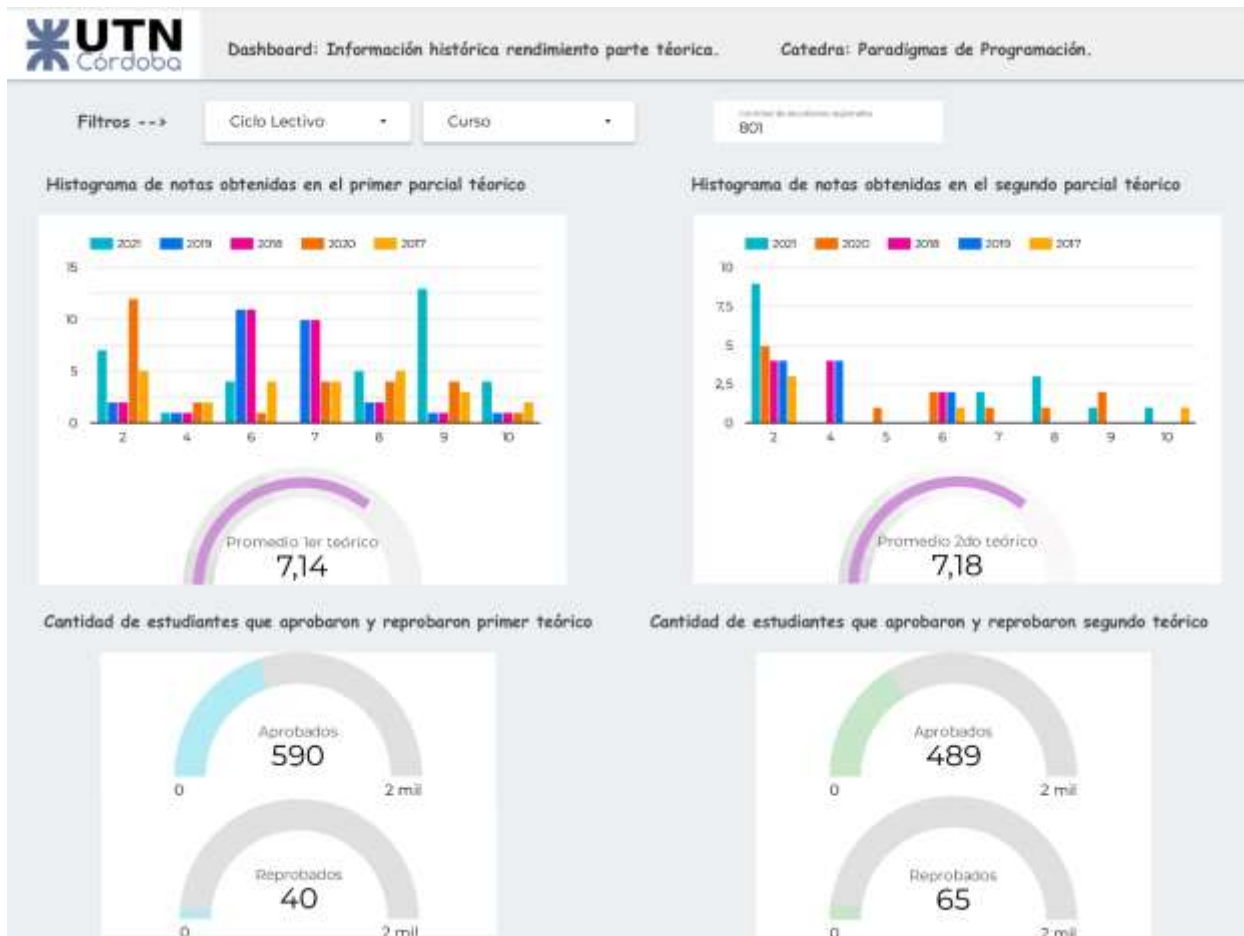


Figura 4: Dashboard: “rendimiento académico de la parte teórica”. Fuente: Desarrollo Propio

Dashboard de rendimiento académico de la parte práctica: el dashboard permite analizar el rendimiento académico de los estudiantes obtenidos en los parciales teóricos de la asignatura, por ello, además de mostrar la cantidad de estudiantes registrados, muestra información relacionada del primer y segundo parcial teórico.

Se visualizan seis gráficos que reflejan la siguiente información:

- frecuencia de notas obtenidas en el primer parcial teórico.
- promedio de notas obtenidas en el primer parcial teórico.
- frecuencia de notas obtenidas en el segundo parcial teórico.
- promedio de notas obtenidas en el segundo parcial teórico.
- cantidad de estudiantes que aprobaron el primer parcial teórico.
- cantidad de estudiantes que reprobaron el primer parcial teórico.
- cantidad de estudiantes que aprobaron el segundo parcial teórico.
- cantidad de estudiantes que reprobaron el segundo parcial teórico.

La Figura 5 visualiza la interfaz del dashboard rendimiento académico de la parte teórica.

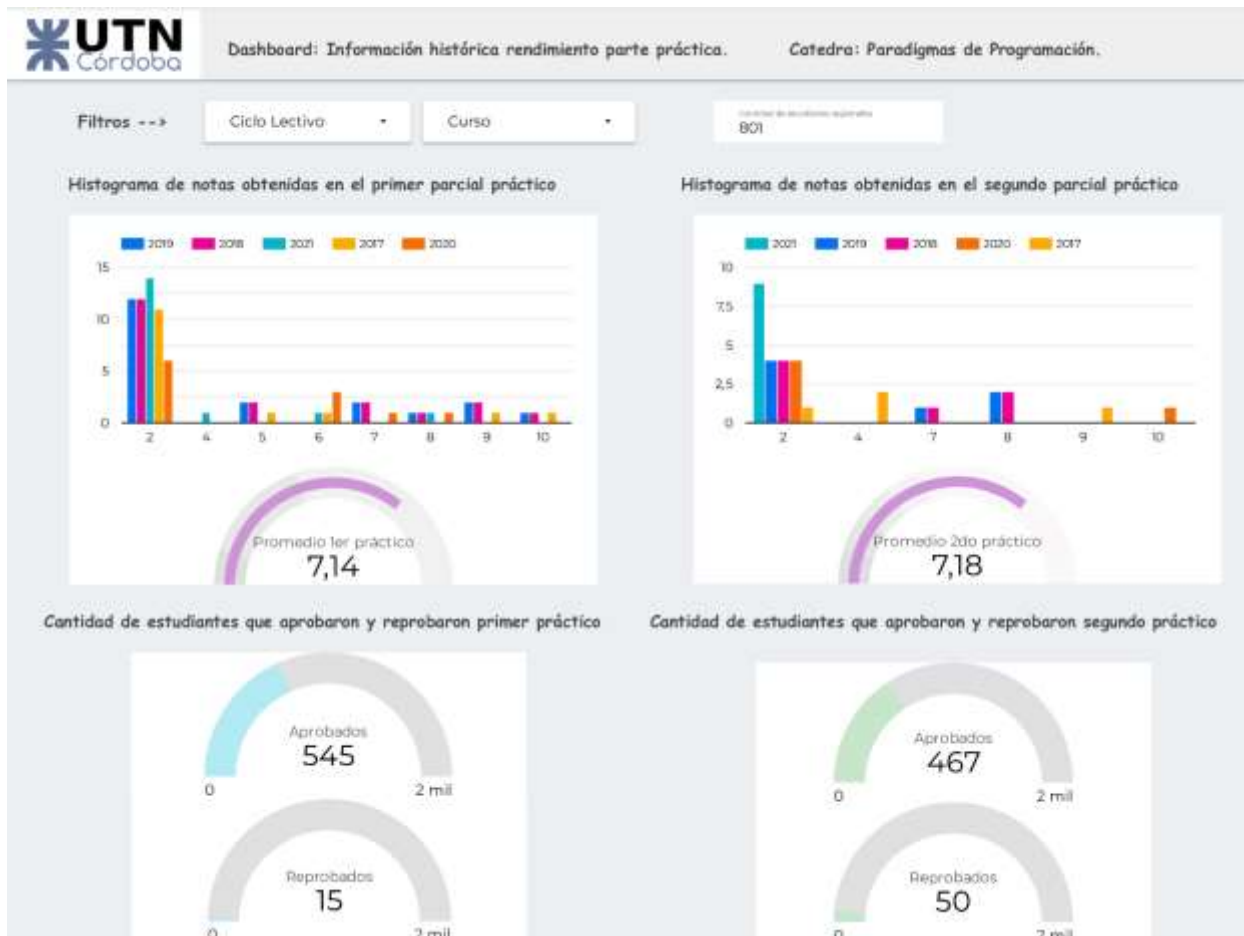


Figura 5: Dashboard “Información histórica Rendimiento parte práctica”. Fuente: Desarrollo Propio

Dashboard de estudiantes que recuperaron la parte teórica: el dashboard tiene como finalidad obtener información relacionada con el rendimiento de los estudiantes que han accedido a la instancia de recuperación teórica para la regularización de la asignatura.

Los gráficos del mismo proporcionan la siguiente información:

- cantidad de notas obtenidas en el recuperatorio del primer parcial teórico.
- promedio obtenido en el primer recuperatorio teórico.
- cantidad de estudiantes que recuperaron el primer parcial teórico y regularizaron.
- cantidad de estudiantes que recuperaron el primer parcial teórico y promocionaron.
- cantidad de estudiantes que recuperaron el primer parcial teórico y quedaron libres.
- cantidad de notas obtenidas en el recuperatorio del segundo parcial teórico.
- promedio obtenido en el segundo recuperatorio teórico.
- cantidad de estudiantes que recuperaron el segundo parcial teórico y regularizaron.
- cantidad de estudiantes que recuperaron el segundo parcial teórico y promocionaron.
- cantidad de estudiantes que recuperaron el segundo parcial teórico y quedaron libres.

La Figura 6 visualiza la interfaz del dashboard estudiantes que recuperaron la parte teórica.



Figura 6: Dashboard “estudiantes que recuperaron la parte teórica”. Fuente: Desarrollo Propio

Dashboard de estudiantes que recuperaron la parte práctica: el dashboard tiene como finalidad obtener información relacionada con el rendimiento de los estudiantes que han accedido a la instancia de recuperación práctica para la regularización de la asignatura.

Los gráficos incluidos en el mismo proporcionan la siguiente información:

- cantidad de notas obtenidas en el recuperatorio del primer parcial práctico.
- promedio obtenido en el primer recuperatorio práctico.
- cantidad de estudiantes que recuperaron el primer parcial práctico y regularizaron.
- cantidad de estudiantes que recuperaron el primer parcial práctico y promocionaron.
- cantidad de estudiantes que recuperaron el primer parcial práctico y quedaron libres.
- cantidad de notas obtenidas en el recuperatorio del segundo parcial práctico.
- promedio obtenido en el segundo recuperatorio práctico.
- cantidad de estudiantes que recuperaron el segundo parcial práctico y regularizaron.
- cantidad de estudiantes que recuperaron el segundo parcial práctico y promocionaron.
- cantidad de estudiantes que recuperaron el segundo parcial práctico y quedaron libres.

La Figura 7 visualiza la interfaz del dashboard estudiantes que recuperaron la parte práctica.



Figura 7: Dashboard “estudiantes que recuperaron la parte práctica”. Fuente: Desarrollo Propio

Conclusiones

El desarrollo de este trabajo presentó una primera versión de una solución de inteligencia de negocios para optimizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de la cátedra Paradigmas de Programación perteneciente a la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Tecnológica Nacional-Regional Córdoba.

Para el diseño de la fuente de datos fue necesario consolidar la información reflejada en las planillas de cálculo correspondiente a la regularidad de los estudiantes en el periodo considerado. El recurso que utilizado fue fuente de datos combinada, que permite consolidar datos de diversas fuentes de origen. En este caso fue necesario considerar los datos del sistema académico “Autogestión”, desarrollo propio de la facultad regional Córdoba, para realizar el análisis del rendimiento y progreso académico de los estudiantes. Respecto a la elección de la herramienta inteligencia de negocio Data Studio demostró ser un recurso potente que cubrió las necesidades de información requeridas por parte de la cátedra bajo estudio. La utilización de gráficos estadísticos para la visualización la información genera un escenario dinámico y simple para los profesores y el coordinador de la cátedra a la hora de acceder e interpretar la información visualizada.

Referencias

1. Cano, J. : Business Intelligence: Competir con información. ESADE Business School, Madrid (2007).
2. Vega, G. A. H.: Sistema de Alerta Temprana basado en Inteligencia de Negocios para detectar riesgo académico en estudiantes de la Universidad de La Serena. Trabajo de Maestría en Tecnologías de la Información, Universidad de La Serena, Departamento de Informática (2019).
3. Salinas, C. C. A.: Implementación del sistema de información ejecutiva académico basado en inteligencia de negocios: caso Universidad Peruana Unión. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación: Paidagogo 1(2), 24-48 (2019).
4. Santos, J., Benites, M.: Inteligencia de negocios y su impacto en la gestión universitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo. Revista Ciencia y Tecnología 16(3), 87-104 (2020).
5. Cruzado, J. A. G., Uchamaco, G. R. L., Depaz, C. E. N., Moreno, J. G., Chambi, S. G. C., Mejía, M. J. O.: Inteligencia de negocios para la toma de decisiones en el área de admisión de una universidad, Revista Ceprosimad 8(1), 18-31 (2020).
6. Herrera Ramírez, J. R., Borda Restrepo, J. A.: Transformación Digital de la Gestión Docente de la Universidad Santiago de Cali utilizando Inteligencia de Negocios. Trabajo de Tesis de Maestría en Informática, Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería (2019).
7. Roo-Huerta, A.; Boscán-Romero, N.: Inteligencia de negocios en la banca nacional: Un enfoque basado en herramientas analíticas. Revista Venezolana de Gerencia 17(59), 548-563 (2012).

8. Cordero-Naspud, E. I., Erazo-Álvarez, J. C., Narváez-Zurita, C. I., Cordero-Guzmán, D. M.: Soluciones corporativas de inteligencia de negocios en las pequeñas y medianas empresas. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía* 5(10), 483-514 (2020).
9. Medina-Chicaiza, R., Chiliquinga-Vejar, L., Ortiz-Barba, A.: Aproximación sobre la inteligencia de negocios en las PYME. *Revista Científica: Dominio de las Ciencias* 2(4), 370-382 (2016).
10. Reyes-Dixson, Y., Nuñez-Maturel, L.: La inteligencia de negocio como apoyo a la toma de decisiones en el ámbito académico. *Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología* 3(2), 63-73 (2015).
11. Kimball, R., Ross, and M.: *The data warehouse toolkit: the complete guide to dimensional modeling*. John Wiley & Sons, Indianapolis (2011).
12. Inmon, B., Krishnan, K.: *Building the Unstructured Data Warehouse: Architecture, Analysis, and Design*. Technics publications, Nueva Jersey (2011).
13. Sitio oficial de Pentaho, <https://sourceforge.net/projects/pentaho/>
14. Sitio oficial Rapid Miner, www.rapidminer.com/
15. Sitio oficial Tableau, www.tableau.com
16. Sitio oficial Qlikview, www.qlik.com/
17. Sitio oficial de Data Studio, <https://marketingplatform.google.com/intl/es/about/data-studio/>
18. Kaplan, R. S., Norton, D. P.: *Unidad de conocimiento: Cuadro de mando integral*. Informe técnico, Fundación para a la motivación de los recursos humanos (2009).
21. A. Sarikaya, M. Correll, L. Bartram, M. Tory, and D. Fisher, "What do we talk about when we talk about dashboards?". *Journal IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 25(1), 682-692 2019.