

Proyecto de análisis de datos de servicios de telecomunicaciones evaluado con rúbricas analíticas

Marcelo Dante Caiafa¹, Ariel Rodrigo Aurelio¹, Alejandro Bevilacqua¹, Débora Baner¹

¹*Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas,
Universidad Nacional de La Matanza, Argentina.*

mcaiafa@unlam.edu.ar, aaurelio@unlam.edu.ar,
abevilacqua@unlam.edu.ar, dbaner@alumno.unlam.edu.ar

Resumen

La vinculación profesional entre la universidad y la industria es objetivo de nuestra labor académica. Es interés del trabajo registrar un proyecto de articulación basado en el análisis de datos de servicios de telecomunicaciones. El desempeño de los estudiantes de ingeniería que lo implementan se evalúa a partir de rúbricas analíticas elaboradas para este caso.

Los procesos de transformación digital originan profundos cambios, entre otros en la generación de bienes y servicios. En este contexto la obtención de información relevante a partir de datos disponibles resulta un aporte de valor para las organizaciones.

El proyecto se basa en un estudio exploratorio de datos reales, que utiliza como herramienta la plataforma Python y sus diferentes librerías, para construir un perfil de cliente con alto potencial de abandono en los servicios de telecomunicaciones.

Se pretende contribuir al fomento de actividades que integren la academia con la industria reflejando el valor que la aplicación de nuevas herramientas de evaluación pueden aportar a estudiantes y docentes.

Palabras Clave: Tecnología de la Información, análisis de datos, rúbricas analíticas, competencias profesionales.

El valor del análisis de datos

La transformación digital está generando en las últimas décadas profundos cambios en la forma de producir y comercializar bienes y servicios [1]. En este contexto la gestión de la información permite que las organizaciones mejoren sus procesos, “los datos son la nueva moneda que sustenta cambios fundamentales en la cuarta revolución industrial” [2]. Una cultura organizacional orientada en datos dispone de ventajas en la toma de decisiones porque se basa en evidencias [3].

Algunos estudios [4] indican que las organizaciones con enfoque basado en datos mejoran su productividad y rentabilidad. Según consultoras internacionales [5] el tamaño del mercado global de analítica de datos representó USD 31,800 millones para 2021 y estiman alcance los USD 329,800 millones en 2030. Eso registraría una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 29,9% en ese período.

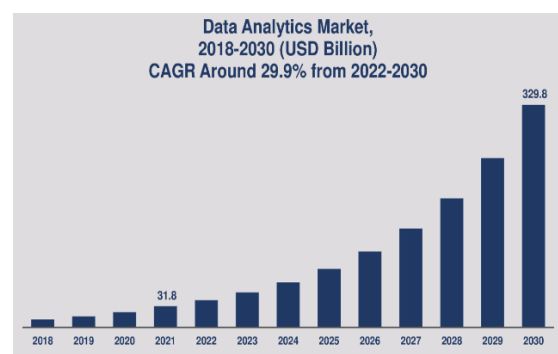


Figura 1: Mercado de Analítica de Datos

Fuente: Acumen R&C, 2021

Se puede definir el análisis de datos como un proceso multidisciplinario que gestiona datos con el propósito de generar información para mejorar la toma de decisiones [6].

Tukey definió el análisis de datos como "los procedimientos y técnicas para interpretar resultados, formas de planificar la recopilación de datos para hacer su análisis más sencillo y preciso" [7]. Actualmente se clasifican diferentes tipos de analítica:

a) Analítica descriptiva: ilustra los datos de los resultados recopilados durante un intervalo de tiempo.

b) Analítica de diagnóstico: busca la causa raíz de un problema.

c) Analítica predictiva: utiliza datos pasados para realizar pronósticos.

d) Analítica prescriptiva: está dedicada a encontrar la solución más adecuada.

Si bien existen diferentes modelos de madurez analítica, en el siguiente gráfico se ordenan los distintos tipos de análisis. Estos se pueden considerar como etapas correlativas del mismo proyecto, que a medida que avanza nivel de complejidad incrementa el valor del aporte [8].



Figura 2: Modelo de ascendencia analítica
Fuente: Gartner, 2012.

Aunque no existe completo consenso sobre el modelo, resulta útil asociarlo a diferentes tipos de preguntas para ayudar a centrar los esfuerzos analíticos. [9]

Alcance del proyecto

El alcance del presente proyecto queda enmarcado dentro de la instancia inicial del modelo de madurez analítico, es decir que se trata de un análisis descriptivo que genera información a partir del estudio de un marco de datos históricos reales y concretos.

Roles y perfiles en un equipo

Para identificar las habilidades a desarrollar en el proyecto se parte de las definiciones genéricas de responsabilidades de los distintos roles desempeñados en un equipo de trabajo para este tipo de proyectos. Algunos autores [10] indican que entre los perfiles requeridos por el mercado laboral están:

- Analista de datos, ejecuta análisis estadísticos de diversas fuentes de información.
- Científico de datos, aplica matemáticas, estadística y programación para explorar, examinar y graficar datos.
- Gerente de datos (Chief Data Officer), es el ejecutivo responsable final de toda la gestión de datos y sus políticas de privacidad.
- Ingeniero de datos, es responsable de probar, implementar y mantener la infraestructura de datos y sus repositorios.
- Arquitecto de datos, es quien define, diseña y supervisa la implementación de los sistemas subyacentes que se utilizan.
- Traductor de datos, es un rol emergente que enlaza con las unidades de negocio relevando necesidades, validando requerimientos y comunicando resultados.

Etapas del proyecto

El estudio está basado en la articulación del mundo académico-profesional. Se enfoca en un proyecto de análisis exploratorio de datos de servicios de telecomunicaciones. En la planificación del proyecto se toman como referencia las recomendaciones de diferentes autores [11], [12]. Si bien un autor citado [13] avanza en detalle para lenguaje R, el presente

trabajo fue realizado en Python y sus librerías (Pandas, Numpy y Matplotlib).

Para facilitar la valoración y el seguimiento del desarrollo de competencias profesionales el análisis de datos se agrupó en tres etapas [14] que están identificadas como A, B, C respectivamente en las rúbricas.

Etapa de Relevamiento de datos: interpretación del contexto, especificación del objetivo y validación de requerimientos.

Etapa de Tratamiento de datos: colección de datos, limpieza de datos, identificación de variables, construcción de diccionario de datos, análisis de relaciones entre variables, descripción estadística de datos.

Etapa de Presentación: visualización de la información, sumarización de observaciones y exposición de resultados.

Una característica del EDA (Exploratory Data Analysis) es que se centra más en el proceso que en la teoría. Se puede aprender un puñado de técnicas de análisis de nivel de entrada (estadísticas descriptivas, correlaciones y visualizaciones básicas) en una cantidad de tiempo de algunas semanas [15]. Esto combinado con la curva de aprendizaje de un lenguaje interpretativo de alto nivel como Python resultó indicado para este proyecto.

Problemática para investigar

Un relevamiento del CIECTI (Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación) revela cierta desconexión entre la producción académica y los desarrollos de empresas locales [16].

Algunos autores [17] dentro de su propuesta de enseñanza-aprendizaje incorporan como estrategia y métodos de evaluación en la enseñanza de ingeniería de software, la ejecución de proyectos universidad-empresa. La definición de ciencia multidisciplinaria, la

diversidad de perfiles y los distintos roles de los integrantes de un equipo de análisis de datos supone que será necesario el desarrollo de distintos tipos de habilidades.

Como caso de estudio concreto se consideran los datos históricos de un conjunto de clientes de servicios de telecomunicaciones, debidamente organizados y tratados en bloque, para definir un perfil de cliente con alta probabilidad de solicitud de baja de servicio.

De allí que las preguntas de investigación que guían el trabajo son:

- ¿Cómo desarrollar un proyecto de análisis de datos de servicios de telecomunicaciones con estudiantes de ingeniería que los vincule con la industria?
- ¿Cuáles son las competencias profesionales, habilidades técnicas y genéricas, que requiere un ingeniero que se desempeña en proyectos de análisis de datos y cómo pueden ser evaluadas?

Objetivos del trabajo

El propósito de la investigación apunta a evaluar el desarrollo de las habilidades y competencias profesionales puestas en práctica por estudiantes de ingeniería en la ejecución de un proyecto de análisis de datos.

En este marco, los objetivos del estudio son:

- 1.Registrar el proceso para identificar un perfil típico de cliente con mayor tasa de abandono, a partir de las variables más representativas detectadas en un conjunto de datos de servicios de telecomunicaciones.
- 2.Construir propuestas metodológicas de evaluación de desempeño de competencias profesionales acorde a necesidades actuales.

Se pretende aportar valor a la formación del perfil del profesional que trabaja en el sector TIC (tecnología informática y

comunicaciones) destacando las habilidades necesarias para lograr un eficiente desempeño en la exploración de datos. Este tipo de proyectos, no trata sólo de implementación de infraestructura tecnológica sino que, por su naturaleza y potencial impacto son estratégicos para sustentar la toma de decisiones basada en evidencia [18].

Rúbricas analíticas

El resultado final pretende aportar un caso concreto de vinculación académica evaluado a partir de la utilización de rúbricas analíticas. Una rúbrica es un instrumento cuya principal finalidad es compartir los criterios de realización de las tareas de aprendizaje y de evaluación con los estudiantes y entre el profesorado. La rúbrica, como guía u hoja de ruta de las tareas, muestra las expectativas que estudiantes y docentes comparten sobre distintas actividades, organizadas en diferentes niveles de desempeño [19].

La evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje requiere, además de la asimilación de conocimientos, el desarrollo de habilidades necesarias para resolver problemas en contextos reales. Según algunos autores [20], una habilidad es la capacidad de utilizar recursos necesarios para responder efectivamente a una situación compleja en un contexto específico.

Si bien existen distintos enfoques, se siguen las definiciones de algunos autores que clasifican las habilidades en dos enfoques: tipo técnico (conocimientos) o interpersonales (actitudes sociales) [21], así el perfil del ingeniero está conformado por competencias técnicas y competencias genéricas [22].

Competencias técnicas específicas

Suelen ser referenciadas como habilidades duras, son las requeridas para el desempeño de una ocupación en concreto. Están relacionadas con funciones o puestos de

trabajo en particular. Aportan al estudiante los conocimientos, actitudes, habilidades y valores propios de cada profesión y actividad laboral.

Habilidades genéricas transversales

Las habilidades genéricas, también llamadas habilidades blandas, en ingeniería de software se pueden identificar a partir de un modelo semántico que especifica el marco de trabajo para su evaluación.

Este entorno de tareas se basa en el hecho que el estudiante tiene un perfil de habilidades por desarrollar y para cada una define un conjunto de hitos a alcanzar [23].

Desarrollo del trabajo

El desarrollo del proyecto de investigación se estructura en cinco instancias ejecutadas en forma secuencial.

En la primera instancia se realizaron las tareas de selección de la herramienta de software y la elaboración de las rúbricas.

En la segunda instancia, que corresponde a la etapa de relevamiento de datos, se estudia el contexto, se validan los requerimientos, y se definen los indicadores.

La tercera instancia corresponde al tratamiento de los datos. Con los datos obtenidos se identifican las variables, se realiza un diccionario de datos, se limpian, se ordenan y se ejecuta el análisis estadístico.

En la instancia número cuatro se ejecutan las operaciones vinculadas con la presentación de resultados. Se construye la matriz de correlación para identificar las variables relevantes y son validadas con el mapa de calor. También se elaboran los gráficos para la presentación de los informes.

La última instancia es para el análisis final del proyecto la elaboración de conclusiones y propuestas de futuros trabajos.

Selección de la herramienta de software

Inicialmente se analizaron diversas opciones como R, ELK, powerBI. Se definió la utilización de Python como lenguaje de programación por ser la más adecuada por sus características. Entre otras tenemos un lenguaje interpretado, de alto nivel, de tipado dinámico, multiplataforma, de código abierto, orientado a objeto, su gran comunidad y amplias y diversas librerías, entre otras [24].

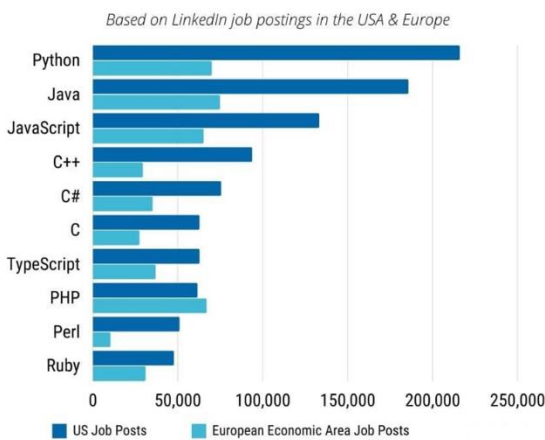


Figura 3: Lenguajes de programación más requeridos
Fuente: LinkedIn, 2022.

Otra de las razones que motivó la decisión de utilizar Python como lenguaje es su gran demanda en las ofertas de empleo en USA y EU que registra LinkedIn y se muestra en el gráfico anterior [25].

En esta primera instancia además, a partir de las recomendaciones del CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería) [26] y otras, se confeccionaron las rúbricas para el seguimiento y evaluación del desarrollo de catorce competencias de parte de los estudiantes durante el proceso. Se adjuntan en hoja separada.

Etapas de Relevamiento de Datos

En esta instancia se estudió el contexto de la problemática a resolver y su impacto. Es decir que se indagó sobre el valor que aportaría la solución buscada. Esto significó estudiar la relación entre el ciclo de vida del cliente y la

tasa de abandono. Además se profundizó sobre los costos relacionados con la retención de un cliente existente vs los costos de captación de uno nuevo, distintas estrategias de fidelización y venta cruzada, etc. Se colectaron los datos y se procedió a un primer acercamiento en un análisis preliminar según las mejores prácticas [27].

Etapas de Tratamiento de Datos

Aquí se realizan distintas manipulaciones del conjunto de datos. Primero se consolida el tipo de dato por cada variable. Se detectan datos faltantes y outliers, se ordenan y consolidan para un posterior análisis estadístico y se mapean variables categóricas a variables numéricas para facilitar su procesamiento.

customerID	object	DeviceProtection	object
gender	object	TechSupport	object
SeniorCitizen	int64	StreamingTV	object
Partner	object	StreamingMovies	object
Dependents	object	Contract	object
tenure	int64	PaperlessBilling	object
PhoneService	object	PaymentMethod	object
MultipleLines	object	MonthlyCharges	float64
InternetService	object	TotalCharges	object
OnlineSecurity	object	Churn	object
OnlineBackup	object	dtype: object	

Figura 4: Identificación de tipo de dato x variable
Fuente: Elaboración propia

Luego se eliminan datos nulos e inconsistentes. Estas tareas se ejecutan con librería Pandas y Numpy, según las buenas prácticas [28].

customerID	gender	SeniorCitizen	Partner	Dependents	tenure	PhoneService	MultipleLines	InternetService	OnlineSecurity	...	DeviceProtection	Tech
0	Female	0	Yes	No	1	No	No phone service	DSL	No	...	No	No
1	Male	0	No	No	34	Yes	No	DSL	Yes	...	Yes	Yes
2	Male	0	No	No	2	Yes	No	DSL	Yes	...	No	No
3	Male	0	No	No	45	No	No phone service	DSL	Yes	...	Yes	Yes
4	Female	0	No	No	2	Yes	No	Fiber optic	No	...	No	No

Figura 5: Extracto representativo de datos
Fuente: Elaboración propia

Se ordenan las variables, se renombran algunas y otras se redefinen a partir de los indicadores. Se elabora el diccionario de datos.

Variable	Descripción
a)Customer ID:	Identificación interna del cliente
b)Gender:	Tipo de género
c)Senior Citizen:	Si el cliente es un adulto
d)Partner:	El cliente tiene pareja o no
e)Dependents:	El cliente tiene dependientes o no
f)Tenure:	Número de meses de antigüedad del cliente en la compañía
g)Phone Service:	El cliente tiene contratado el servicio de telefonía o no
h)Multiple lines:	El cliente tiene contratadas múltiples líneas o no
i)Internet Service:	Tipo de tecnología del servicio de internet (DSL, fibra óptica, etc)
j)Online Security:	El cliente tiene contratado el servicio de seguridad online o no
k)Online Backup:	El cliente tiene contratado el servicio de backup online o no
l)Device Protection:	Si el cliente tiene contratado el servicio de protección de dispositivos
m)Tech Support:	El cliente tiene contratado el servicio de soporte técnico o no
n)Streaming TV:	El cliente tiene contratado el servicio de TV online o no
o)Streaming movies:	El cliente tiene contratado el servicio de películas online o no
p)Contract:	Tipo de contrato seleccionado por el cliente
q)Paperless Billing:	El cliente solicitó factura electrónica o no
r)Payment Method:	Método de pago seleccionado por el cliente
s)Monthly Charges:	Cargos mensuales del cliente
t)Total Charges:	Cargos totales del cliente
u)Churn:	El cliente solicitó la baja de los servicios o no

Figura 6: Diccionario de Datos
Fuente: Elaboración propia

Luego se realiza el análisis estadístico para determinar las variables más representativas y se construye la matriz de correlación.

	SeniorCitizen	tenure	MonthlyCharges	TotalCharges	Churn	gender_Female	gender_Male	Partner_No	Partner_Yes	Dependents
SeniorCitizen	1.000000	0.015683	0.219874	0.102411	0.150541	0.001819	-0.001819	-0.016657	0.016657	0.2109
tenure	0.015683	1.000000	0.246882	0.825880	-0.354049	-0.005285	0.005285	-0.381912	0.381912	-0.1633
MonthlyCharges	0.219874	0.246882	1.000000	0.651065	0.182858	0.013779	-0.013779	-0.097825	0.097825	0.1123
TotalCharges	0.102411	0.825880	0.651065	1.000000	-0.199484	-0.000048	0.000048	-0.319072	0.319072	-0.0644
Churn	0.150541	-0.354049	0.182858	-0.199484	1.000000	0.008545	-0.008545	0.149882	-0.149882	0.1683
gender_Female	0.001819	-0.005285	0.013779	-0.000048	0.008545	1.000000	-1.000000	-0.001379	0.001379	0.0103
gender_Male	-0.001819	0.005285	-0.013779	0.000048	-0.008545	-1.000000	1.000000	0.001379	-0.001379	-0.0103
Partner_No	-0.016657	-0.381912	-0.097825	-0.319072	0.149882	-0.001379	0.001379	1.000000	-1.000000	0.4522

Figura 7: Matriz de correlación
Fuente: Elaboración propia

Por último se obtienen las variables más representativas para la tasa de abandono.

```
Index(['Churn', 'Contract_Month-to-month', 'OnlineSecurity_No',
      'TechSupport_No', 'InternetService_Fiber optic',
      'PaymentMethod_Electronic check', 'OnlineBackup_No',
      'DeviceProtection_No', 'MonthlyCharges', 'PaperLessBilling_Yes'],
      dtype='object')
```

Figura 8: Listado de variables c/mayor incidencia
Fuente: Elaboración propia

Etapas de Presentación de resultados

En esta etapa se realizan gráficos para la visualización de los resultados del análisis estadístico. Se elabora el mapa de calor, histogramas de cada variable, su distribución estadística y dispersión. Estas tareas se apoyan en librerías Matplotlib y Seaborn [29]. Como ejemplo se muestra la variable de cargos mensuales vs tasa de abandono

(churn).

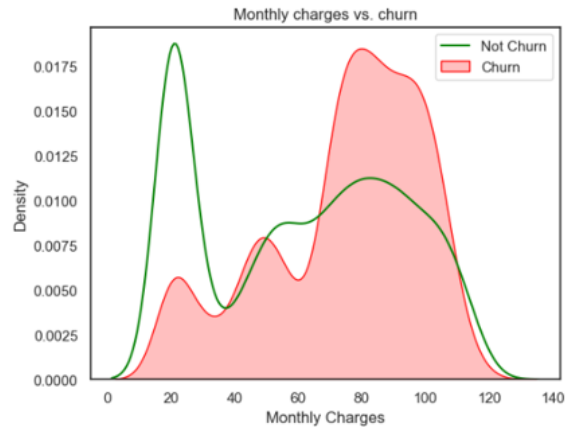


Figura 9: Matriz de correlación
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se observa que los clientes con mayor influencia en tasa de abandono son aquellos que tienen cargos mensuales entre usd 70 y usd 100 mensuales, mientras que los clientes con menor tasa de baja de servicio son quienes tienen una facturación media mensual de usd 20 dólares.

Conclusiones

El proyecto de investigación permitió valorar la experiencia del proceso enseñanza-aprendizaje a través de la participación en un proyecto concreto de articulación academia-industria, que ofreció a los estudiantes una aproximación al contexto productivo.

El trabajo tipificar las variables más representativas en la tasa de abandono de clientes de servicios de telecomunicaciones: tipo de contrato (mensual), soporte técnico (no contratado), método de pago (cheque electrónico) y seguridad en línea (no contratado).

Las tareas de la primera y última instancia del proyecto demandaron del dominio de habilidades blandas. Esto se reflejó en la interpretación del contexto, adecuada integración del equipo de trabajo y la comunicación de resultados. Mientras que el

dominio de competencias técnicas en manejo de programación Python y las librerías citadas se evidenció en las etapas intermedias del análisis de datos estrictamente.

Se comprobó además que la utilización de rúbricas analíticas en la evaluación facilita el seguimiento del desarrollo de habilidades y apalanca un mayor compromiso del estudiante.

El lenguaje de programación Python, con una curva de aprendizaje adecuada permitió ajustarse a los tiempos previstos del proyecto. A su vez le dio escalabilidad y dinámica al análisis descriptivo de datos, y define un primer paso en el estudio de ciencia de datos.

Para futuros trabajos se propone continuar con el desarrollo del modelo de madurez analítico, basándose en este análisis descriptivo, avanzando al predictivo con machine learning, mediante librerías Scipy y Scikit-Learn. Adicionalmente se podría aplicar este modelo en otras carreras, distintas a ingeniería, que utilizaran conjuntos de datos vinculados con sus disciplinas específicas, para integrar conocimientos y habilidades particulares de sus ambientes productivos.

Bibliografía

- [1] K. Schwab. *La cuarta revolución industrial*. World Economic Forum. Ed Debate, 2016.
- [2] R. Privdeville. *Prepare for data Revolution*. Data-driven world. Armanino, 2019.
- [3] M. Schwartz. *War & Peace & IT: Business Leadership, Technology and Success in the digital age*. Portland. Ed IT Revolution Press, 2019.
- [4] A. McAfee, & E. Brynjolfsson. *Big Data: The Management Revolution*. Harvard Business Review. 2012.
- [5] Acumen, Research & Consulting. *Global Data Analytic Market*. 2022. Disponible en <https://www.acumenresearchandconsulting.com/data-analytics-market>
- [6] W. Cleveland. *Data science: An action plan for expanding the technical areas of the field of statistics*. The ASA Data Science Journal, 7(6), 414-417. 2014
- [7] J. Tukey. *The future of Data Analysis*. The Collected Works of John Tukey, ed. L. V. Jones, Monterey, CA: Wadsworth & Brooks/Cole, pp. 391-484 1962
- [8] T. Elliot. Gartner BI: *Analytics moves to the core*. Retrieved from Digital Business & Business Analytics: <https://timoelliott.com/blog/2013/02/gartnerbi-emea-2013-part-1-analytics-moves-to-the-core.html>
- [9] W. Jensen. *Statistics=Analytics?*. 2021. *Quality Engineering*. W.L. Gore & Associates, Inc., Flagstaff, Arizona, pag 7
- [10] M. Pratt. *How to structure and manage a data science team*. (2021). Retrieved from TechTarget. <https://www.techtarget.com/searchbusinessanalytics/feature/How-to-structure-and-manage-a-data-science-team>
- [11] C, O’Neil & R. Schutt. *Doing Data Science: Straight Talk from the Frontline*. O’Reilly Media Inc, California (2013)
- [12] J. Saltz & Shamshurin, I.: Exploring the process of doing data science via an ethnographic study of a media advertising company. In: 2015 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), pp. 2098-2105. IEEE (2015)
- [13] Wickham, H., Golemund, G.: *R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data*. O’Reilly Media Inc, California (2016)

- [14] S. Van Daele & G. Jansseswillen. *Identifying the Steps in an Exploratory Data Analysis*. ICPM(international Conference on process Mining (2022) p 526. Ed. Springer
- [15] M. Courtney. *Exploratory Data Analysis in Schools: A Logic Model to Guide Implementation*. (2021) IJEPL (International Journal Education Policy & Leadership. Volume17(4)
doi:10.22230/ijepl.2021v17n4a1041
- [16] F. Malvicino y G. Yoguel (2016), “Big Data. Avances recientes a nivel internacional y perspectivas para el desarrollo local. CIECTI (Centro interdisciplinario de estudios en ciencia, tecnología e innovación) <http://www.ciecti.org.ar/dt3-big-data/>
- [17] V. Garousi. (2016). *Incorporating real-world industrial testing projects in software testing courses: opportunities, challenges, and lessons learned*. En Software Engineering Education and Training (CSEE&T 2011), 24th IEEE-CS Conference on, pp. 396-400. IEEE F.
- [18] P. Rodríguez, N. Palomino y J.Mondaca. *El uso de datos masivos y sus técnicas analíticas para el diseño e implementación de políticas públicas en Latinoamérica y el Caribe*. BID. Sector de Conocimiento y Aprendizaje. 2017
- [19] J.A. Del Pozo Flores. *Competencias profesionales. Herramientas de evaluación:el portafolios, la rúbrica y las pruebas situacionales*. Ed. Narcea. (2017).
- [20] P. Perrenoud. *Diez nuevas competencias para enseñar. Invitación al viaje*. Editorial Graó. 2004
- [21] C. Lévy-Leboyer, 2003, *Gestión de las competencias. Cómo analizarlas, cómo evaluarlas, cómo desarrollarlas*. Ed Gestión
- [22] Career Space. *Perfiles de capacidades profesionales genéricas de TIC*. Capacidades profesionales futuras para el mundo del mañana. Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. 2001. www.carrer-space.com
- [23] M. Ilahi, Cheniti-Belcadhi, L., & Braham, R. *Formal competence-based assessment: on closing the gap between academia and industry*. Proceedings of the 2nd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, pp. 581-587. ACM. 2014
- [24] W. Bel, *Algoritmos y estructuras de datos en Python*. Un enfoque ágil. Facultad Ciencia y Tec. 2020. pg17. Ed Uader.
- [25] Coding Nomads. 2022. *Most In-Demand Programming Languages* Disponible en: <https://codingnomads.co/blog/the-best-programming-languages-to-learn/>
- [26] C. Neil. *Aportes para la implementación de un modelo de formación orientado a competencias*. RIISIC. (Red de Ingeniería en Informática Sistemas de Información del CONFEDI). Ed UAI. 2021
- [27] S. Mukhiya & U. Ahmed. *Hands-On Exploratory Data Analysis with Python: Perform EDA techniques to understand your data*. Ed. Packt 2020.
- [28] W. McKinney. *Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas & Numpy*. Third Edition. Ed. O’Reilly. 2022
- [29] A. Pajankar. *Hands-on Matplotlib*. Learn Plotting and Visualizations with Python 3.Ed Apress 2021.

TITULO: RÚBRICAS ANALÍTICAS PARA EVALUACION DE COMPETENCIAS TECNICAS ESPECIFICAS (PYTHON Y LIBRERIAS UTILIZADAS EN EL PROYECTO)

CATEGORIA (Aspectos a Evaluar)	VALORACION x etapa del proyecto			EXCELENTE	SATISFACTORIO	NIVEL DE DESEMPEÑO		
	A	B	C			MEJORABLE	MEJORABLE	INSUFICIENTE
Manejo de tipos de datos en Python				Logra dominar completamente los tipos de datos y sus transformaciones	El manejo de los diferentes tipos de datos y sus transformaciones es aceptable	Necesita ejercitar en el manejo de tipos de datos y sus transformaciones	No logra dominar adecuadamente los distintos tipos de datos	
Manejo de métodos y funciones en Python				Logra dominar completamente los distintos tipos de métodos y funciones empleados en el proyecto	El manejo de métodos y funciones de variables resulta aceptable	Necesita ejercitar el manejo de métodos y funciones de variables	Los métodos y funciones se utilizan con criterio aleatorio sin aportar significado	
Manejo de estructuras de control en Python				Domina completamente los flujos de control if, while, for, elif y sus andaciones	El manejo de estructuras de bucles y loops es aceptable	El manejo de estructuras de control es básico, necesita ejercitarlo	El manejo de las estructuras de control es insuficiente	
Manejo de librería NUMPY, análisis numérico de datos en Python				Domina completamente la ejecución de manejo numérico del conjunto de datos	El dominio de librería Numpy para el análisis numérico es aceptable	El manejo de estrategias de indexación, slicing y transformación es básico, necesita ser mejorado	El manejo de las funciones de la librería es insuficiente	
Manejo de librería PANDAS, manipulación y limpieza de datos en Python				Domina completamente las ejecución de tareas de limpieza, ordenamiento y consolidación de datos	La manipulación de la librería Pandas para limpieza de datos es aceptable	El manejo de tareas de limpieza y ordenamiento de datos requiere más ejercitación	No demuestra ejercicio de la librería Pandas	
Manejo de librería MATPLOTLIB, para visualización estática de datos				Domina completamente la ejecución de comandos para la visualización adecuada de datos y resultados	El dominio de la librería Matplotlib es aceptable	La ejecución de histogramas y boxplots, scatter requiere de asistencia, necesita ejercitar	No se registra evidencia de la utilización de la librería en el proyecto	
Ejecución del EDA				El análisis exploratorio realizado es excelente y aporta información relevante.	La ejecución del EDA es aceptable aliena los objetivos esperados	El análisis exploratorio de datos es mejorable en su ejecución y sus resultados	El análisis resulta insuficiente y/o presenta dificultad de comprensión, no se alcanza ningún objetivo	
OBSERVACIONES				AUTONOMÍA, DECISION, MANEJO 100%	AUTONOMÍA, MANEJO SATISFACTORIO	REQUIERE CON COLABORACION,	REQUIERE ASISTENCIA	

Figura 10: Rúbricas analíticas para la evaluación de competencias técnicas específicas

TITULO: RÚBRICAS ANALÍTICAS PARA EVALUACION DE COMPETENCIAS GENERICAS TRANSVERSALES

CATEGORIA	VALORACION en función de etapa del proyecto			EXCELENTE	SATISFACTORIO	NIVEL DE DESEMPEÑO		
	A	B	C			MEJORABLE	MEJORABLE	INSUFICIENTE
Gestión de la demanda y manejo de expectativas				Propone y documenta opciones en todos los encuentros, flexible en la búsqueda del mejor resultado final	Acepta las sugerencias de cambio y maneja alternativas de solución	Interviene en algunas reuniones, no propone opciones ni acepta cambios	No acepta cambios ni interactúa con el solicitante del requerimiento	
Pensamiento crítico				Propone respuestas y soluciones adecuadamente fundamentadas	Genera temas e investiga y luego realiza algún análisis con aporte de valor	Sin demasiado cuestionamiento sobre las decisiones, capacidad de análisis mejorable	No se cuestiona ni analiza durante los encuentros	
Trabajo en equipo				Siempre participa, se propone a colaborar. Asume sus responsabilidades y da asistencia a otros	Se une a todos los encuentros. LA mayoría de las veces hace aportes. A veces se lleva trabajo	Se une en ocasiones. No realiza propuestas.	No participa de los encuentros. No logra el trabajo conjunto	
Comunicación de los resultados				Se reúne habitualmente y elabora informes de seguimiento que expone sin dificultad	Genera reuniones de seguimiento, elabora informes y busca consensos	Espacios para seguimiento deficientes, búsqueda de consensos insuficiente	No se define un seguimiento de avance de proyecto	
Toma de decisiones				Propone plan de trabajo, asigna tareas y participa en todas las decisiones	Detecta información útil y acepta el nivel de avance del proyecto	Requiere sugerencias y asistencia para definir acciones a seguir	No logra definir acciones en base a la información disponible	
Compromiso				Asume la responsabilidad durante la ejecución completa del proyecto	Está alineado con la estrategia y los tiempos del equipo. Entrega sus aportes	Acepta las tareas asignadas	No asume responsabilidad.	
Gestión en entornos de incertidumbre				Es capaz de establecer diferentes escenarios y analizar alternativas de solución frente a imponderables	Con la información disponible toma decisiones exponiendo riesgo controlado	Requiere la totalidad de información crítica para definir el camino	No toma decisiones sin la información necesaria	
OBSERVACIONES				AUTONOMÍA, DECISION, COMPROMISO, COMUNICACIÓN, FLEXIBILIDAD 100%	AUTONOMÍA, MANEJO	REQUIERE APOYO, NECESITA MEJORAR REACIONAMIENTO Y CONFIANZA	NO ALCANZA EL OBJETIVO	

Figura 11: Rúbricas analíticas para la evaluación de competencias genéricas transversales