

# Análítica Inmersiva Colaborativa con Interacción Natural para Análisis de Datos Complejos

1<sup>st</sup> Nelzon Jorge Apaza Apaza  
*Ciencia de la Computación*  
*Universidad Nacional de San Agustín*  
Arequipa, Perú  
napazaa@unsa.edu.pe

2<sup>nd</sup> Given Name Surname  
*dept. name of organization (of Aff.)*  
*name of organization (of Aff.)*  
City, Country  
email address or ORCID

**Abstract**—This document is a model and instructions for L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. This and the IEEEtran.cls file define the components of your paper [title, text, heads, etc.]. \*CRITICAL: Do Not Use Symbols, Special Characters, Footnotes, or Math in Paper Title or Abstract.

**Index Terms**—component, formatting, style, styling, insert.

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, el análisis de datos nos ha permitido tomar mejores decisiones y lograr resultados más significativos en áreas como la sostenibilidad global, sistemas de energía, ciencias de la salud, finanzas y más. Las mejores decisiones son tomadas a partir del análisis de tareas para explorar y profundizar el conocimiento extraído de los datos [1].

Durante años el análisis de tareas se ha realizado en entornos computacionales como pantallas 2D y dispositivos móviles [2], [3]. Pero frente al crecimiento exponencial en la cantidad de los datos y su complejidad, dichos entornos de análisis resultan cada vez más limitados [4]. Frente a estas limitaciones surge la analítica inmersiva [5].

La analítica inmersiva es un campo de investigación en crecimiento que explora el uso de herramientas de análisis envolventes y corporizadas para facilitar la comprensión de datos y la toma de decisiones [6], [7]. Una de las técnicas más utilizadas para lograrlo es el uso de tecnologías inmersivas, como la realidad aumentada (AR), la realidad virtual (VR) y la realidad mixta (MR) que no solo permiten el desarrollo de diseños o la presentación de datos en 3D, sino también, el uso de entornos inmersivos con interacción natural que facilitan y mejoran la calidad y la eficiencia de la exploración, análisis y comprensión de los conjuntos de datos complejos [5]–[10].

Pero la resolución de tareas de análisis inmersivo son más eficientes si se realizan en equipo. Por lo tanto se requiere la colaboración en la realización de las tareas, frente a este problema existe el Análisis Inmersivo Colaborativo (CIA) [11], que permite a investigadores resolver tareas de análisis inmersivo dentro de conjuntos de datos complejos para aprender y tomar mejores decisiones, haciendo más sencillo el trabajo colaborativo dentro de entornos virtuales compartidos [5], [12].

Algunos trabajos en dicha área resaltan la parte inmersiva, enfocándose en mejorar la interacción del usuario con el entorno [4], [13]–[15]. También se tienen trabajos que se enfocaron en observar el comportamiento de los usuarios [16], el rendimiento del entorno y el trabajar con diferentes tecnologías aparte de la realidad virtual [2], [17], [18]. Pero el enfoque de la gran mayoría de ellas no busca específicamente que los usuarios realicen tareas colaborativas de análisis y exploración de datos para la toma de mejores decisiones [19].

Ante la falta de trabajos que exploren con mayor profundidad el análisis de datos inmersivos de manera colaborativa, proponemos una herramienta que permita a los usuarios realizar tareas de análisis y exploración de datos en ambientes virtuales inmersivos colaborativos.

## II. TRABAJOS RELACIONADOS

Tong et al. [2] buscan evaluar el rendimiento de su entorno colaborativo sincrónico(al mismo tiempo), asimétrico(PC y VR) y distribuido(diferentes lugares), además del entorno que construyeron para lograr conectar a sus usuarios, evaluaron su prototipo haciendo que sus usuarios resuelvan problemas definidos por el VAST Challenge 2007 de manera colaborativa, utilizando el conjunto de datos Blue Iguanodon [20], con aproximadamente 1700 documentos. Los participantes tuvieron que señalar los detalles respondiendo a quién, ¿qué, dónde, cuándo, cómo y por qué?

Leon et al. [12] además de destacar la interacción del touch y la conversación entre sus participantes, usa también los problemas definidos en el VAST Challenge 2006 [21], que esta relacionado con el VAST Challenge 2007. Haciendo que sus participantes generen hipótesis sobre lo que sucedió. La tarea alienta a los participantes a colaborar libremente y de cerca en diferentes partes de la tarea (por ejemplo, leer documentos y discutir hipótesis).

Friston et al. [22] presenta a Ubiq, un sistema de realidad virtual social(SVR), diseñado especialmente para el soporte de la enseñanza e investigación en VR, permitiendonos así construir nuestro entorno colaborativo distribuido y sincrónico en realidad virtual. Haciendo el uso de avatares, comunicación verbal y no verbal en tiempo real, interacción en 3D (usar, agarrar), soporte de rayos 3D, interfaces 2D y eventos idénticos para desktop y XR(mouse/teclado vs. controladores).

Lee et al. [19] propone un sistema prototipo que permite a múltiples usuarios crear y manipular visualizaciones de datos en un entorno virtual compartido, moviéndose libremente en un espacio de realidad virtual físicamente co-localizado. Si bien tuvieron cierto enfoque en la realización de tareas de análisis, en sí el propósito era observar más a cómo se comportaban los usuarios mientras realizaban las tareas de análisis. Además, dicho prototipo soporta un nivel básico de funcionalidad para el análisis de datos.

El trabajo de [2] se enfoca principalmente en comparar la visualización colaborativa en condiciones asimétricas(PC-VR) Y simétricas(PC-PC) con los usuarios. A pesar de que brindaron ciertas tareas de análisis de datos para sus usuarios, usando una base de datos de las muchas que brinda el VAST Challenge [23], se recomienda definir tareas entre los colaboradores para poder ajustar su carga cognitiva [17]. Pero también consideramos al trabajo de [18] que explora la colaboración en AR utilizando categorías de visualización asimétrica, con el propósito de examinar la influencia de estas categorías de dispositivos en la colaboración, experiencia de usuario y patrones de uso. Pero no se centra en la realización de tareas de análisis, incluso ellos mismos proponen centrarse en una tarea única y más compleja.

Por el lado de la interacción, [4] se enfoca en emplear interacciones naturales, intuitivas y fáciles de usar con la participación del usuario para la creación y análisis de visualizaciones compuestas en IA. Mas su enfoque no es directamente aplicable a las tareas de análisis de datos del usuario y tampoco se aplicó al trabajo colaborativo. Otro trabajo que también tiene un enfoque similar a este es [13], este dedica su enfoque en mejorar las transformaciones entre estados 2D y 3D que facilitaría las tareas de visualización comunes. Pero no lo aplica de manera colaborativa, ni tiene un enfoque directamente a la resolución de tareas de análisis y exploración de datos. [14] también se enfoca en la interacción, mejorando la navegación y comparación de cuadernos computacionales. Mas no lo aplica de manera colaborativa y tampoco se enfoca en la resolución de tareas de análisis y exploración de datos.

Mientras que los aspectos de implementación y evaluación de la experiencia del usuario se dio por el trabajo de [6]. Pero no lo realiza de manera colaborativa, ni se enfoca en la realización de tareas de análisis y exploración de datos, incluso recomienda, en futuros trabajos, ver la precisión y el tiempo necesario para completar dichas tareas.

### III. PROPUESTA

Se tiene por el momento el pipeline que se puede observar en la figura 1. Donde se puede apreciar el proceso que tendrían los participantes al tratar de resolver un problema, realizando tareas colaborativas, apoyándose del espacio de trabajo y las interacciones que tendrían con los diferentes archivos del dataset que se tiene.

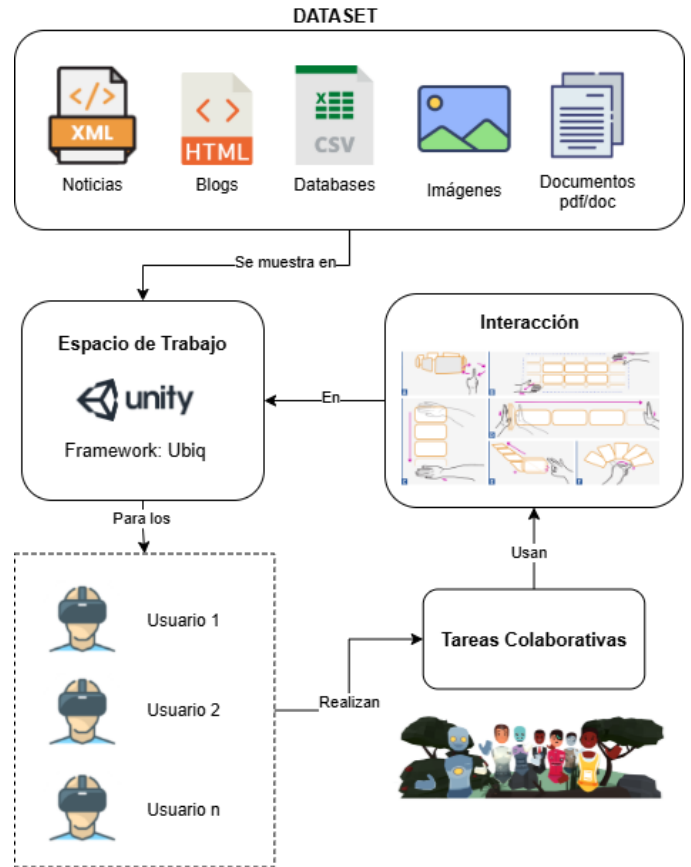


Fig. 1. Pipeline

## IV. EXPERIMENTOS Y RESULTADOS

## V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

## VI. CONCLUSIONES

## REFERENCES

- [1] M. T. Özsu, "Datascienceasystematictreatment," *Commun. ACM*, vol. 66, no. 7, p. 106–116, Jun. 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3582491>
- [2] W. Tong, M. Xia, K. K. Wong, D. A. Bowman, T.-C. Pong, H. Qu, and Y. Yang, "Towards an understanding of distributed asymmetric collaborative visualization on problem-solving," in *2023 IEEE Conference Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 2023, pp. 387–397.
- [3] J. C. Roberts, P. D. Ritsos, S. K. Badam, D. Brodbeck, J. Kennedy, and N. Elmqvist, "Visualization beyond the desktop—the next big thing," *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 34, no. 6, pp. 26–34, 2014.
- [4] Q. Zhu, T. Lu, S. Guo, X. Ma, and Y. Yang, "Compositingvis: Exploring interactions for creating composite visualizations in immersive environments," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 31, no. 1, p. 591–601, Jan. 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2024.3456210>
- [5] F. A. Nafis, A. Rose, S. Su, S. Chen, and B. Han, "Are we there yet? unravelling usability challenges and opportunities in collaborative immersive analytics for domain experts," in *HCI International 2024 – Late Breaking Papers: 26th International Conference on Human-Computer Interaction, HCII 2024, Washington, DC, USA, June 29 – July 4, 2024, Proceedings, Part IV*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2024, p. 159–181. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-76812-5\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-76812-5_12)

- [6] N. A. B. Jamaludin, F. B. Mohamed, C. V. Siang, L. J. Heng, and M. S. B. Sunar, "A derived framework for immersive analytics: Use cases in smart city and pokémon interactive data visualization," in *2024 IEEE International Conference on Computing (ICOCO)*, 2024, pp. 434–439.
- [7] T. Dwyer, K. Marriott, T. Isenberg, K. Klein, N. Riche, F. Schreiber, W. Stuerzlinger, and B. H. Thomas, *Immersive Analytics: An Introduction*, K. Marriott, F. Schreiber, T. Dwyer, K. Klein, N. H. Riche, T. Itoh, W. Stuerzlinger, and B. H. Thomas, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2018. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01388-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01388-2_1)
- [8] B. Ens, B. Bach, M. Cordeil, U. Engelke, M. Serrano, W. Willett, A. Prouzeau, C. Anthes, W. Büschel, C. Dunne, T. Dwyer, J. Grubert, J. H. Haga, N. Kirshenbaum, D. Kobayashi, T. Lin, M. Olaosebikan, F. Pointecker, D. Saffo, N. Saquib, D. Schmalstieg, D. A. Szafir, M. Whitlock, and Y. Yang, "Grand challenges in immersive analytics," in *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI '21. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3411764.3446866>
- [9] D. Saffo, S. Di Bartolomeo, T. Crnovrsanin, L. South, J. Raynor, C. Yildirim, and C. Dunne, "Unraveling the design space of immersive analytics: A systematic review," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 30, no. 1, p. 495–506, Jan. 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2023.3327368>
- [10] M. Kraus, K. Klein, J. Fuchs, D. A. Keim, F. Schreiber, and M. Sedlmair, "The value of immersive visualization," *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 41, no. 4, pp. 125–132, 2021.
- [11] M. Billinghamurst, M. Cordeil, A. Bezerianos, and T. Margolis, *CollaborativeImmersiveAnalytics*. Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 221–257. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01388-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01388-2_8)
- [12] G. M. Leon, A. Bezerianos, O. Gladin, and P. Isenberg, "Talk to the Wall: The Role of Speech Interaction in Collaborative Visual Analytics," *IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics*, vol. 31, no. 01, pp. 941–951, Jan. 2025. [Online]. Available: <https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/TVCG.2024.3456335>
- [13] B. Lee, M. Cordeil, A. Prouzeau, B. Jenny, and T. Dwyer, "A design space for data visualisation transformations between 2d and 3d in mixed-reality environments," in *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI '22. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3491102.3501859>
- [14] S. In, E. Krokos, K. Whitley, C. North, and Y. Yang, "Evaluating navigation and comparison performance of computational notebooks on desktop and in virtual reality," in *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI '24. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3613904.3642932>
- [15] S. In, T. Lin, C. North, H. Pfister, and Y. Yang, "This is the table i want! interactive data transformation on desktop and in virtual reality," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 30, no. 8, pp. 5635–5650, 2024.
- [16] A. Lammert, G. Rendle, F. Immohr, A. Neidhardt, K. Brandenburg, A. Raake, and B. Froehlich, "Immersive study analyzer: Collaborative immersive analysis of recorded social vr studies," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 30, no. 11, p. 7214–7224, Nov. 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2024.3456146>
- [17] V. Bréhault, E. Dubois, A. Prouzeau, and M. Serrano, "A systematic literature review to characterize asymmetric interaction in collaborative systems," in *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI '25. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3706598.3713129>
- [18] J. Friedl-Knirsch, C. Stach, F. Pointecker, C. Anthes, and D. Roth, "A study on collaborative visual data analysis in augmented reality with asymmetric display types," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 30, no. 5, p. 2633–2643, May 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2024.3372103>
- [19] B. Lee, X. Hu, M. Cordeil, A. Prouzeau, B. Jenny, and T. Dwyer, "Shared surfaces and spaces: Collaborative data visualisation in a co-located immersive environment," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 27, no. 2, pp. 1171–1181, 2021.
- [20] G. Grinstein, C. Plaisant, S. Laskowski, T. O'Connell, J. Scholtz, and M. Whiting, "Vast 2007 contest - blue iguanodon," in *2007 IEEE Symposium on Visual Analytics Science and Technology*, 2007, pp. 231–232.
- [21] G. Grinstein, T. O'Connell, S. Laskowski, C. Plaisant, J. Scholtz, and M. Whiting, "Vast 2006 contest - a tale of alderwood," in *2006 IEEE Symposium On Visual Analytics Science And Technology*, 2006, pp. 215–216.
- [22] S. J. Friston, B. J. Congdon, D. Swapp, L. Izzouzi, K. Brandstätter, D. Archer, O. Olkkonen, F. J. Thiel, and A. Steed, "Ubiq: A system to build flexible social virtual reality experiences," in *Proceedings of the 27th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, ser. VRST '21. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3489849.3489871>
- [23] E. W. He, D. Tolessa, A. Suh, and R. Chang, "Analysis without data: Teaching students to tackle the vast challenge," *IEEE Workshop on Visualization Guidelines in Research, Design, and Education*. [Online]. Available: <https://par.nsf.gov/biblio/10394301>