

Soluciones para las Ciudades Inteligentes Sostenibles. Gobernanza Digital, IA en Ingeniería de Software, Buenas prácticas y Calidad 4.0.

Ariel Pasini , Marcos Boracchia ,
Rocío Muñoz , Juan Ignacio Torres , Kristian Petkoff Bankoff , Patricia Pesado 

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)
Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata
50 y 120 La Plata Buenos Aires
Centro Asociado CIC
526 e/ 10 y 11 La Plata Buenos Aires
(apasini, marcosb, rmunoz, jitorres, kpb, ppesado) @lidi.info.unlp.edu.ar

RESUMEN

El III-LIDI (Instituto de Investigación en Informática LIDI) posee un subproyecto centrado en cuatro ejes principales

1. Ciudades inteligentes sostenibles; 2. Gobernanza digital y gobierno abierto; 3. Buenas prácticas y calidad 4.0; y 4. Inteligencia Artificial en Ingeniería de Software. Para cada eje se proponen un conjunto de objetivos para analizar durante este año y se describen los resultados obtenidos hasta el momento.

Palabras Claves

Ingeniería de Software – Calidad 4.0 – Gobernanza Digital – Ciudades inteligentes – Transformación digital

CONTEXTO

Esta línea de investigación se enmarca en el proyecto “Diseño, desarrollo y evaluación de sistemas en escenarios híbridos para áreas clave de la sociedad actual: educación, ciudades inteligentes y gobernanza digital” (2023-2026), UNLP, Ministerio de Educación de la Nación, en particular el subproyecto “Ciudades inteligentes sostenibles. Gobernanza digital. Buenas prácticas y calidad”. Y posee una estrecha interacción con los otros proyectos desarrollados en el Instituto que se relacionan con Inteligencia de Datos y Computación de Alto Desempeño y Distribuida.

Asimismo, la temática se encuentra abordada en proyectos aprobados por la Facultad de Informática UNLP (2023-2024).

El Instituto posee diversos acuerdos de cooperación con varias Universidades de Argentina y del exterior y con empresas privadas del sector, interesadas en mejorar sus procesos de desarrollo.

Desde esta línea, el III-LIDI participa en proyectos internacionales que abordan los temas de Transformación Digital (TD), Ciudades Digitales e Inteligencia Artificial (IA):

-Actualmente se trabaja en el proyecto “UNI-UEAR - Alianza Universitaria Argentina Europea para la Transformación Digital” cofinanciado por la Unión Europea. El Proyecto UNI UEAR es ejecutado por el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) en colaboración con un consorcio de cinco universidades nacionales UBA, UNLP, UNQ, UNS, UNSaM y cuatro instituciones europeas: European University Institute (Italia), Gdansk University of Technology (Polonia), Technical University of Delft (Países Bajos), University for Continuous Education Krems (Austria). Tiene como objetivo principal contribuir a la promoción de los derechos digitales en Argentina; y en particular, busca fortalecer la creación y difusión de conocimiento aplicado para la transformación digital; y desarrollar alianzas entre la academia, los

sectores público y privado y la sociedad civil para la transformación digital.

-En el último año se ha obtenido la acreditación CONEAU de la carrera de postgrado interuniversitaria entre la UNLP y la UNS: “*Maestría en Gestión y Tecnología de Ciudades Inteligentes*” que ha sido producto de la participación en el proyecto CAP4CITY “*Fortalecimiento de la capacidad de gobernanza de ciudades inteligentes sostenibles*” durante los años 2018-2022 en el que participaron 12 universidades (8 latinoamericanas y 4 europeas)..

-Además, el Instituto posee una importante presencia en el “Consortio de I+D+I en Cloud Computing-Big Data & Emergent Topics” (CC-BD&ET) con la participación de grupos de investigación de Argentina, España, Chile, entre otros.

- Se encuentra en evaluación en el marco de una convocatoria del programa ERASMUS+ el proyecto internacional “AIGiLE Artificial Intelligence for supporting Governance of smart sustainable cities in Latin America and Europe” en el que participan 9 universidades (3 argentinas, 3 brasileras y 3 europeas)

1. INTRODUCCION

La línea de investigación se focaliza en 4 ejes. El primero basado en el concepto de ciudades inteligentes sostenibles (CIS), la generación de herramientas para capacitar a la comunidad en el desarrollo de CIS y la transformación digital. El segundo eje está directamente relacionado con el concepto de CIS. Se profundiza en el uso de la tecnología en la gobernanza digital, gobierno y datos abiertos. El tercer eje se enfoca en distintos lineamientos referidos a la generación de buenas prácticas, la mejora de procesos relacionados a los organismos públicos, y la calidad 4.0. Por último el cuarto eje, busca investigar la injerencia de la utilización de herramientas basadas en modelos de lenguajes de gran tamaño (LLM) de inteligencia artificial

como por ejemplo, ChatGPT, Llama, etc. en los procesos definidos en la Ingeniería de Software

Eje 1 - Ciudades inteligentes sostenibles

El proyecto CAP4CITY define una CIS como: “...una ciudad innovadora que utiliza Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y otros medios para mejorar la calidad de vida, la eficiencia de las operaciones y los servicios urbanos; y la competitividad, al tiempo que se garantiza que satisfaga las necesidades de las generaciones presentes y futuras con respecto a los aspectos económicos, sociales, ambientales y culturales.”[1] - [5]. En este contexto las CISs se componen de cinco pilares: “Social”, “Económico”, “Ambiental”, “Gobernanza” e “Infraestructura urbana”.

Las ciudades proveen servicios públicos mediante el uso TICs a su comunidad, si estos servicios son orientados a la innovación y la sostenibilidad, se lo considera un servicio CIS. Generalmente estos servicios se agrupan en los cinco pilares facilitando la identificación de los receptores que se verán beneficiados. Asistiendo al ciudadano en la incorporación de una forma más sencilla al proceso de transformación digital

Eje 2 - Gobernanza Digital y Gobierno Abierto

Continuando con los pilares de las CIS mencionados anteriormente, dentro del pilar de Gobernanza podemos destacar el concepto de gobernanza digital, este concepto, se basa en el uso de las TICs para mejorar la forma de gobierno, la entrega de servicios públicos y facilitar las interacciones entre el gobierno y el ciudadano [3], [5], [7], [8].

Son ejemplo, los portales de gobierno que habitualmente se utilizan como una herramienta para el acceso a la información y la participación ciudadana.

Por el lado del Gobierno Abierto, Sandoval lo define como: “El gobierno abierto debe

entenderse como una plataforma tecnológica institucional que convierta los datos gubernamentales en datos abiertos para permitir su uso, protección y colaboración por parte de los ciudadanos en los procesos de decisión pública, rendición de cuentas y mejoramiento de los servicios públicos.” [8]–[10].

De la definición se desprende que el gobierno abierto no es solo “datos” en un sitio web para promocionar la transparencia del gobierno, sino que debe proveer tecnologías de información y comunicación (incluidas las redes sociales) para garantizar la protección de los datos y promover la participación por parte de la comunidad [9], [11].

El gobierno abierto se apoya en tres principios: Transparencia, Participación y Colaboración.

Eje 3- Buenas Prácticas y Calidad 4.0

Una buena práctica se define como un conjunto de acciones que han sido efectivas en un determinado contexto, y se espera obtener el mismo resultado en contextos similares. Estas buenas prácticas se pueden encontrar tanto en tareas que se realizan de manera cotidiana como en la prestación de servicios. Tomando como premisa estas buenas prácticas, se puede mejorar la prestación de servicios de una organización. Es fundamental hacer un registro exhaustivo de dichas buenas prácticas para que puedan ser transmitidas entre las partes interesadas. Un proceso es un conjunto de actividades que dan un resultado esperado. La mejora de los procesos en la prestación de servicios aplicando las buenas prácticas influye de forma directa en su calidad.

Las líneas relacionadas con CIS y gobernanza digital se basan en una buena gestión de los servicios de TICs y requieren de un análisis que permita evolucionar de acuerdo a las necesidades de la comunidad y mantenerse en el proceso de mejora continua. Existen distintas normas que coadyuvan al proceso de mejora continua

abordando el tema de la calidad en el uso de TICs desde diferentes puntos de vista. El concepto de Calidad 4.0 adopta los principios de la Industria 4.0 y los aplica a la gestión de la calidad, aprovechando las tecnologías emergentes, el análisis de datos y la transformación digital para impulsar la mejora continua y centrarse en el cliente en varias industrias, adaptable a la de servicios y a la ingeniería de software.

Eje 4 - IA en Ingeniería de Software

La Inteligencia Artificial (IA) se ha fusionado progresivamente con las prácticas de ingeniería y desarrollo de software, marcando avances significativos en el campo. Esta integración tiene como objetivo mejorar la eficiencia, la creatividad y la automatización de los procesos de ingeniería de software, desde el diseño hasta el mantenimiento. La relación entre la IA y el desarrollo de software abarca varias facetas, incluida la automatización de tareas rutinarias, el análisis de datos, el apoyo a las decisiones y el desarrollo de sistemas inteligentes. La viabilidad de que la IA ayude en el desarrollo de software está bien justificada por las direcciones actuales y los usos de casos destacados en numerosos estudios. La IA contribuye al desarrollo de software al automatizar largas tareas rutinarias, como la depuración y la documentación. Barenkamp, Rebstadt y Thomas [17] (2020) enfatizan el papel de la IA para acelerar los procesos de desarrollo, lograr reducciones de costos y ganancias de eficiencia. Las herramientas de IA multiplican eficazmente el potencial creativo de los desarrolladores humanos al hacerse cargo de tareas repetitivas, lo que les permite centrarse en actividades de resolución de problemas más complejas. El análisis estructurado de grandes conjuntos de datos para descubrir patrones y grupos de información novedosos es otra área donde la IA puede asistir en el desarrollo de software. Salehi & Burgueño [18] mencionan que se han adoptado cada vez más técnicas como el aprendizaje

automático, el reconocimiento de patrones y el aprendizaje profundo, lo que demuestra la capacidad de la IA para manejar incertidumbres y resolver problemas complejos que van más allá de los métodos tradicionales. Estas soluciones basadas en IA brindan alternativas para los parámetros de diseño de ingeniería cuando no es posible realizar pruebas directas, lo que genera importantes ahorros de tiempo y esfuerzo.

La integración de la IA en el desarrollo de software enfrenta desafíos como la necesidad de que los ingenieros de software adquieran nuevas habilidades y se adapten a los constantes cambios de roles. Los ingenieros de software deben ser expertos no solo en programación sino también en la utilización de herramientas de inteligencia artificial para el desarrollo. La evolución requiere un aprendizaje y una adaptación continuos para aprovechar plenamente la IA en las prácticas de ingeniería de software[19].

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN y DESARROLLO

- Análisis de una CIS desde diferentes aspectos:
 - ✓ identificación de necesidades de la sociedad
 - ✓ innovación y co-creación de servicios públicos
 - ✓ implementación de aplicaciones móviles para ciudades digitales
- Análisis del impacto de la TD en los distintos sectores de la sociedad.
- Desarrollo de prototipos para Voto electrónico presencial y Voto por Internet. Arquitecturas adaptadas a la legislación vigente en distintos organismos.
- Análisis y estudio de normas y modelos orientados a la Calidad de Datos.
- Análisis, discusión y estudio de herramientas para la aplicación de normas de calidad relacionadas con certificación de servicios gubernamentales.

- Asistencia en el proceso de certificación en organismos públicos y privados según los requisitos de IRAM - ISO 9001.

- Análisis, discusión y estudio de técnicas y herramientas de mejoras de proceso en el desarrollo de software.

- Análisis del concepto de calidad 4.0 en la industria.

- Análisis y discusión del uso de IA en el proceso de desarrollo del software.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ ESPERADOS

- Se puso en marcha la Maestría en Gestión y Tecnología de Ciudades Inteligentes (UNLP-UNS) que fue definida en el contexto del Proyecto CAP4CITY con el dictado de 4 cursos a cargo de la UNLP.

- Se mantiene el Portal de Gestión Administrativa para la Facultad de Informática UNLP, donde se reúne información y enlaces sobre los diferentes servicios que brinda la facultad.

- Se realizaron acciones de consultoría y asesoramiento en organismos públicos y privados, en particular se aplicó el Voto por Internet en distintos organismos.

- Se desarrollaron nuevos prototipos de Voto Electrónico Presencial utilizados en las elecciones estudiantiles 2023 de la Facultad de Informática, incluyendo urna electrónica modular, software de mesa de autoridades para atención concurrente de alumnos y registro electrónico de firmas de los electores.

- Se mantiene el Sistema de Gestión de la Calidad de la Facultad (SIGCFI).

- Se participó en distintas instancias del “*Taller sobre evaluación de necesidades y prácticas de la transformación digital*” desarrolladas en distintas provincias en el contexto del Proyecto UNI UEAR.

- Se avanzará en la definición de las necesidades de capacitación en Transformación Digital de los distintos actores en el proceso.

- Se participó en la definición del proyecto internacional presentado a la convocatoria del programa ERASMUS+ “AIGiLE

Artificial Intelligence for supporting Governance of smart sustainable cities in Latin America and Europe”.

- Se analizarán las posibilidades de aplicar IA en el proceso de desarrollo de software.

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

- Se dirigen tesis de postgrado, tesinas de grado y PPS en temas del área.

- Se dirige la Maestría en Gestión y Tecnología de Ciudades Inteligentes (UNLP-UNS).

- Se participa en el dictado de asignaturas/cursos de grado/postgrado en la Facultad de Informática de la UNLP y en otras universidades del país.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] E. Estevez, “Innovación en Servicios Públicos Digitales.”
- [2] ITU-T, “An overview of smart sustainable cities and the role of information and communication technologies,” 2014.
- [3] R. Muñoz, A. Pasini, and P. Pesado, “Innovación en el Sector Público para Ciudades Inteligentes Sostenibles.”
- [4] C. Sánchez, *Innovación pública*.
- [5] S. A. Chun, S. Shulman, R. Sandoval, and E. Hovy, “Government 2.0: Making connections between citizens, data and government,” *Inf. Polity*, vol. 15, no. 1–2, pp. 1–9, 2010.
- [6] A. E. Millat, “Ciudades Resilientes Formando un Mundo Digital,” 2020.
- [7] S. Esponda, A. Pasini, M. Boracchia, J. Calabrese, R. Muñoz, J. Santiago Preisegger, and P. Pesado, “Fortalecimiento de la calidad en procesos de software y Gobernanza Digital,” *Sedici.Unlp.Edu.Ar*, pp. 574–578.
- [8] J. S. Preisegger, A. Greco, A. Pasini, M. Boracchia, and P. Pesado, “Marco de vinculación de datos abiertos aplicado al contexto de datos medioambientales,” pp. 684–694.
- [9] A. Naser and A. Ramirez, “Plan de gobierno abierto. Una hoja de ruta para los Gobiernos de la Región,” *CEPAL - Manuales*, vol. 81, p. 80, 2017.
- [10] A. Pasini, J. S. Preisegger, and P. Pesado, *Open Government Assessment Models Applied to Province’s Capital Cities in Argentina and Municipalities in the Province of Buenos Aires*, vol. 995. 2019.
- [11] C. Calderón and S. Lorenzo, *Open Government. Gobierno Abierto*. 2010.
- [12] N. Noy, M. Burgess, and D. Brickley, “Google dataset search: Building a search engine for datasets in an open web ecosystem,” in *The Web Conference 2019 - Proceedings of the World Wide Web Conference, WWW 2019*, 2019, pp. 1365–1375.
- [13] J. Calabrese, R. Muñoz, A. Pasini, S. Esponda, and M. Boracchia, “Asistente para la evaluación de características de calidad de producto de software propuestas por ISO / IEC 25010 basado en métricas definidas usando el enfoque GQM,” pp. 660–671, 2017.
- [15] A. Pasini, E. Estévez, P. Pesado, and M. Boracchia, “Una metodología para evaluar la madurez de servicios universitarios,” *Proc. Congr. XXII Congr. Argentino Ciencias la Comput. Congr. Argentino Ciencias la Comput.*, pp. 636–646, 2016.
- [16] A. Pasini, J. S. Preisegger, and P. Pesado, “Modelos de evaluación de gobiernos abiertos , aplicado a los municipios de la provincia de Buenos Aires,” *XXIV Congr. Argentino Ciencias la Comput.*, vol. XXIV, pp. 0–10, 2018.
- [17] Barenkamp, M., Rebstadt, J., & Thomas, O. (2020). Applications of AI in classical software engineering. *AI Perspectives*, 2, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s42467-020-00005-4>.
- [18] Salehi, H., & Burgueño, R. (2018). Emerging artificial intelligence methods in structural engineering. *Engineering Structures*. <https://doi.org/10.1016/J.ENGSTRUCT.2018.05.084>.
- [19] Necula, S. (2023). Artificial Intelligence Impact On The Labour Force - Searching For The Analytical Skills Of The Future Software Engineers. *ArXiv*, abs/2302.13229. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.13229>