

Autorregulación de estrategias de aprendizaje en entornos soportados por inteligencia artificial débil

ISSN 2215-8227

2023, Volumen 14, No. Extra

Auto-regulação das estratégias de aprendizagem em ambientes com fraca inteligência artificial

Self-Regulation Of Learning Strategies In Weak Artificial Intelligence-Supported Environments

Paulo César Coronado  <https://orcid.org/0000-0003-2980-2376>
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
paulocoronado@udistrital.edu.co

Resumen

Se presentan los resultados de una experiencia de aprendizaje orientada al fortalecimiento del pensamiento computacional. La propuesta integra dentro de una unidad didáctica tanto las competencias específicas como aquellas orientadas a la promoción de la autorregulación de las estrategias de aprendizaje, junto con una caja de herramientas educativas diseñada para dotar de sentido didáctico a los generadores de código basados en Inteligencia Artificial (AI-CG), denominada AI - SRLS Toolkit. La metodología es mixta cualitativa - cuantitativa empleando técnicas de entrevista semiestructurada y un diseño cuasi-experimental longitudinal de muestreo no probabilístico - no aleatorio por conveniencia con grupos de control y experimental. Los resultados muestran que integrar en el currículo el promoción de la autorregulación de las estrategias de aprendizaje y el uso didáctico de los AI-CGI potencian los resultados de aprendizaje de la programación de computadores y constituyen nuevas estrategias de aprendizaje en los dominios cognitivos, metacognitivos y de utilización de recursos.

Palabras Claves

Autorregulación de las estrategias de aprendizaje, promoción del pensamiento computacional, generadores de código basados en IA

Resumo

São apresentados os resultados de uma experiência de aprendizagem destinada a reforçar o pensamento computacional. A proposta integra numa unidade didáctica tanto as competências específicas como as destinadas a promover a auto-regulação das estratégias de aprendizagem, juntamente com uma caixa de ferramentas educacionais concebida para fornecer significado didáctico aos geradores de códigos baseados em Inteligência Artificial (AI-CG), denominada AI - SRLS Toolkit. A metodologia é qualitativa-quantitativa mista utilizando técnicas de entrevista semi-estruturadas e uma concepção longitudinal quase-experimental de amostragem de conveniência não-probabilística não aleatória com grupos de controlo e experimentais. Os resultados mostram que a integração no currículo da promoção da auto-regulação das estratégias de aprendizagem e a utilização didáctica da IA-CGI melhoram os resultados de aprendizagem da programação informática e constituem novas estratégias de aprendizagem nos domínios cognitivo, metacognitivo e de utilização de recursos.

Palavras Chaves

Auto-regulação das estratégias de aprendizagem, promoção do pensamento computacional, geradores de códigos baseados em IA

Abstract

The results of a learning experience aimed at strengthening computational thinking are presented. The proposal integrates within a didactic unit both specific competences and those oriented to the promotion of self-regulation of learning strategies, together with an educational toolbox designed to provide didactic sense to Artificial Intelligence based code generators (AI-CG), called AI - SRLS Toolkit. We used a mixed qualitative-quantitative method, employing semi-structured interview techniques and a longitudinal quasi-experimental design of non-probabilistic non-random convenience sampling with control and experimental groups. The results show that integrating into the curriculum the promotion of self-regulation of learning strategies and the didactic use of AI-CGI enhance the learning outcomes of computer programming and constitute new learning strategies in the cognitive, metacognitive and resource utilization domains..

Keywords

Self-regulation of learning strategies, promotion of computational thinking, AI-based code generators

Introducción

El pensamiento computacional es una de las habilidades claves para la ciudadanía del siglo XXI. Este tipo de pensamiento - caracterizado principalmente por habilidades y competencias para descomponer problemas, identificar y aplicar patrones, abstraer la complejidad y formular soluciones con enfoque algorítmico; presenta obstáculos en su enseñanza y aprendizaje (Cortés et al., 2017; Toledo et al., 2019).

Como vehículo para superar los obstáculos, varias investigaciones han demostrado que los estudiante que tienen un alto nivel de autorregulación multidominio (cognitiva, metacognitiva, motivacional y afectiva) logran un adecuado desempeño académico y un desarrollo de las competencias asociadas a este tipo de pensamiento (Loksa et al. 2020). De igual forma, la literatura reporta que las herramientas de generación de código basadas en inteligencia artificial (AI-CG) han demostrado tener potencial didáctico para soportar los procesos de aprendizaje de las ciencias de la computación y en especial en el desarrollo del pensamiento computacional (Denny et al, 2023; McNeil et al, 2023; Puryear y Sprint, 2022; Wermelinger, 2023).

Por otra parte, según señalan Grover y Pea (2018), “el desarrollo del pensamiento computacional no debería tener un componente de contenido estático que haya que enseñar. Las competencias se desarrollan en un contexto, a través de experiencias educativas que requieren que los alumnos reconozcan su necesidad y las empleen según convenga”. Y aunque se puede usar diferentes enfoques didácticos, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos son particularmente útiles (Saad y Zainudin, 2022).

Recapitulando, un enfoque para superar las dificultades en la promoción del pensamiento computacional podría incluir una triada compuesta por el aprendizaje basado en proyectos, la promoción de la autorregulación de las estrategias de aprendizaje y el uso didáctico de los AI-CG, lo que lleva a plantear la pregunta que dirige el estudio aquí reportado ¿qué impacto tiene en las competencias de pensamiento computacional una experiencia educativa enfocada al aprendizaje basado en proyectos, que integre intracurricularmente la promoción de la autorregulación de las estrategias de aprendizaje en un ambiente que integre asistentes basados en inteligencia artificial?

Programa para el desarrollo del Pensamiento Computacional

Con el objetivo de responder la pregunta de investigación se ha diseñado una caja de herramientas de Inteligencia artificial para la autorregulación de las estrategias de aprendizaje de la programación de computadores o AI- SRLS Toolkit (Coronado, 2023). Este es un ecosistema basado conceptualmente en el trabajo de Sáez-Delgado et al (2020), e integra diferentes elementos entre los que se destacan:

- Un ambiente de trabajo con tres extensiones de apoyo inteligente al aprendizaje que se integran a los repositorios de trabajo desplegados en las plataformas de Gitlab y

Google Drive de cada estudiante y se constituyen en interfaces a los sistemas GPT-3, GitHub Copilot y Captain Stack.

- Unidad didáctica conforme a los lineamientos encontrados en Enciso et al. (2005) y Mosquera et al. (2010). Se seleccionaron como conceptos transversales la descomposición de problemas, la algoritmia, la abstracción y el reconocimiento de patrones. A partir de ellos se elaboraron las redes conceptuales específicas empleando mapas conceptuales (Amaiquema, 2021; Novak y Gowin, 1988) buscando dejar espacio para la integración de los conocimientos previos de los estudiantes. La unidad didáctica se estructuró en torno a núcleos problémicos específicos encarnados en proyectos de aula, planteando resultados de aprendizaje articulados con las competencias esperadas en el espacio académico; y concretados en 12 actividades cada una de ellas desarrollada en el tiempo de una sesión de 90 minutos.
- La documentación base del proyecto - historias de usuario, casos de uso, arquitectura, casos de prueba; y
- La guía de promoción de estrategias de autorregulación - basado principalmente en los modelos de Järvela y Hadwin (2013) y Pintrich (2004).

La experiencia educativa plantea el uso didáctico de los generadores de código fuente como elemento de promoción de estrategias de aprendizaje multidominio de acuerdo al modelo planteado por Pintrich(2004). Desde el dominio cognitivo se emplea como estrategia de ensayo, elaboración y organización; en el dominio metacognitivo como estrategia de planeación. seguimiento y regulación del conocimiento; y el dominio de administración de recursos como estrategia de administración de tiempo (Wolters y Brady, 2021), el ambiente de estudio (Zorc, 2019), la gestión del esfuerzo, el aprendizaje y la revisión entre pares y la búsqueda de asistencia por parte de expertos (Curione et al., 2022). Este trabajo presenta los resultados en las categorías de desempeño académico y promoción de la autorregulación de las estrategias de aprendizaje de dos grupos: uno que emplea el AI- SRLS Toolkit con el componente IA y otro de control que realiza el proceso con el AI- SRLS Toolkit sin el componente IA.

Metodología

La referencia para el estudio es una adaptación del modelo de autorregulación del aprendizaje de Pintrich (2000) en donde se enfatiza el área de autorregulación conductual en la fase de control para focalizar el estudio de la autorregulación de las estrategias de aprendizaje. El análisis se desarrolló con un método mixto cualitativo - cuantitativo. En la línea CUALI se emplearon las técnicas de entrevista semiestructurada y en la línea cuanti un diseño cuasi-experimental longitudinal de muestreo no probabilístico - no aleatorio por conveniencia, con grupos de control y experimental; empleando medidas antes y después de las pruebas.

Participaron en el estudio un total de 218 estudiantes de educación superior adscritos al espacio académico de Programación Orientada a Objetos. La muestra incluyó un total de 48 mujeres (22.02%) y 170 hombres(77.98%).

La muestra estaba dividida en cuatro grupos cuyo criterios de elegibilidad son: haber cursado un mínimo de 3 créditos académicos de educación superior en programación de computadores o ciencias de la computación; estar inscrito como estudiante regular en un curso avanzado de 3 créditos de educación superior en programación de computadores o ciencias de la computación; estar en un rango de edad entre 17 y 22 años; y culminar la formación total de créditos.

Tabla N° 2. Grupos de trabajo en los que se dividió la muestra

Grupo	Estudiantes	Mujeres	Hombres
1	24	5	19
2	27	4	23
3	22	6	16
4	26	5	21
5	25	6	19
6	23	7	16
7	27	5	22
8	19	6	13
9	25	4	21

Fuente. Autor

Los grupos 1, 2 y 3 fueron de control y los restantes experimentales.

Para la recolección de datos del estudio se empleó la escala de estrategias de autorregulación de la versión en español del Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje (Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ) validada por Sabogal et al. (2011).

Para la recolección de datos cualitativos se emplearon las técnicas de entrevista episódica (Flick et al., 2015) y de entrevista grupal (Guthrie, 2020) en las etapas de formación, irrupción, normalización, realización y cierre del grupo. El análisis de las entrevistas episódicas empleó la Propuesta de Investigación Narrativa Hermenéutica (Quintero, 2018), mientras que las entrevistas grupales se analizaron conforme al metodología propuesta por Rabiee (2004).

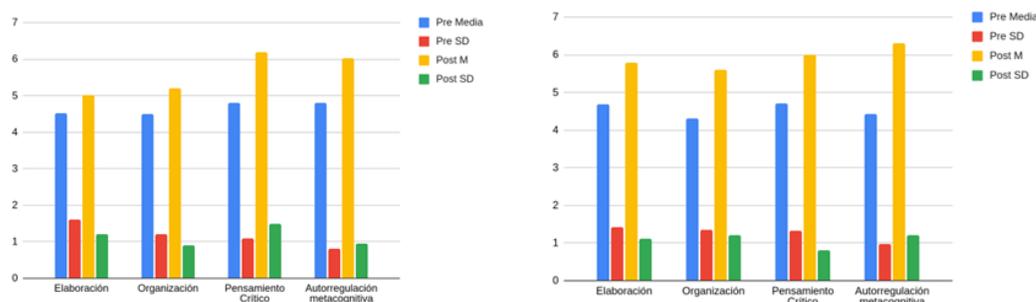
La experiencia se desarrolla de manera síncrona y asíncrona en un entorno de trabajo cooperativo (Choudhury, 2020), que apoya el método de trabajo DevOps (Kim et al., 2016) que es parte integral del AI-SRLS Toolkit.

Los contenidos, la unidad didáctica y los proyectos base fueron validados mediante el método de juicio de expertos. Los criterios de inclusión de los jueces expertos fueron: experiencia en la enseñanza de la programación de computadores a nivel de educación superior, experiencia en la promoción de habilidades socio-emocionales, nivel de educación postgradual a nivel de maestría o doctorado, experiencia en el diseño de unidades didácticas o de propuestas didácticas de aprendizaje basado en proyectos. Un total de 4 docentes colaboraron en la evaluación.

Resultados y análisis

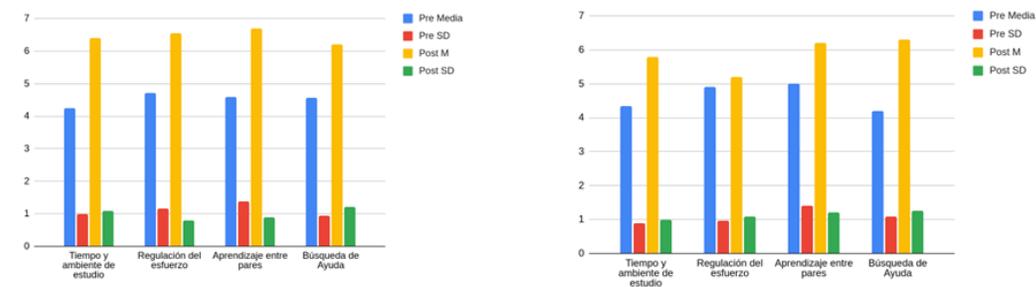
El análisis de datos que aquí se reportan se dividieron en tres etapas. La primera consiste en un análisis de varianza (ANOVA) de los resultados de evaluación y una interpretación de la varianza en los resultados de las escalas del MSLQ pre-test/post-test por estudiante. La segunda un estudio basado en la Propuesta Investigación Narrativa Hermenéutica y el análisis temático sobre las entrevistas semiestructuradas. La última etapa es un esfuerzo de triangulación para obtener una visión más completa de los efectos de la intervención.

Gráfico N° 1. Escalas de metacognición Pre/Post grupo de control (n=73) y grupo experimental (n=145)



Fuente. Autor

Gráfico N° 2. Escalas de estrategias de organización de los recursos Pre/Post grupo de control (n=73) y grupo experimental (n=145)



Fuente. Autor

Los resultados muestran una mejora del desempeño académico en los grupos de control y experimental que integran a sus herramientas de aprendizaje el AI-SRLS Toolkit. La integración de IA mejora los niveles reportados de autorregulación en el uso de estrategias de aprendizaje.

La población de estudiantes estudiados presentan un mayor nivel de orientación intrínseca hacia la meta y una adecuada actitud frente al valor de las tareas. En el grupo experimental no existe una marcada sensibilidad en cuanto a la responsabilidad del propio estudiante en el aprendizaje, sin embargo es alto el nivel de percepción de autoeficacia. El nivel de ansiedad es alto en los grupos de control y experimental lo que podría suponer un punto de estudio respecto a su impacto en el nivel de desempeño de los estudiantes.

Ninguno de los grupos exhibe una inclinación a la repetición como estrategia. El grupo de control tuvo un menor incremento en la elaboración que el grupo experimental. El nivel de planificación incrementó de manera similar en los dos grupos. El pensamiento crítico es la escala que presenta un mejor crecimiento.

En el análisis temático destacan respuestas en la categoría de “ tiempo y ambiente de estudio” en donde un estudiante destaca que “ya no me toca meterme a tantas páginas y empezar a buscar cosas que no sabía ni por dónde empezar”(sic), destacándose en esta respuesta el carácter integrador de las herramientas escogidas para el AI- SRLS Toolkit, y cómo esto mejora las estrategias de optimización del tiempo de estudio.

Conclusiones

La promoción intracurricular de la autorregulación de las estrategias de aprendizaje está asociado con un incremento tanto del desempeño académico como los niveles de uso de estrategias de aprendizaje.

El desarrollo de las unidades didácticas del AI- SRLS Toolkit - que tienen como objetivo integrar intencionalmente los sistemas generadores de código basados en IA, potencian los resultados de aprendizaje de la programación de computadores y se constituyen en nuevas estrategias de aprendizaje en los dominios cognitivos, metacognitivos y de utilización de recursos.

El análisis temático muestra que los estudiantes que emplearon el AI-SRLS Toolkit verbalizan los conceptos de descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones y algoritmia en los niveles de análisis y evaluación.

Bibliografía

- Amaiquema, F., Andaluz, J., Arreaga, A., Ramos, L., y Zambrano, J. (2021). Los Mapas Mentales, Una Técnica Eficiente Para El Aprendizaje Significativo En La Educación Superior. *Revista Pertinencia Académica*. 5(1). 63–75.
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*. Oxford University Press.
- Burak, Y., Isik, O. y Eray, T. (2022). Assessing the quality of GitHub copilot’s code generation. In *Proceedings of the 18th International Conference on Predictive Models and Data Analytics in Software Engineering (PROMISE 2022)*. Association for Computing Machinery, 62–71. <https://doi.org/10.1145/3558489.3559072>
- Coronado, P (2023). Caja de herramientas de Inteligencia Artificial para la Autorregulación de las Estrategias de Aprendizaje de la Programación de Computadores. En proceso de publicación.
- Cortés, R., Navarrete, M., González, M., y Covarrubias, V. (2017). Medios instruccionales que apoyan el aprendizaje de la programación de computadoras en estudiantes universitarios de carreras de TI. *Revista Internacional de Educación en Ingeniería*, 9(1), 1-7
- Choudhury, P., Crowston, K., Dahlander, L. et al. (2020). GitLab: work where you want, when you want. *J Org Design* 9, 23. <https://doi.org/10.1186/s41469-020-00087-8>

- Curione, K., Uriel, F., Gründler, V. y Freiberg-Hoffmann, A. (2022). Assessment of learning strategies in college students: a brief version of the MSLQ. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 20(56).
- Del Sole, A. (2021). *Introducing Visual Studio Code*. In: *Visual Studio Code Distilled*. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6901-5_1
- Denny, P., Kumar, V., y Giacaman, N. (2023). Conversing with copilot: Exploring prompt engineering for solving cs1 problems using natural language. In *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. 1, 1136-1142.
- Enciso, S., García, A y Mora, W. (2005). El Diseño De Unidades Didácticas Transversales Como Estrategia De Formación Profesoral Y De Mejoramiento Del Aprendizaje De Las Ciencias Experimentales. *Enseñanza De Las Ciencias*., Número Extra. VII Congreso
- Flick, U., Foster, J. y Caillaud, S. (2015). Researching social representations. En Gordon Sammut, Eleni Andreouli, Gaskell, George and Valsiner, Jaan (Eds.), *The Cambridge handbook of social representations*. 64-82.
- Fuentes-Hurtado, M., & González Martínez, J. (2019). Evaluación inicial del diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (70), 1-17. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.70.1469>
- Grover, S., y Pea, R. (2018). Computational Thinking: A Competency Whose Time Has Come. En S. Sentance, E. Barendsen, y C. Schulte (Eds.), *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School*. 20-38.
- Guthrie, K. (2020). Qualitative Inquiry with Adolescents: Strategies for Fostering Rich Meaning Making in Group Interviews. *American Journal of Qualitative Research*, 4(3), 92-110. <https://doi.org/10.29333/ajqr/8586>
- Järvelä, S. y Hadwin, A. F. (2013). New frontiers: Regulating learning in CSCL. *Educational Psychologist*, 48(1), 25-39.
- Kim, G., Debois, P., Willis, J., Humble, J. y Allspaw, J. (2016). *The devops handbook : how to create world-class agility reliability & security in technology organizations (First)*. IT Revolution Press LLC.
- Krueger, R. y Casey, M. (2000). *Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research*, 3rd ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Loksa, D., Xie, B., Kwik, H. y Ko, A. (2020). Investigating Novices In Situ Reflections on Their Programming Process. *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education SIGCSE '20*. Association for Computing Machinery, 149–155.
- López-Martín, E. Expósito-Casas, E., González, C. y Jiménez-García, E. (2012). Análisis psicométrico de una escala de habilidades y estrategias para el estudio: Evaluación y mejora de una adaptación del Inventario LASSI. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 10(3).
- MacNeil, S., Kim, J., Leinonen, J., Denny, P., Bernstein, S., Becker, B. A., y Kumar, V. (2023). The

- Implications of Large Language Models for CS Teachers and Students. Memorias del SIGCSE 2023.
- Mosquera, C. J., Ariza, L. G., Reyes, A. M., & Hernández, C. (2010). Una propuesta didáctica para la enseñanza de los conceptos estructurantes de discontinuidad de la materia y unión química desde la epistemología y la historia de la ciencia contemporáneas. *Revista Científica*, (12), 6-15.
- Novak, J. y Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Martínez Roca. Barcelona.
- OpenAI (2022). "ChatGPT: Optimizing Language Models for Dialogue".
- Pintrich, P. R. (2004). A Conceptual Framework for Assessing Motivation and Self-Regulated Learning in College Students. *Educational Psychology Review*, 16, 385-407. <https://dx.doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>
- Puryear, B. y Sprint, G. (2022). Github copilot in the classroom: learning to code with AI assistance. *J. Comput. Sci. Coll.* 38, 1 (November 2022), 37-47.
- Rabiee, F. (2004). Focus-group interview and data analysis. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63. Págs 655-660.
- Saad, A. y Zainudin, S. (2022). A review of Project-Based Learning (PBL) and Computational Thinking (CT) in teaching and learning. *Learning and Motivation*. 78. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2022.101802>
- Sáez-Delgado, F., Díaz-Mujica, A., Bustos, C. Pérez-Villalobos, M. (2020). Impacto de un programa intracurricular sobre la disposición al estudio en universitarios. *Formación Universitaria*. 13(4), págs. 101-110. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000400101>
- Sabogal, L., Barraza, E., Hernández, A. Y Zapata, L. (2011). Validación Del Cuestionario De Motivación Y Estrategias De Aprendizaje Forma Corta –mslq Sf, En Estudiantes Universitarios De Una Institución Pública-Santa Marta. *Psicogente*, 14 (25). Págs. 36-50.
- Toledo, J. A. J., Ordóñez, C. A. C., y Sánchez, O. R. (2019). Consideraciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje para un primer curso de programación de computadores: una revisión sistemática de la literatura. *Tecnológicas*, 22, 83-117.
- Vergara, J., Lobos, K., Bruna, D., Díaz Mujica, A., y Pérez, M. V. (2019). Propiedades Psicométricas de Instrumentos para Estimar Efectos del Programa de Entrenamiento de Disposición al Aprendizaje en Estudiantes Universitarios. *Psykhé*. <https://doi.org/10.7764/psykhe.28.5.1695>
- Wermelinger, M. (2023). Using GitHub Copilot to Solve Simple Programming Problems.
- Wolters, C.A. y Brady, A.C. (2021). College Students' Time Management: a Self-Regulated Learning Perspective. *Educational Psychology Review*. 33, 1319-1351. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09519-z>
- Zorc, M. (2019). Encouraging Study Environment. *Proceedings of the MakeLearn and TIIM International Conference*, ToKnowPress.