



IFE

CONFERENCE

Educación en la Era de la
Inteligencia Artificial

23-25 de enero de 2024

Tec de Monterrey, Campus Monterrey, MX

#CIETec ahora es #IFEconference

www.ciie.mx



Estrategias para tomadores de decisiones en STEM y educación abierta

Francisco José García-Peñalvo

Grupo GRIAL

Dpto. Informática y Automática

Instituto Universitario de Ciencias de la Educación

Universidad de Salamanca (<https://ror.org/02f40zc51>),

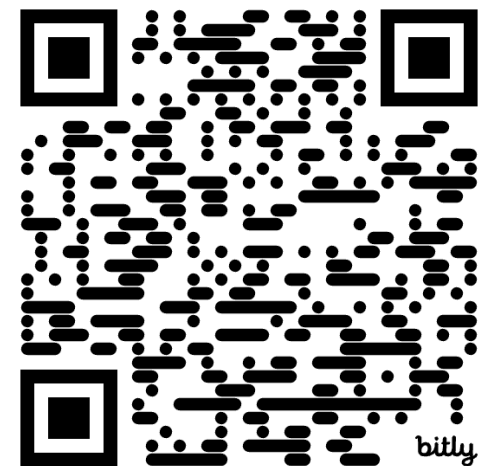
Salamanca, España

fgarcia@usal.es <https://orcid.org/0000-0001-9987-5584>

<http://grial.usal.es>

<https://twitter.com/frangp>

Disponible en <https://bit.ly/3vOA7vS>



bitly

¿Crisis en las vocaciones STEM?

Imagen generada con DALL·E 3 desde ChatGPT Plus



Desinterés entre los jóvenes (no igual en todas las disciplinas) (Yllana-Prieto et al., 2023)

Percepción de dificultad y esfuerzo (García-Hernández & Hijón-Neira, 2022)

Influencia de los estereotipos (Luo & So, 2023)

Brecha de género (Domínguez et al., 2023; García-Peñalvo et al., 2022)

Brecha de género en STEM

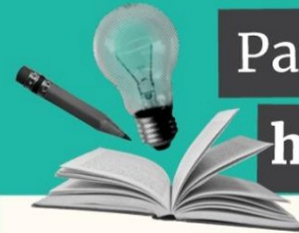
35%

de los estudiantes de STEM en la educación superior son mujeres

Menos del **30%**

de los investigadores en ciencias son mujeres

(UNESCO, 2019)



Para igualar a los hombres en carreras STEM, hace falta medio millón de mujeres

¿Cuántas personas estudian carreras STEM en México?

Ciclo escolar 2021-2022



494 mil 753



996 mil 519

La matrícula de mujeres en STEM necesita aumentar:

- Menos del doble
- El doble
- Más del doble



El más lejano a la paridad: **Quintana Roo**

Hay **2,589** mujeres en STEM

Faltan **4,386** para igualar a los hombres

El más cercano a la paridad: **Zacatecas**

Hay **6,801** mujeres en STEM

Faltan **4,839** para igualar a los hombres

Fuente. Elaborado por el IMCO con datos de los formatos 911 para el ciclo escolar 2021-2022 de la Secretaría de Educación Pública (SEP).

Nota. Se calculó el porcentaje que representa la diferencia entre hombres y mujeres en STEM respecto a la matrícula de mujeres STEM. Esto es: $(\text{Matrícula de hombres en STEM} - \text{matrícula de mujeres en STEM}) / \text{matrícula de mujeres en STEM}$



(Instituto Mexicano para la Competitividad, 2023)

IFE Conference 2024

Importancia del STEM en la Sociedad

La Sociedad actual y la de un futuro cercano necesita más profesionales STEM (Merayo & Ayuso, 2023)

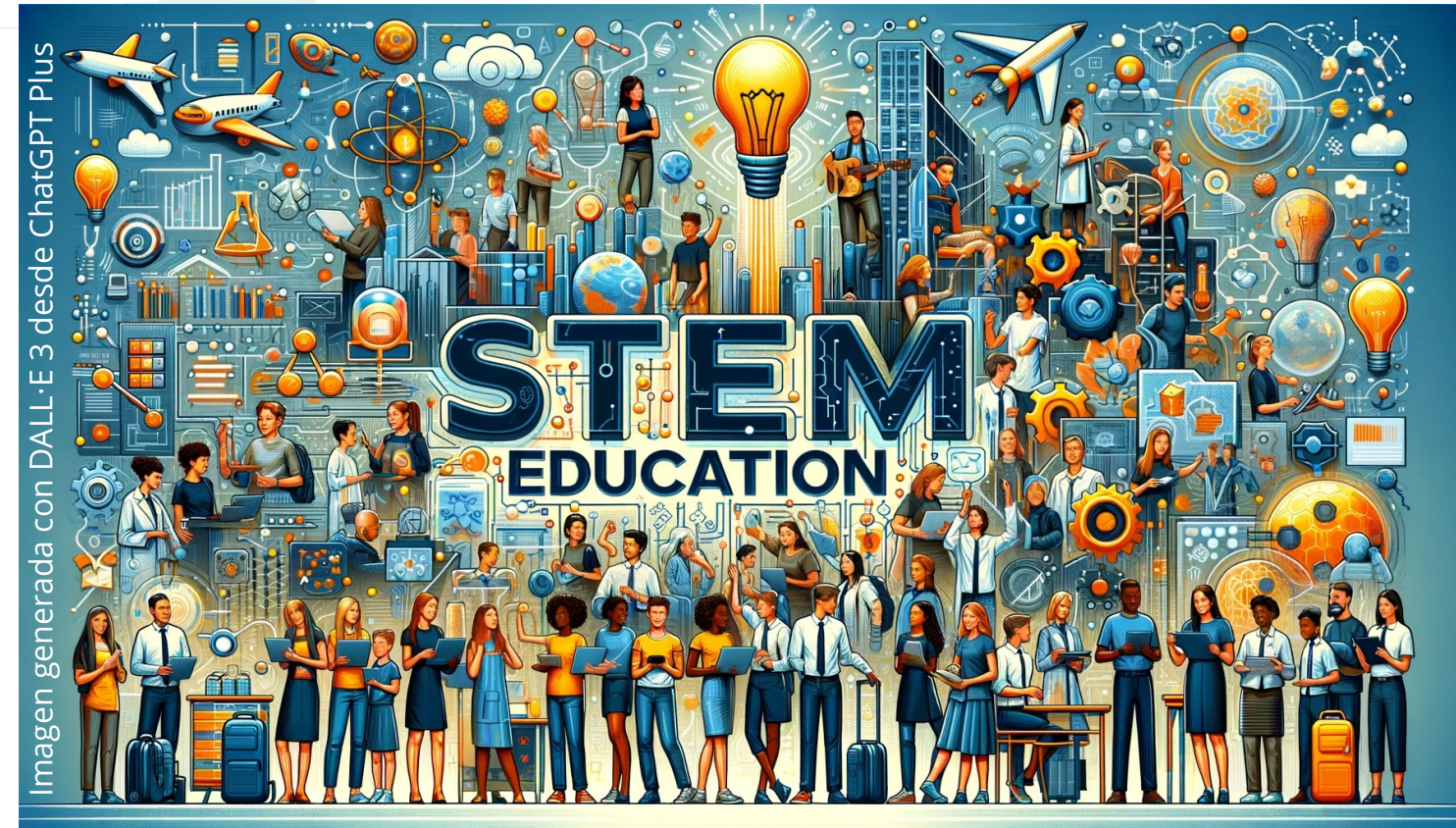
Para 2025 se esperan 97 millones de nuevos empleos adaptados a la nueva relación entre máquinas y personas (World Economic Forum, 2020)

La disrupción tecnológica (Inteligencia Artificial, Robótica, Realidades Aumentadas, etc.) requiere no solo profesionales, sino ciudadanos con competencias STEM (Go'zal Ikhtiyorovna, 2023)



Imagen generada con DALL·E 3 desde ChatGPT Plus

Objetivo de la Educación STEM



Crear personas altamente versátiles, eficientes, resolutivas y motivadas que se adapten a una sociedad en constante evolución (Ros Carrero, 2023)

Competencia clave en las personas STEM: El pensamiento complejo

El pensamiento complejo es la capacidad que permite al sujeto observar la realidad interconectada con todas las realidades que forman parte de un fenómeno y ser, a su vez, observador, actor y constructor de esa realidad. Pensar en el marco de la complejidad implica desarrollar habilidades que posibiliten comprender cómo se entrecruzan diversos elementos que construyen la realidad percibida

Ramírez-Montoya et al. (2024)

Competencias para Pensamiento Complejo
Fuente: Adaptado de (Ramírez-Montoya et al., 2022)



Pensamiento crítico

Es el proceso intelectualmente disciplinado de conceptualizar, aplicar, analizar, sintetizar y evaluar activa y hábilmente la información adquirida o generada por la observación, la experiencia, la reflexión, el razonamiento o la comunicación como guía para la creencia y la acción (Sellars et al., 2018).



Pensamiento sistémico

Es el razonamiento subyacente que los estudiantes deben desarrollar para analizar y comprender sistemas y fenómenos globales complejos (Talanquer et al., 2020).



Pensamiento innovador

La capacidad de creatividad, aplicada con un alto grado de éxito; delimitan cuatro niveles: innovación "incremental", innovación "modular", innovación "arquitectónica" e innovación "radical" (Passig & Cohen, 2014).



Pensamiento científico

Es un pensamiento de orden superior que ayuda a los estudiantes a enfrentarse a la era de la competencia global para superar diversos problemas. Implica un pensamiento lógico, analítico, sistemático, inductivo y deductivo para resolver problemas. Incluye definir, identificar y formular propuestas alternativas y determinar las mejores soluciones (Suryansyah, Kastolani & Somantri, 2021).

Estrategias para la promoción del STEM



(García-Holgado & García-Peñalvo, 2022)

Estrategias para la promoción del STEM

- Aprender haciendo – Métodos activos de aprendizaje (García-Peñalvo et al., 2019)
 - Aprendizaje basado en proyectos interdisciplinarios (Tytler, 2020)
 - Aprendizaje basado en retos (Conde et al., 2019)
 - Aprendizaje basado en evidencias (Eitel & Steiner, 1999)
 - Aprendizaje-Servicio (Blanco et al., 2022)
 - ...

Estrategias para la promoción del STEM

- Uso de las tecnologías emergentes en los procesos de enseñanza/aprendizaje STEM (Chiu & Li, 2023)
 - Realidades extendidas (Izadinia, 2023)
 - Laboratorios virtuales (Fadda et al., 2022) y remotos (Lima et al., 2019)
 - Robótica (Conde et al., 2021)
 - Inteligencia artificial generativa (García-Peñalvo et al., 2024)
 - ...

Estrategias para la promoción del STEM

- Potenciación de la importancia de la diversidad en STEM (Palid et al., 2023)
 - Co-educación (González-González et al., 2021)
 - Uso no sexista del lenguaje (lenguaje inclusivo) (Mas de les Valls Ortiz et al., 2019)
 - Desmitificación de estereotipos (Bian, 2022)
 - Descubrimiento de referentes (López-Iñesta et al., 2020)
 - Programas de mentoría (García-Holgado et al., 2023)
 - Formación del profesorado (Merayo & Ayuso, 2023)
 - ...

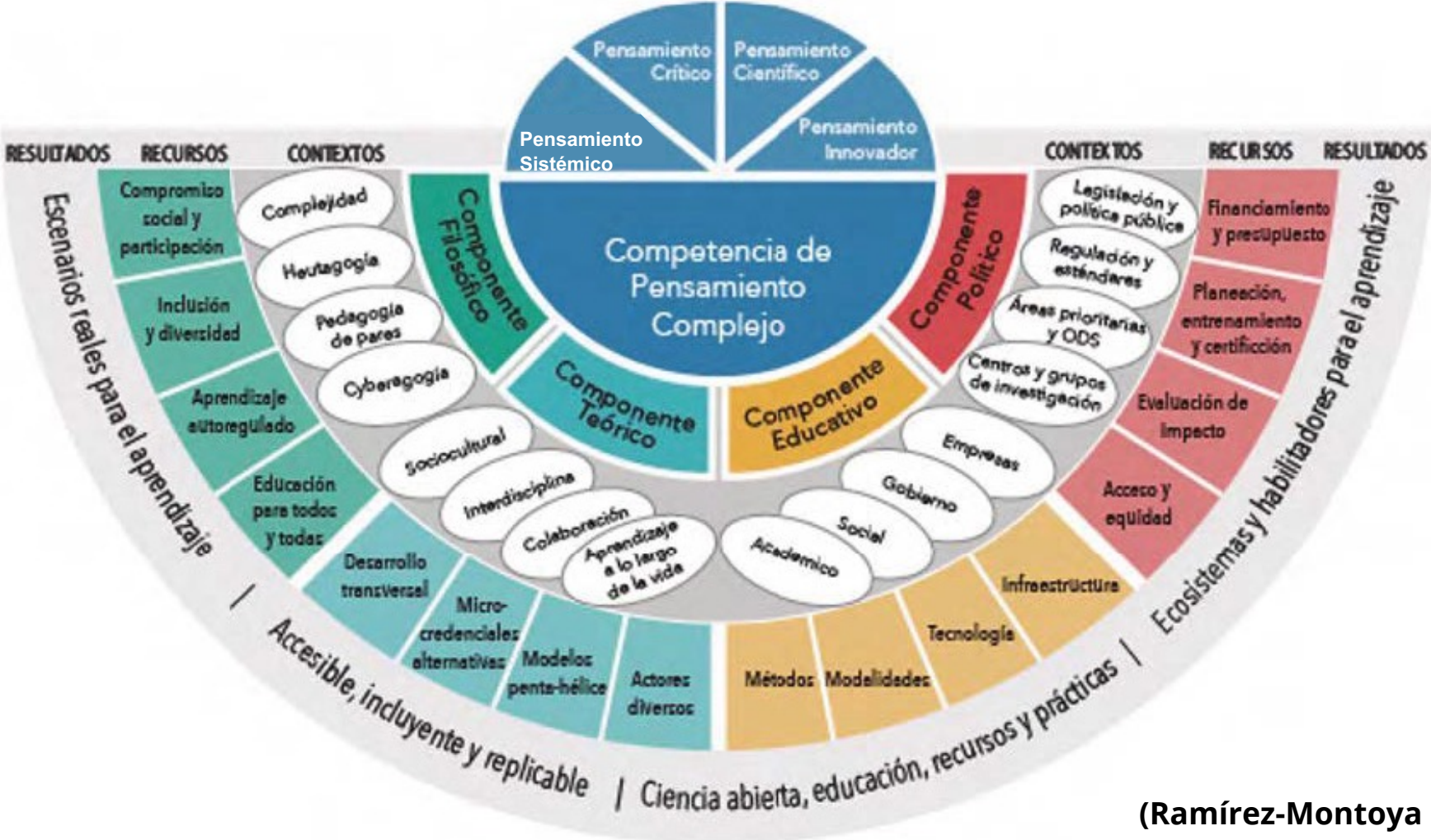
Estrategias para la promoción del STEM

- Prácticas de educación abierta y de ciencia abierta (García-Peñalvo, 2021)
 - Creación/uso de REA (Recurso Educativo Abierto), tanto por parte del profesorado como del estudiantado (Bakermans et al., 2022)
 - Ciencia ciudadana (Solé et al., 2024)
 - Conexión con instituciones de educación superior (definición de programas de excelencia, acceso a infraestructuras, etc.) (Herce-Palomares et al., 2022)
 - Integración de prácticas de evaluación abierta (García-Holgado et al., 2020)
 - Divulgación científica tanto pasiva (para estudiantes) como activa (por estudiantes para la sociedad) (Sánchez-Fontela et al., 2018)
 - ...

Modelo de referencia global para prácticas abiertas



Modelo educativo abierto para el pensamiento complejo



(Ramírez-Montoya et al., 2024)

Referencias

- Bakermans, M. H., Gold, A., Kurlanska, C., Ostapowicz-Critz, L., & Stanlick, S. (2022). *Small is Beautiful: OER for Cultural Change at a STEM Institution* (Sustainability Challenges for Open Resources to promote an Equitable Undergraduate Biology Education (SCORE-UBE), QUBES Educational Resources). Worcester Polytechnic Institute. <https://bit.ly/3U9P2ee>
- Bian, L. (2022). Gender Stereotypes and Education. In D. P. VanderLaan & W. I. Wong (Eds.), *Gender and Sexuality Development: Contemporary Theory and Research* (pp. 255-275). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-84273-4_9
- Blanco, S., Muñoz-Medina, B., Enfedaque, A., Teijeiro, M., Alberti, M. G., & Muñoz Pavón, R. (2022). Una experiencia de aprendizaje-servicio de colaboración entre la universidad y la enseñanza secundaria para fomentar las vocaciones en los estudios STEM. In R. V. Lozano Díez, S. Herrero del Cura, & A. Verdú Vázquez (Eds.), *Innovaciones educativas en el ámbito edificatorio* (pp. 205-219). Dykinson.
- Chiu, T. K. F., & Li, Y. (2023). How Can Emerging Technologies Impact STEM Education? *Journal for STEM Education Research*, 6(3), 375-384. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00113-w>
- Conde, M. Á., Fernández-Llamas, C., Ribeiro Alves, J. F., Ramos, M. J., Celis Tena, S., Gonçalves, J., Lima, J., Reimann, D., Jormanainen, I., & García-Peñalvo, F. J. (2019). RoboSTEAM - A Challenge Based Learning Approach for integrating STEAM and develop Computational Thinking. In M. Á. Conde-González, F. J. Rodríguez-Sedano, C. Fernández-Llamas, & F. J. García-Peñalvo (Eds.), *TEEM'19 Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (Leon, Spain, October 16th-18th, 2019)* (pp. 24-30). ACM. <https://doi.org/10.1145/3362789.3362893>
- Conde, M. Á., Rodríguez-Sedano, F. J., Fernández-Llamas, C., Gonçalves, J., Lima, J., & García-Peñalvo, F. J. (2021). Fostering STEAM through Challenge Based Learning, Robotics and Physical Devices: A systematic mapping literature review. *Computer Application in Engineering Education*, 29, 46-65. <https://doi.org/10.1002/cae.22354>
- Domínguez, Á., García-Peñalvo, F. J., Genaro Zavala, García-Holgado, A., & Alarcón, H. (Eds.). (2023). *Mujeres en la educación universitaria de ciencia, ingeniería, tecnología y matemáticas: Atracción, acceso y acompañamiento para reducir la brecha de género en Hispanoamérica*. Octaedro.

Referencias

- Eitel, F., & Steiner, S. (1999). Evidence-based learning. *Medical Teacher*, 21(5), 506-512. <https://doi.org/10.1080/01421599979202>
- Fadda, D., Salis, C., & Vivanet, G. (2022). About the Efficacy of Virtual and Remote Laboratories in STEM Education in Secondary School: A Second-Order Systematic Review. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies*(26), 51-72. <https://doi.org/10.7358/ecps-2022-026-fadd>
- García-Hernández, J., & Hijón-Neira, R. (2022). Brecha en la vocación de los estudiantes por profesiones STEM y el mercado laboral europeo. *IE Comunicaciones. Revista Iberoamericana de Informática Educativa*(35), 22-32.
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2022). A Model for Bridging the Gender Gap in STEM in Higher Education Institutions. In F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado, A. Dominguez, & J. Pascual (Eds.), *Women in STEM in Higher Education. Good Practices of Attraction, Access and Retainment in Higher Education* (pp. 1-19). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1552-9_1
- García-Holgado, A., Nascimbeni, F., García-Peñalvo, F. J., Brunton, J., Bonaudo, P., de la Higuera, C., Ehlers, U., Hvarchilkova, D., Padilla-Zea, N., Teixeira, A., Teixeira Pinto, M., Vázquez-Ingelmo, A., & Burgos, D. (2020). *Handbook of successful open teaching practices*. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). <https://doi.org/10.5281/zenodo.4062529>
- García-Holgado, A., Segarra-Morales, S., González-Rogado, A. B., & García-Peñalvo, F. J. (2023). Definition and Implementation of W-STEM Mentoring Network. In M. Estrada & A. García-Holgado (Eds.), *Proceedings of the XIV Congress of Latin American Women in Computing 2022 (LAWCC 2022) co-located with XLVIII Latin American Computer Conference (CLEI 2022), Antioquia, Colombia, October 19-20, 2022* (pp. 32-41). CEUR-WS.org. <https://ceur-ws.org/Vol-3321>
- García-Peñalvo, F. J. (2021). *Conectando las prácticas educativas abiertas y la ciencia abierta* Open and inclusive education, <https://bit.ly/3G0I9Cu>
- García-Peñalvo, F. J., Alarcón, H., & Domínguez, Á. (2019). Active learning experiences in Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*, 35(1(B)), 305-309.

Referencias

- Eitel, F., & Steiner, S. (1999). Evidence-based learning. *Medical Teacher*, 21(5), 506-512. <https://doi.org/10.1080/01421599979202>
- Fadda, D., Salis, C., & Vivanet, G. (2022). About the Efficacy of Virtual and Remote Laboratories in STEM Education in Secondary School: A Second-Order Systematic Review. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies*(26), 51-72. <https://doi.org/10.7358/ecps-2022-026-fadd>
- García-Hernández, J., & Hijón-Neira, R. (2022). Brecha en la vocación de los estudiantes por profesiones STEM y el mercado laboral europeo. *IE Comunicaciones. Revista Iberoamericana de Informática Educativa*(35), 22-32.
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2022). A Model for Bridging the Gender Gap in STEM in Higher Education Institutions. In F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado, A. Dominguez, & J. Pascual (Eds.), *Women in STEM in Higher Education. Good Practices of Attraction, Access and Retainment in Higher Education* (pp. 1-19). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1552-9_1
- García-Holgado, A., Nascimbeni, F., García-Peñalvo, F. J., Brunton, J., Bonaudo, P., de la Higuera, C., Ehlers, U., Hvarchilkova, D., Padilla-Zea, N., Teixeira, A., Teixeira Pinto, M., Vázquez-Ingelmo, A., & Burgos, D. (2020). *Handbook of successful open teaching practices*. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). <https://doi.org/10.5281/zenodo.4062529>
- García-Holgado, A., Segarra-Morales, S., González-Rogado, A. B., & García-Peñalvo, F. J. (2023). Definition and Implementation of W-STEM Mentoring Network. In M. Estrada & A. García-Holgado (Eds.), *Proceedings of the XIV Congress of Latin American Women in Computing 2022 (LAWCC 2022) co-located with XLVIII Latin American Computer Conference (CLEI 2022), Antioquia, Colombia, October 19-20, 2022* (pp. 32-41). CEUR-WS.org. <https://ceur-ws.org/Vol-3321>
- García-Peñalvo, F. J. (2021). Conectando las prácticas educativas abiertas y la ciencia abierta Open and inclusive education, <https://bit.ly/3G0I9Cu>
- García-Peñalvo, F. J., Alarcón, H., & Domínguez, Á. (2019). Active learning experiences in Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*, 35(1(B)), 305-309.

Referencias

- García-Peñalvo, F. J., García-Holgado, A., Dominguez, A., & Pascual, J. (Eds.). (2022). *Women in STEM in Higher Education. Good Practices of Attraction, Access and Retainment in Higher Education*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-1552-9>
- García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., & Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED: revista iberoamericana de educación a distancia*, 27(1), 9–39. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>
- Go'zal Ikhtiyorovna, K. (2023). Embracing Technological Changes for a Better Future. *American Journal of Language, Literacy and Learning in STEM Education*, 1(9), 339-344.
- González-González, C. S., Caballero-Gil, P., García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., Molina, J., del Castillo-Olivares, J. M., Candela San Juan, B., García Cuesta, S., Perdomo, I., Caballero-Gil, C., Gutiérrez-Vela, F., Paderewski, P., Violant Holz, V., Gil Iranzo, R., & Ramos, S. (2021). COEDU-IN Project: an inclusive co-educational project for teaching computational thinking and digital skills at early ages. In A. Balderas, A. J. Mendes, & J. M. Doderó (Eds.), *Proceedings of the 2021 International Symposium on Computers in Education (SIIE) (23-24 September 2021, Málaga, Spain)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIIE53363.2021.9583648>
- Herce-Palomares, M. P., Román González, M., & Jiménez Fernández, C. (2022). El talento STEM en la educación obligatoria: una revisión sistemática. *Revista de educación. Revista de educación*(396), 65-96. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2022-396-530>
- Instituto Mexicano para la Competitividad. (2023). Hacen falta estrategias integrales en los estados para sumar a más mujeres a carreras STEM. *Boletín IMCO*. <https://bit.ly/3U81drV>
- Izadinia, R. (2023). “I Could Feel a Kind of Keen Air of Excitement”: Using IVR to Foster Girls’ Confidence, Interest, and Engagement in STEAM. *Journal for STEM Education Research*, 6(3), 456-479. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00108-7>
- Lima, N., Viegas, C., & García-Peñalvo, F. J. (2019). Different Didactical Approaches Using a Remote Lab: Identification of Impact Factors. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, In press. <https://doi.org/10.1109/RITA.2019.2942256>

Referencias

- López-Iñesta, E., Botella, C., Rueda, S., Forte, A., & Marzal, P. (2020). Towards Breaking the Gender Gap in Science, Technology, Engineering and Mathematics. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 15(3), 233-241. <https://doi.org/10.1109/RITA.2020.3008114>
- Luo, T., & So, W. W. M. (2023). Elementary students' perceptions of STEM professionals. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(4), 1369-1388. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09791-w>
- Mas de les Valls Ortiz, E., Lusa García, A., Olmedo-Torre, N., Peña Carrera, M., Gómez Castán, S., & Ferrer Balas, D. (2019). Perspectiva de género en docencia STEM. In A. López, E. Aguayo Lorenzo, & Á. Gómez Suárez (Eds.), *(Re)construyendo o coñecemento. VI Xornada Universitaria Galega en Xénero*. Universidade da Coruña.
- Merayo, N., & Ayuso, A. (2023). Analysis of barriers, supports and gender gap in the choice of STEM studies in secondary education. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(4), 1471-1498. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09776-9>
- Palid, O., Cashdollar, S., Deangelo, S., Chu, C., & Bates, M. (2023). Inclusion in practice: a systematic review of diversity-focused STEM programming in the United States. *International Journal of STEM Education*, 10(1), Article 2. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00387-3>
- Passig, D., & Cohen, L. (2014). Measuring the style of innovative thinking among engineering students. *Research in Science & Technological Education*, 32(1), 56-77. <https://doi.org/10.1080/02635143.2013.878328>
- Ramírez-Montoya, M. S., Eduardo Basabe, F., Carlos Arroyo, M., Patiño Zúñiga, I. A., & Portuguez-Castro, M. (2024). *Modelo abierto de pensamiento complejo para el futuro de la educación*. Octaedro.
- Ramírez-Montoya, M. S., Zavala, G., González-Pérez, L. I., García-González, A., & Burgos, V. (2022). *Ecosistema abierto en el futuro de la educación*. Institute for the Future of Education. Tecnológico de Monterrey. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7439178>
- Ros Carrero, C. (2023). La importancia de las STEM en la educación. *Microbacterium*. <https://bit.ly/3U8DAzb>

Referencias

- Sánchez-Fontela, N., Hopson Safatli, J. D., García-Morato, S., Guerrero Bach-Esteve, A., Medina Chavarrías, V., Jiménez Carmona, I., Riesco López, A., Pelencia, L., Guilló Carrasco, V. E., Perez-Peris, F., A., G.-F., & Fesharaki, O. (2018). Informativo Paleo-Científico: Estudiantes de ESO como Divulgadores Científicos. In *Libro de Resúmenes del XVI Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología* (pp. 283-286).
- Sellers, M., Fakirmohammad, R., Bui, L., Fishetti, J., Niyozov, S., Reynolds, R., Thapliyal, N., Liu-Smith, Y.-L., & Ali, N. (2018). Conversation on critical thinking: Can critical thinking find its way forward as the skill set and mindset of the century? *Education Sciences*, 8(4), Article 205. <https://doi.org/10.3390/educsci8040205>
- Solé, C., Couso, D., & Hernández, M. I. (2024). Citizen science in schools: a systematic literature review. *International Journal of Science Education, Part B, In Press*. <https://doi.org/10.1080/21548455.2023.2280009>
- Suryansyah, S. A., Kastolani, W., & Somantri, L. (2021). Scientific thinking skills in solving global warming problems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 683(1), Article 012025. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/683/1/012025>
- Talanquer, V., Bucat, R., Tasker, R., & Mahaffy, P. G. (2020). Lessons from a pandemic: Educating for complexity, change, uncertainty, vulnerability, and resilience. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2696-2700. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00627>
- Tenopir, C., Allard, S., Douglass, K., Aydinoglu, A. U., Wu, L., Read, E., Manoff, M., & Frame, M. (2021). Data Sharing by Scientists: Practices and Perceptions. *PloS one*, 6(6), Article e21101. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021101>
- Tytler, R. (2020). STEM Education for the Twenty-First Century. In J. Anderson & Y. Li (Eds.), *Integrated Approaches to STEM Education: An International Perspective* (pp. 21-43). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_3
- UNESCO. (2019). *Educación en STEM con perspectiva de género: empoderar a las niñas y las mujeres para los trabajos de hoy y de mañana*. UNESCO. <https://bit.ly/3Hqq56A>
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum. <https://bit.ly/3U9motx>
- Yllana-Prieto, F., González-Gómez, D., & Jeong, J. S. (2023). La enseñanza de contenidos científicos mediante una metodología basada en escape room. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(3), 69-88. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5873>

Cita recomendada

F. J. García-Peñalvo, “Estrategias para tomadores de decisiones en STEM y educación abierta,” IFE Conference 2024, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México, 23-25 de enero de 2024. Disponible: <https://bit.ly/3vOA7vS>. doi: 10.5281/zenodo.10552028.



Educación en la Era de la
Inteligencia Artificial

#CIETec es ahora #IFEconference

