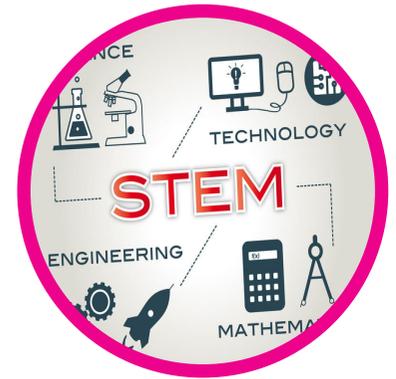




EDUCACIÓN EN STEM Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL



Las matemáticas y las ciencias en la educación en STEM

Algunos mensajes dan a entender que la educación en STEM debe abandonar la enseñanza de las matemáticas y las ciencias de forma independiente. No parecen existir evidencias que sustenten estas interpretaciones:

1. Una educación de calidad en las áreas de STEM depende en buena medida de aprendizajes fundamentales en las ciencias naturales y las matemáticas.
2. El logro de estos aprendizajes en el marco de actividades transversales entre las 4 áreas, según la investigación disponible, no funciona debido, entre varios factores, a limitaciones cognitivas propias de los seres humanos. Cuando nos enfrentamos a tareas de aprendizaje donde varios aprendizajes complejos se pretenden al tiempo, se produce un fenómeno denominado *sobrecarga cognitiva*. En esta situación los aprendizajes son pobres o nulos, incompletos o simplemente nulos.

La ingeniería en la educación en STEM

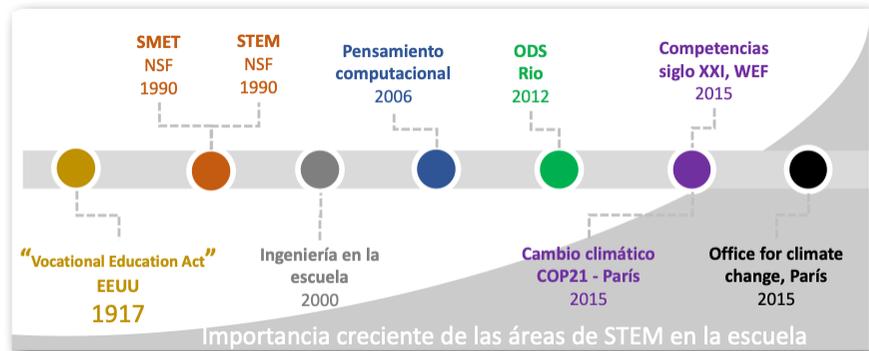
La ingeniería representa la mejor oportunidad de promover proyectos que conecten las disciplinas en STEM, una vez los estudiantes hayan desarrollado sus comprensiones y habilidades de base en matemáticas y ciencias. Si bien, la ingeniería también requiere momentos propios en su enseñanza. Además, las habilidades y las prácticas de ingeniería están en sintonía con las de pensamiento computacional.



Qué es educación en STEM

Antes de entrar en la relación entre educación en STEM y el pensamiento computacional es importante aportar algunas claridades.

El acrónimo STEM nace en los años 90 en el marco de una convocatoria de la National Science Foundation (NSF). Cuando se habla de educación STEM debería en consecuencia hablarse de educación en **C**iencias, **M**atemáticas, **I**ngeniería y **T**ecnología. Por ello no representa, per se, una visión integrada o un enfoque diferente, es una referencia a la educación en cada una de estas áreas.



El interés por mejorar la educación en **C**iencias naturales, **T**ecnología, **I**ngeniería y **M**atemáticas (educación en STEM) surge de la identificación de 3 problemas:

1. un número reducido de nuevos profesionales en áreas de STEM frente a las necesidades y demandas del siglo XXI;
2. una participación minoritaria de las mujeres en varias de las áreas de STEM, particularmente aquellas más cercanas a los artefactos tecnológicos y las matemáticas –se requiere una participación más incluyente en general–, y
3. falta de comprensiones y habilidades básicas en las áreas de STEM, que reduce las posibilidades de empleo y de desempeño responsable como ciudadanos.

Las iniciativas en educación en STEM aparecen para resolver uno o varios de los tres problemas ya indicados anteriormente y en consecuencia no representan una forma de enseñar o una pedagogía particular.





ABP y la enseñanza de matemáticas y las ciencias

Las evidencias disponibles parecen desaconsejar la enseñanza de estas áreas con sustento central en ABP:

1. Comprensiones y habilidades básicas en ciencias o matemáticas se logran mejor usando estrategias de enseñanza explícita, directa y sin ambigüedades en cada área.
2. En matemáticas, la manipulación concreta, la justificación, la ejercitación y la resolución de problemas parecen dar los mejores resultados.
3. En ciencias naturales la enseñanza directa con momentos de aprendizaje por indagación parece ser la mejor alternativa.
4. ABP puede ser usado fundamentalmente para aplicar, consolidar y conectar aprendizajes ya logrados.

Para profundizar

1) Committee on STEM education, & council, N. S. T. (2018). *Charting a course for success: America's strategy for STEM education*. Washington.

2) Office of science and technology policy. (2021). *Progress report on the implementation of the federal stem education strategic plan*. Retrieved from <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/01/2021-CoSTEM-Progress-Report-OSTP.pdf>

3) STEM-ACADEMIA (2021) *Stem-mania, ACEFYN*

4) Freeman, B., Marginson, S., & Russel, T. (2015). *The age of STEM: Educational policy practices across the world in Science, Technology, Engineering and Mathematics*. New York: Routledge research in education.

5) Duschl Richard, & Bismack, A. (2016). *Reconceptualizing STEM education: the central rol of practices*. New York: Routledge Taylor & Francis Group.

6) Quinn, C., et al. (2020). "S+T+M=E as a Convergent Model for the Nature of STEM." *Springer Nature*.

7) McComas, W. and S. Brurgin (2020). "A Critique of "STEM" Education: Revolution-in-the-Making, Passing Fad, or Instructional Imperative?" *Science&education*, Springer.

8) Bowman, B., et al. (2017). *Early STEM Matters Providing High-Quality STEM. Experiences for All Young Learners: A Policy Report by the Early Childhood STEM Working Group*. Chicago, UChicago.



Mitos sobre educación en STEM

En países como el Reino Unido o EE. UU. la educación en STEM tiene una tradición de prácticamente 3 décadas. Un examen de estas iniciativas muestra en general un fuerte acento en educación en ciencias en primer lugar y luego en ingeniería y tecnología. En la práctica, los esfuerzos en matemáticas son menores y muy pocas propuestas abordan las 4 áreas. Sin embargo, en 2 documentos del gobierno de EE. UU. [1,2] se insiste en la importancia de la educación matemática y tampoco se menciona en ningún momento que la educación en STEM sea una nueva metodología, una nueva pedagogía o una nueva forma de enseñar, per se, si bien se hacen llamados a buscar mejores estrategias que permitan lidiar con los tres problemas antes referidos.

Se prefiere hablar de momentos educativos de convergencia de las 4 áreas en torno a la solución de problemas realistas llevados al aula y en el segundo documento se menciona la necesidad de crear un marco común que sustente estos momentos.

En consecuencia, la educación en STEM:

- No es, per se, una innovación educativa, un constructo pedagógico, un enfoque particular o una metodología. Utiliza estrategias conocidas por décadas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Enseñanza de Ciencias Basado en Indagación (ECBI), Aprendizaje por Resolución de Problemas (ARP).
- No es enseñanza por proyectos: poco en áreas de STEM se puede enseñar por proyectos, además otras disciplinas no STEM enseñan por proyectos.
- No es enseñanza basada en tecnología: cada vez es más frecuente que todas las disciplinas en su enseñanza usen tecnología (Ver marco TPACK).
- No es, per se, enseñanza integrada de las 4 áreas, si bien es una posibilidad sobre la cual existen reservas sustentadas dadas las evidencias actuales.



El abecedario STEM

Varias propuestas en educación en STEM han insistido en introducir otras letras en el acrónimo: STEAM, STEM+H, STEAM+H, STEM+I, STEM+R, STREM...

Cuando se revisan las propuestas concretas de cualquiera de estas variantes, se encuentra a menudo una caricaturización del área adicionada en el acrónimo, desconociendo la complejidad y tradición de áreas como las humanidades, las artes o el lenguaje.

De hecho, una revisión de las políticas nacionales de países con tradición y buenos resultados en educación en STEM muestra que han evitado esta tendencia.

Sin duda, lograr que los estudiantes trasciendan las áreas hacia comprensiones interdisciplinarias y utilización integrada del conocimiento en la resolución de situaciones en su vida, es una meta de la educación, pero para ser interdisciplinar, primero se requiere ser disciplinar.





Enseñanza de STEM integrada

Una de las más frecuentes visiones de educación en STEM en Latinoamérica es su enseñanza integrada, sin que se haya aclarado qué significa "integrada".

La enseñanza integrada de varias áreas tiene grandes problemas, no solo por la falta de capacidad del sistema educativo mismo, sino también por la capacidad cognitiva del aprendizaje humano, rápidamente se llega a una sobrecarga cognitiva. Los resultados de investigación sugieren una gran cautela en este tipo de iniciativas.

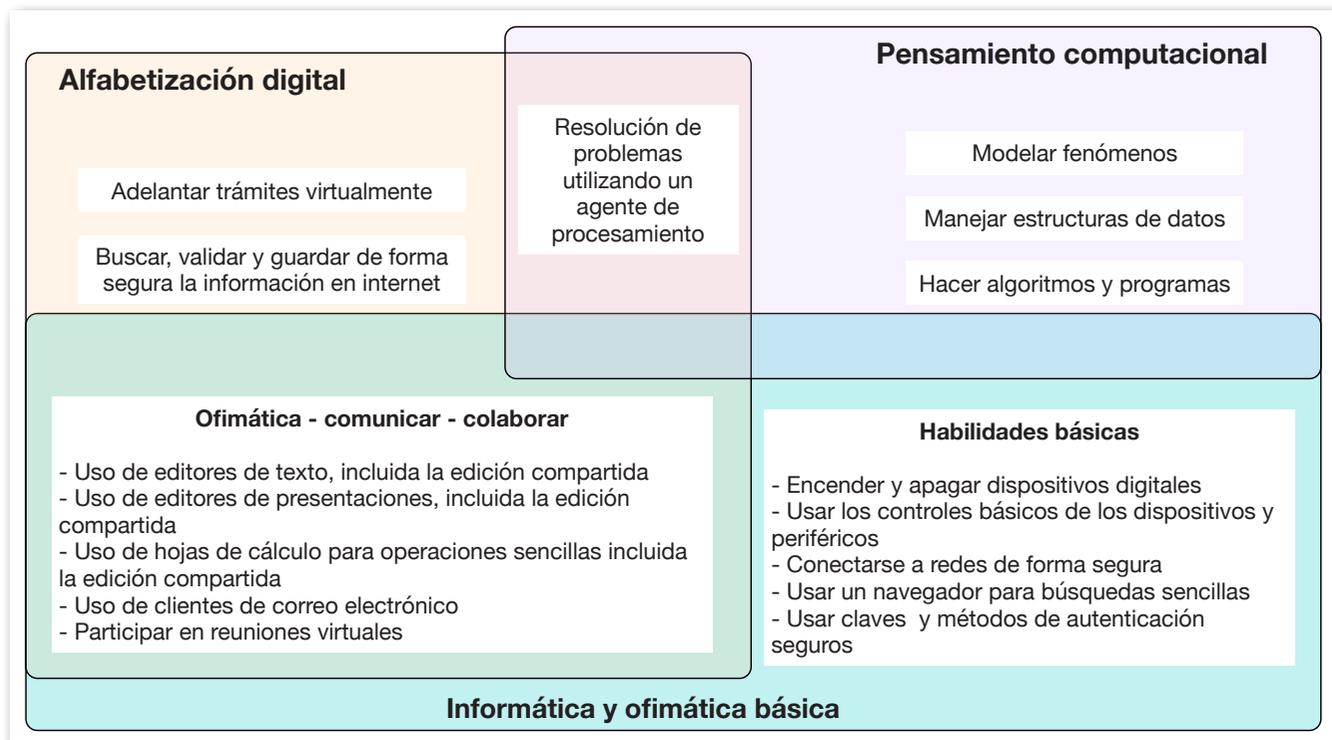
Una segunda razón para examinar esta integración con cautela es las diferencias epistemológicas entre las 4 áreas:

“Las disciplinas de STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) comparten un conjunto de procesos y prácticas fundamentales. Muchos de los conceptos, prácticas y disposiciones centrales de las disciplinas STEM se basan y están conectados entre sí. Al mismo tiempo, las disciplinas STEM son distintas, con características y conocimientos específicos de la disciplina.” [8].



STEM y alfabetización digital

En [1] y [2] se menciona la alfabetización digital como una imperiosa necesidad para mejorar la educación en STEM. La siguiente gráfica ilustra la relación entre alfabetización digital, pensamiento computacional y ofimática:



En este marco, se evidencia la necesidad de garantizar un núcleo básico (informática y ofimática básica), si se quieren promover aprendizajes complejos en pensamiento computacional y alfabetización digital.

