El enfoque

STEM

para la educación científica de infantil a la universidad.

Potencialidades y riesgos

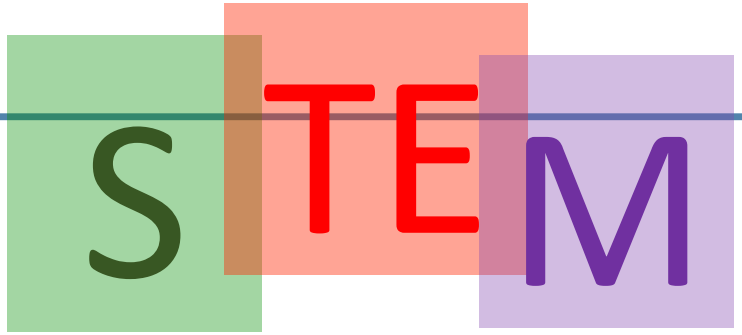
Dra. Digna Couso

CRECIM

UAB Universitat Autònoma de Barcelona

Conferencia en 2º Congreso de Sociedad Chilena de Educación Científica

Estructura de la charla

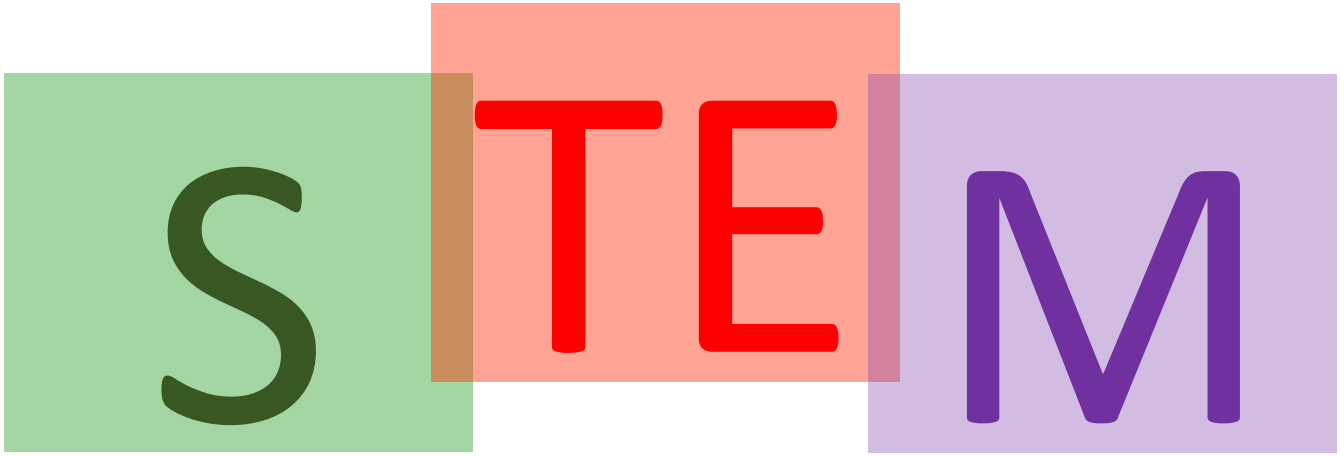


- **¿Qué es STEM?**
  - ¿Qué se está haciendo ya en educación STEM?
  - ¿Cómo podemos entender la competencia STEM?
- **¿Por qué eSTaMos en STEM?**
  - Problemáticas identificadas en la formación superior en el ámbito científico-tecnológico
- **¿Como sería una buena educación STEM?**
  - Situaciones de enseñanza y aprendizaje STEM de calidad

¿Qué es

S T E M

¿Que es la educación STEM?



Science Technology Engineering Mathematics

¿Qué es STEM?

"STEM education is often used to imply something innovative and exciting"
(Kelley and Kwowles 2016)

¿Que es la educación STEM?
Un área de competencia global

Generación de **oportunidades educativas, en todos los niveles y para todos los alumnos,** para mejorar en un **àrea de competència global**

(Surr et al, 2016)

Pensamiento Crítico
Comunicación
Cooperación
Creación

Competencia y alfabetización **científica**

Búsqueda de información
Creación de contenido
Seguridad digital
Ética digital
Cooperacinó y comunicación digital

Empoderamiento
Participación
Activa

Competencia y alfabetización **matemática**

Competencia y alfabetización **ingenieril y tecnológica**

¿Que es ser competente en STEM?

Una posible definición (Couso 2017)

COMPETENCIAL

La **COMPETENCIA** en el ámbito STEM es la capacidad de:

PRÁCTICA STEM

Identificar, aplicar y/o reflexionar sobre

las formas de hacer, pensar y hablar de la ciencia, la ingeniería y la matemática, de forma más o menos integrada

para **comprender, decidir y/o actuar**

ante **problemas complejos** y para construir **soluciones creativas e innovadoras**

EN CONTEXTO

aprovechando las **sinergias personales** y la **tecnologías disponibles**

CON RECURSOS

¿Qué es el marco de la pràctica científica?

Una propuesta que no es nueva, pero que está por estrenar (ACE de Izquierdo, Adúriz, Sanmartí, Pujol, Arcà, Guidoni,…), equivalente a la actual pràctica científica del NRC 2007,2012 (Dushl, Swarzt, Reiser, Kelly, Windshilt, Osborne, …)

Aprendizaje de la ciencia como:

1. participación / involucramiento
2. en las prácticas / actividades cognitivo-discursivas y sociales (formas de pensar, hablar, hacer y ser)
3. propias de la ciencia "escolar" (análogas pero no iguales a las de la ciencia erudita)

Un ejemplo de evolución “competencial”…

¿Sabes “decir” lo que “sabe” la ciencia?

TRADICIONAL

- *Hay dos fuerzas, P y N, que son iguales pero de sentido contrario. Calcula…*
- *Las partes de la flor son …*

¿Sabes “*estudiar*” el mundo como lo “estudia” la ciencia?

IBSE

- *Vamos a medir el peso. ¿Cual es la fuerza máxima que podemos hacer sobre el suelo?*
- *Observa la flor. ¿Qué partes puedes identificar?*

¿Sabes “**pensar, decir y hacer**” como se “piensa, dice y hace” en la ciencia

PRÀCTICA CIENTIFIIA

- *¿Cómo puede ser que el suelo sepa la fuerza que tiene que hacer? ¿cómo me imagino que está hecho para responder así? (diseñar camas elásticas)*
- *¿De qué le sirve la flor a la planta? ¿Se podria cultivar un campo sin flores? (cultivar campos de fútbol)*

Un ejemplo de evolución “competencial”…

¿Sabes “decir” lo que “sabe” la ciencia?

TRADICIONAL

- *Hay dos fuerzas, P y N, que son*

igua

- *La*

ENFOQUE EN LOS PRODUCTOS DE LA CIENCIA

¿Sabes “*estudiar*” el mundo como lo “estudia” la ciencia?

IBSE

- *Vamos a medir el peso. ¿Cual es la fuerza m* *?*
- *O id*

ENFOQUE EN UN PROCESO (ESTEREOTIPADO) DE LA CIENCIA (NRC 1999)

¿Sabes “**pensar, decir y hacer**” como se “piensa, dice y hace” en la ciencia

PRÀCTICA CIENTIFIIA

- *¿Cómo puede ser que el suelo sepa la fuerza que tiene que hacer? ¿cómo me imagino que es co*
- *¿D pu se ar co*

ENFOQUE EN LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA (NRC 2007,2012)

3 argumentos para justificar el interés por la práctica

- **Argumento epistémico** (Osborne 2011, 2014)

La ciencia se orienta a la construcció de modelos o explicaciones del mundo (MODELIZACIÓN) que se ajustan a la realidad (ARGUMENTACIÓN) investigando con diversos métodos (INDAGACIÓN)

- **Argumento psicológico (aprendizaje)**

Los alumnos tienen sistemas de creencias y modelos alternativos, robustos, coherentes, completos de como funciona el mundo, que se **modifican progresivamente** al indagar los fenómenos (nuevas realides) y compartir diferentes puntos de vista (nuevas ideas)

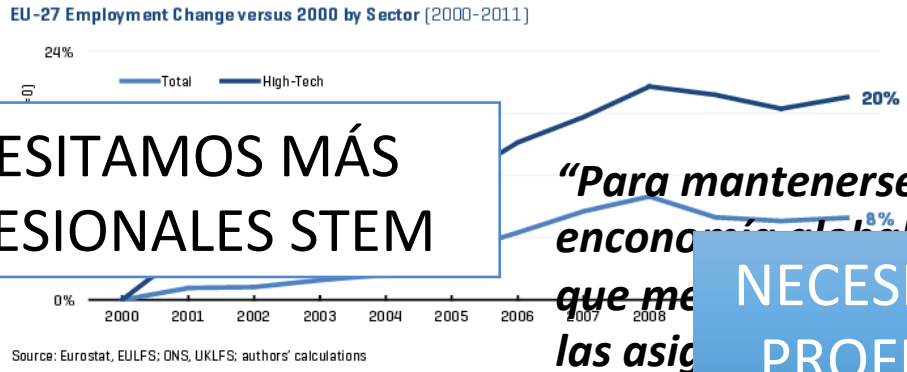
- **Argumento curricular (enseñanza)**

Al ser un proceso lento, ya no podemos enseñar todo aquello que sabemos de cada disciplina. Hay que seleccionar los contenidos con **mayor potencial de aplicación** y más **genuínos** de la forma de pensar y hacer de cada **disciplina.**

¿Por qué

S T E M

¿Por qué STEM? MOTIVACIÓN SOCIO-ECONÓMICA

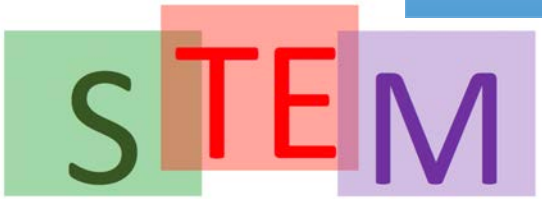


NECESITAMOS MÁS PROFESIONALES STEM

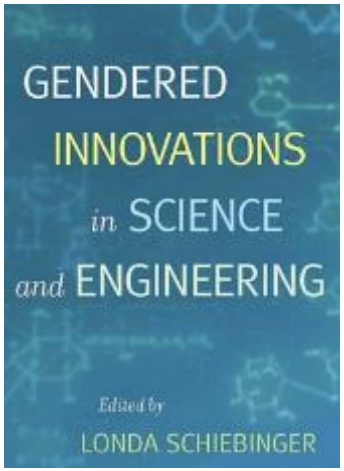
"Para mantenerse competitivos en una enconomía global en crecimiento es imperativo que me[illegible]os en las asig[illegible]

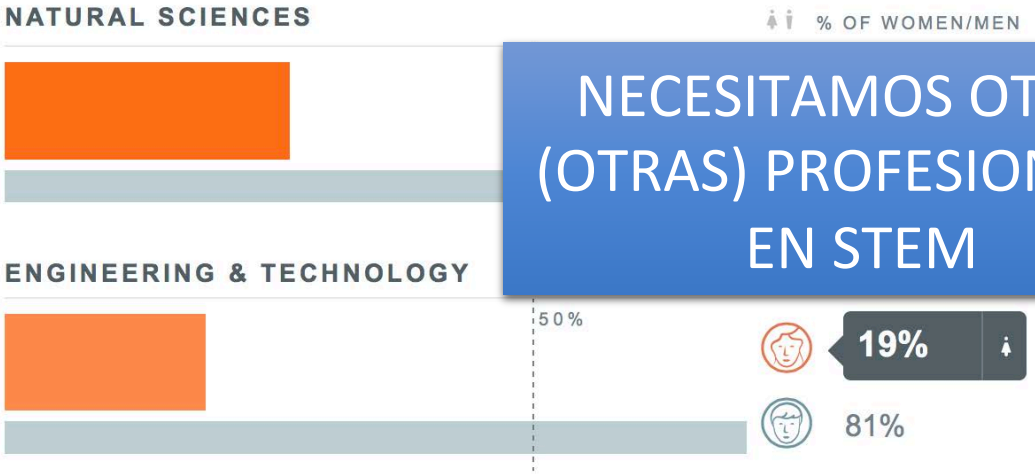
(Park 2011)

NECESITAMOS MEJORES PROFESIONALES STEM



Más del 52% de las estudiantes en Chile y menos del 32% de las investigadoras





NECESITAMOS OTROS (OTRAS) PROFESIONALES EN STEM

La diversidad de profesionales STEM (mujeres, minorías) es necesaria **para la calidad** de la I+D

¿Por qué STEM? MOTIVACIÓN DEMOCRÁTICA

Preocupación por la **equidad laboral**:

Perdida de oportunidades laborales y de **ascensor social**

NECESITAMOS EQUIDAD EN EL ACCESO A STEM

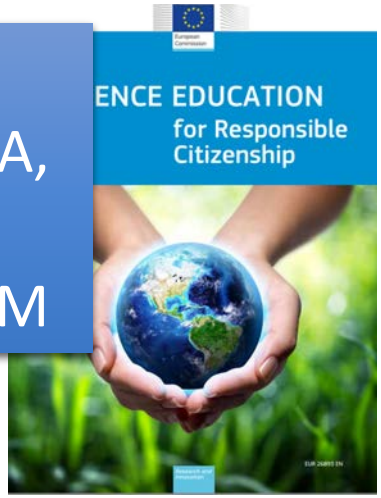
(+ meritocrático, + resiliente respecto desempleo, salario,…)

"to become a fulfilled, productive, knowledgeable citizen" (Zollman 2015)

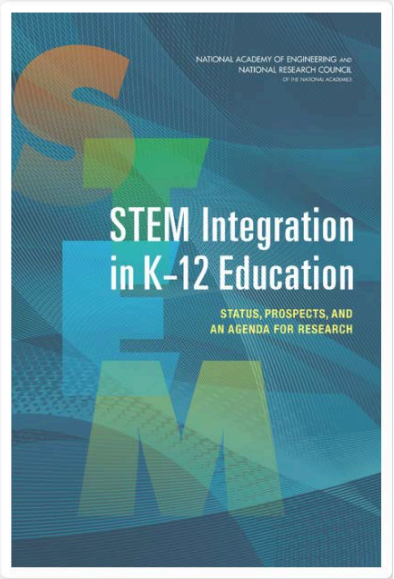
Equidad democrática:

Desinformación y desempoderamiento ciudadano ante decisiones con alto contenido científico-tecnológico

NECESITAMOS PARTICIPACIÓN ACTIVA, INFORMADA Y EMPODERADA EN STEM



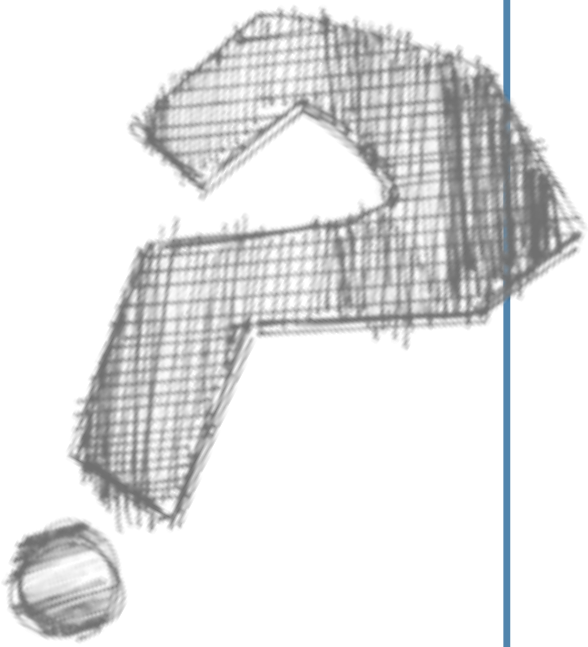
¿Por qué STEM? IMPACTO EDUCATIVO



- El impacto en aprendizaje depende de:
  - cómo se **integren** estas disciplinas
    - en particular para las matemáticas
  - la **calidad** educativa de las mismas
    - No hacemos STEM porque así se aprenda más.

    STEM se puede hacer igual de mal o bien que la edu científica actual
- Docentes y educadores son el factor clave
  - en general hay percepción de **falta de conocimientos** disciplinares en el ámbito (en particular en primaria y respecto ingeniería)
- Parece haber impacto en mejora del **interés** e **identidad**, en particular
  - para **estudiantes desfavorecidos**
  - en contextos educativos **no formales**

¿Cómo



S T E M

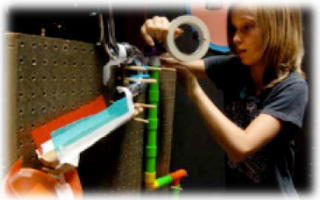
Tipo de tecnología

Disciplinas que engloba

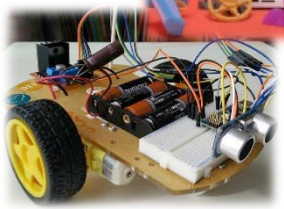
Demanda al alumno / práctica que se fomenta

"Hay mucha ambigüedad todavía en la educación STEM y sobre como implementarla eficientemente"

(Breiner et al. 2012)



Metodología que se privilegia

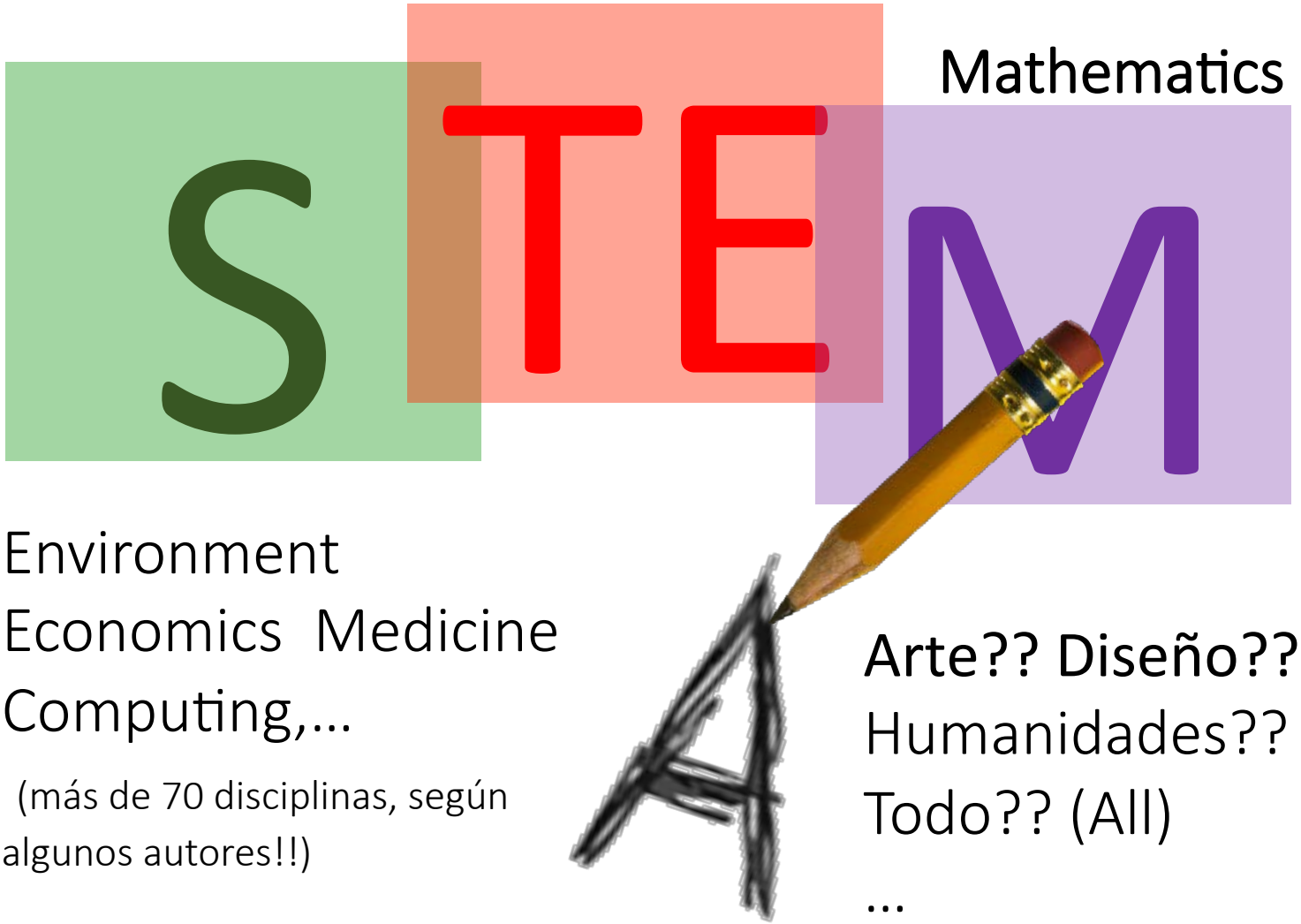


Nivel de integración …

Con respecto a las disciplinas STEM

Science Technology Engineering

Mathematics



Environment
Economics Medicine
Computing,…

(más de 70 disciplinas, según algunos autores!!)

Arte?? Diseño??
Humanidades?? (Arts)
Todo?? (All)
…

Con respecto al nivel de integración

- Multidisciplinar

S + TE + M

De forma secuencial, en paralelo, una guía,…

STEM como una *colección* de disciplinas

- Interdisciplinar (2 o más)

TE S / S TE M

STEM como *intersección* de algunas disciplinas

- Transdisciplinar

STEM

STEM como una nueva metadisciplina

NO HA DE SER SIEMPRE TOTALMENTE INTEGRADO:
HAY QUE POTENCIAR CONOCIMIENTO Y COMPETENCIA DISCIPLINAR Y CAPACIDAD TRANS-REPRESENTACIONAL

Con respecto al tipo de tecnología

- High-tech vs Low-tech
- Importancia tecnologías creativas
- “Shopping syndrome” vs recycling

LA TECNOLOGÍA NO ALFABETIZA POR SÍ MISMA

HIGH TECH

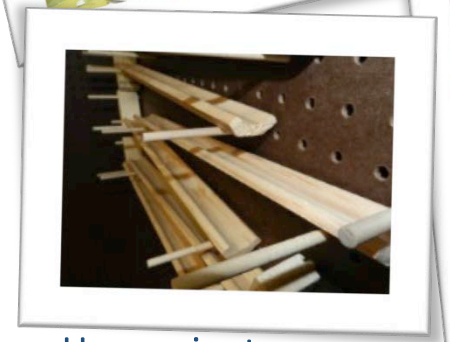
Motores

Impresoras 3D

LOW TECH

Materiales comunes

Materiales reciclados



Herramientas mecánicas

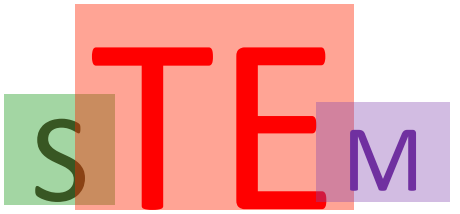
Artesanía, manualidades

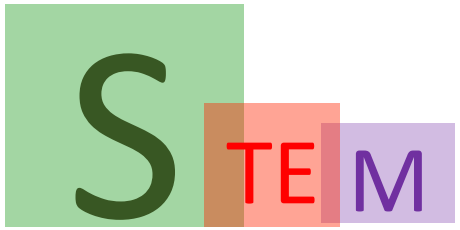
Con respecto a la demanda

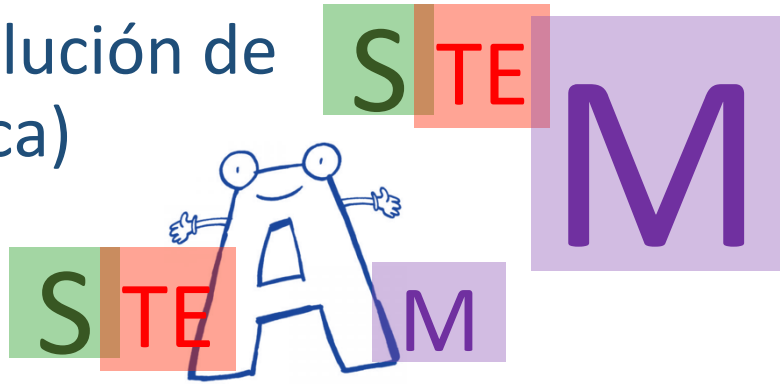
LA DEMANDA AL ALUMNO ORIENTA LA ACTIVIDAD

Demanda explícita o implícita, mejor si es externa, auténtica, un reto:

- Diseño de **soluciones funcionales** (ingeniería)
- **Investigación** de fenómenos y construcción de **explicaciones** (ciencia)
- Aplicación de **razonamiento matemático** para resolución de problemas (matemática)
- **Creaciones artísticas**
- ....





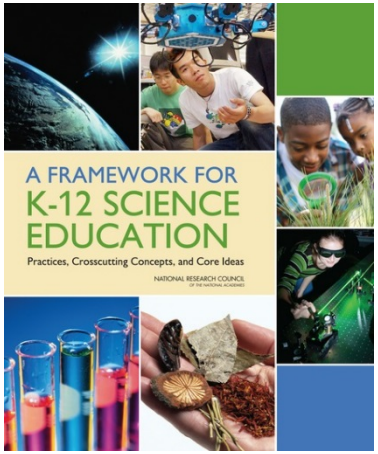


Con respecto a la práctica

LA ACTIVIDAD EN LA QUE TE INVOLUCRAS DETERMINA AQUELLO QUE APRENDES

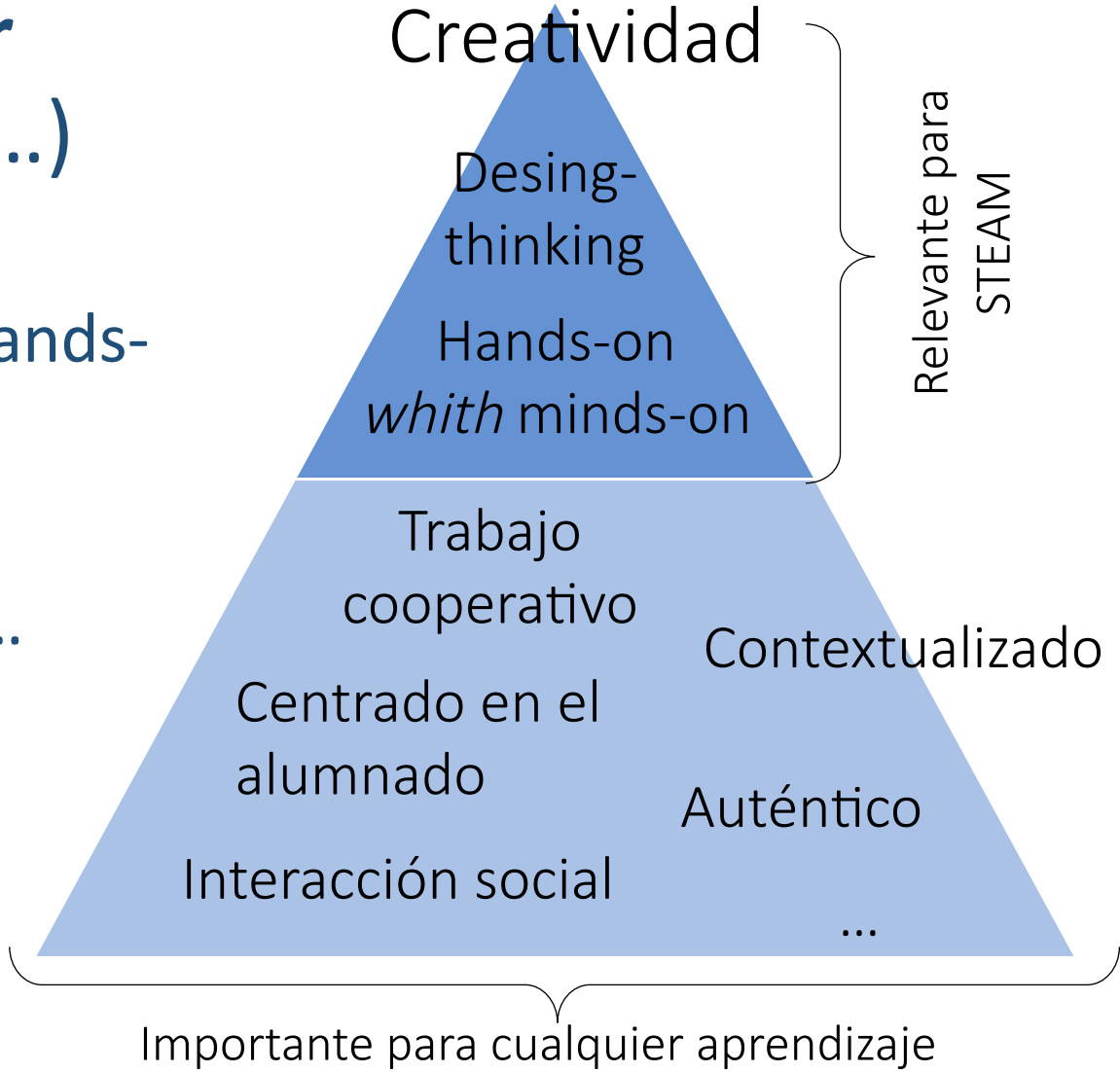
Se promueve una forma de hacer, pensar y hablar (un tipo de práctica o actividad) que puede ser:

- **"Ingenieril"**: definir objetivo, plantear soluciones, crear soluciones, probar soluciones
- **Científica:** planteamiento pregunta investigable, desarrollo modelos, diseño experimental, construir explicaciones,…
- **Matemática**: estimar, calcular, …
- **Creativa:** …
- ….



Con respecto a la metodología

- ***Aprendizaje por proyectos*** (ABP,…)
- ***Construccionismo*** (Making, tinkering, hands-on activities,…),
- ***Indagación*** (IBSE), ***modelización*** (MBI),…
- **Learning by design**
- **…**



Algunos ejemplos

de proyectos educativos

S T E A M

STEAM para la creatividad:
Instalaciones tinkering en Cosmocaixa

eduCaixa
Obra Social "la Caixa"

FILOSOFÍA TINKERING (CACHARREAR)

ZONA LUZ

ZONA MECÁNICA

CREACTIVITY

ZONA ELECTRICIDAD

ZONA VIENTO

7-12 años

Público familiar y escuelas

¿Que ocurre aquí? (tesis C. Simarro)

Mira todos los materiales que tienes aquí...

Avance dentro de la fase

Avance entre fa

Fase	Subfases			
Exploración	Conocer el material y los dispositivos	Conocer el uso del material y los dispositivos		Utilizar el material y los dispositivos
2. Objetivo Funcional Investigativo Artístico	Sin definir objetivo	Objetivo tentativo		Objetivo concreto
3. Avance	**Práctica ingenieril**			
	Definición objetivo	Planteamiento posibles soluciones	Creación solución	Prueba solución
	Práctica científica			
	Planteamiento duda	Propuesta posibles respuestas	Planificación/consecución investigaciones	Construcción explicaciones "locales" basadas evidencias
	Práctica artística			
4. Reflexión				

¿Qué estás pensando? ¿Qué querrías hacer?

¿Cómo harías para que vaya más rápido?

¿Lo has probado?

¿Cómo podrías comprobarlo?

¿Qué crees que pasa cuando?

Piensa en cómo has solucionado los problemas...

- ✓ Baja tecnología
- ✓ Feedback inmediato
- ✓ Ambiente lúdico
- ✓ Práctica ingenieril (abierta al resto)
- ✓ Interacción /guía MUY PAUTADA para fomentar creatividad

STEM como proyectos de aula poco integrados

Ej. Proyecto Materials Science (Hernández, Couso, Pintó 2012, 2014)

Reto: ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE UNA DISCOTECA

- Física sonido, ciencia de materiales
- Indagación de absorción y reflexión acústica (sonómetros digitales
- Modelización del sonido y los materiales (lupa binocular digital)
- Argumentación decisiones

- ✓ Poca integración
- ✓ Problema-tización
- ✓ Práctica científica
- ✓ Uso tecnologías
- ✓ ….

Figura 4. Muntatge experimental (ordinador amb el software *Multilab*, interfície *Multilog*, sonòmetre i caixa de cartró folrada amb plaques de diferents materials).

Figura 5. Grup d'alumnes realitzant un dels experiments de la seqüència.

Hernández, M. I., Couso, D., Pintó, R. (2010) El projecte Materials Science: Disseny, implementació i validació d'unitats didàctiques sobre propietats dels materials establint vincles entre recerca i docència. *Ciències. Revista del Professorat de Ciències d'Infantil, Primària i Secundària*, 15. 34-38.

STEM como “proyecto integrado”
(aprendizaje basado en proyectos)

- ✓ Mucha integración
- ✓ Problema-tización
- ✓ Práctica ingenieril
- ✓ Creación de tecnología
- ✓ ….

RETO: diseño de un sistema para “ESPANTAR LOBOS” basado en ultrasonidos.

- Física sonido, biología función de relación.
- Ingeniería: prototipado con Arduino / programación
- Economía estudio de viabilidad y de mercado
- Práctica ingenieril (conocimientos científicos al servicio del diseño)

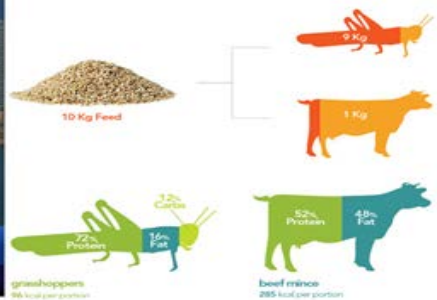
STEM como proyectos también en primaria

Controversia socio-científica (Garrido y Couso, 2016)

¿POR QUÉ NOS RECOMIENDAN COMER INSECTOS?

- Biología (dieta y cadena trófica), Ed. Ambiental (huella ecológica y hídrica)
- Sin tecnología
- Argumentación científica (posicionamiento en un debate)

- ✓ Integración disciplinas
- ✓ Práctica científica de argumentación en controvérsias
- ✓ Con o sin tecnología

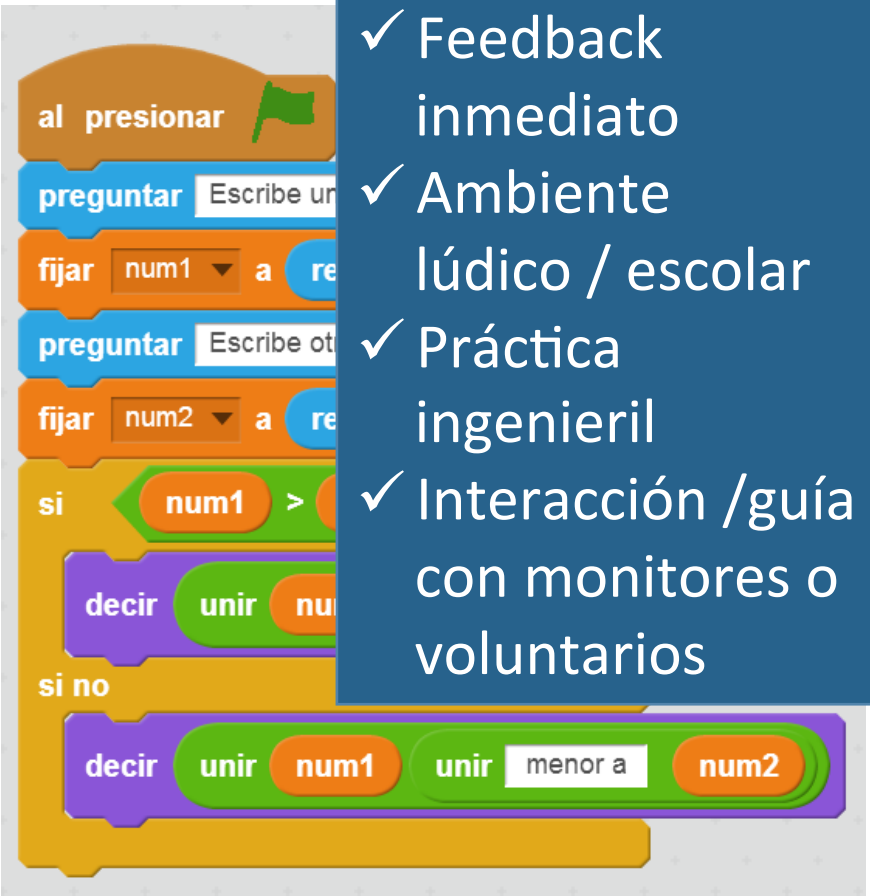


STEAM para la equidad:
el caso del Programa GENIOS

GENIOS

Google.org

Ayuda en Acción



- ✓ Alta tecnología
- ✓ Feedback inmediato
- ✓ Ambiente lúdico / escolar
- ✓ Práctica ingenieril
- ✓ Interacción /guía con monitores o voluntarios

Sesiones de programación scracht en 4º, 5º y 6º primaria

¿Cómo son las buenas experiencias educativas STEM?

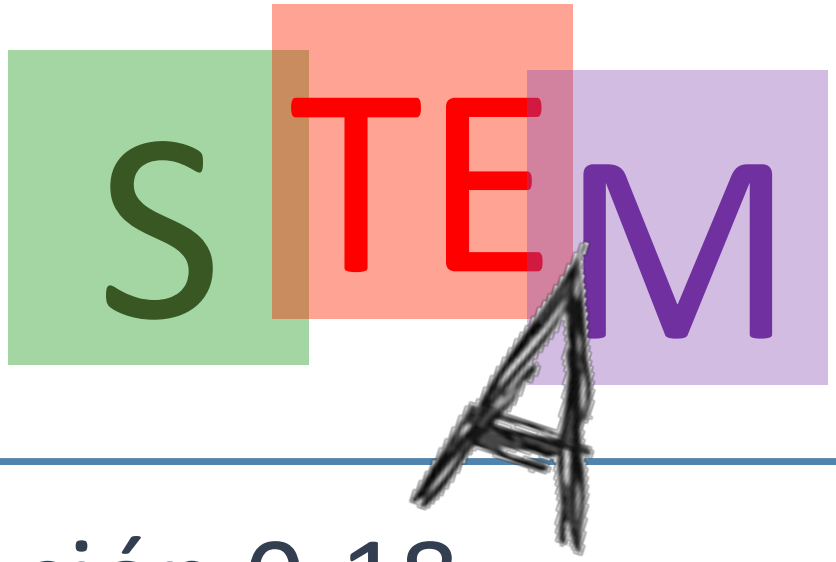
SE APRENDE STEM COMO SE APRENDE TODO!!!

- **Contextualizadas**
  - Involucrantes (problematizadas, auténticas,…)
  - Orientadas a la acción (participación, autonomía, …)
- **Cooperativas**
  - Discursivas
  - Inclusivas (aprendo si no somos iguales!)
  - Comunitarias
- **Creativas**
  - Empoderadoras y capacitantes
  - Despenalizadoras del error
  - Aprovechadoras de la diversidad
- Enfocadas en la **práctica "ingenieril"**
  - Desarrollando desde inicio las formas de hacer, pensar y comunicar de la ingeniería o práctica profesional

COMPETENCIALES

¿Entonces…

Ideas importantes para la enseñanza



en la educación 0-18

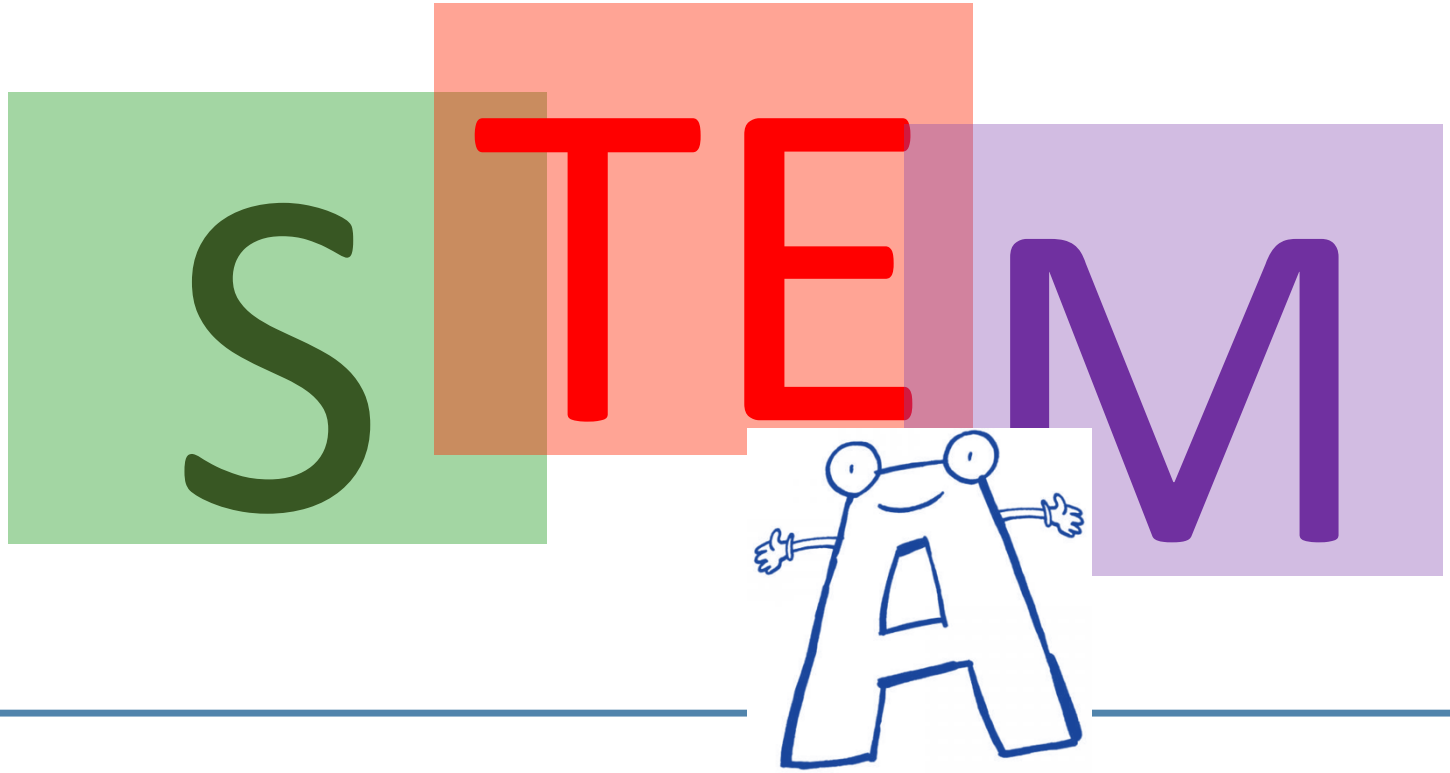
¿Entonces …

- **… el contenido básico ya no es importante???**
  - Al contrario, es tan importante que no puede aprenderse declarativamente o de forma técnica, sino competencialmente: usándolo en contexto para resolver problemas, tomar decisiones, construir soluciones
- **… los alumnos no tienen que hacer asignaturas???**
  - El contenido puede trabajarse antes, durante o después del proyecto, actividad, espacio… Y mejor durante!
- **…. tengo que comprar muchas tecnologías creativas para hacer STEM?**
  - Lo importante es pensar qué hacer, y qué aporta de diferencial la tecnología. La tecnología se puede y debe compartir. Y la sostenibilidad es un valor a tener siempre en cuenta.
- **… haciendo esto aprenden más ciencia?**
  - No lo sabemos aún, pero también nos importa el empoderamiento, el interés, la aspiración, la identidad (muchas variables inciden en entender STEM como parte de tu vida) y las competencias del siglo XXI (transversales)

STEM/STEAM: ¿que podemos concluir?

- **El grado de interdisciplinariedad, tecnología, colorido, etc. no define la calidad del proyecto STEM**
  - Sí la actividad en la que se involucran los alumnos (práctica) y la forma como lo hagan (problematización, cooperación, autonomía,…)
- **Esto no significa no enseñar contenidos**
  - Escoger bien cuáles y pensar en un problema que requiera esos contenidos
- **Los proyectos interdisciplinares de mejor calidad los diseñan equipos de docentes de diferentes disciplinas**
  - Gran reto y BENEFICIO para los docentes
- **El reto es grande para docentes y alumnos**
  - Se requiere tiempo, recursos, … y sobretodo repensar la evaluación, que ha de ser coherente (del proceso, no del producto)
- **STEM es nuevo, pero no novedoso**
  - No hay que olvidar lo que ya funcionaba en enseñanza de las ciencias (marco CTS, SSI, Edu Ambiental, Modelización,…) y reconquistar el término

Gràcies!



@dignacouso
digna.couso@gmail.com

Para saber más...

- Asghar, A., Ellington, R., & Rice, E. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem- Based Learning*, *6*(2), 85–125.
- Barakos, L., Lujan, V., & Strang, C. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM): Catalyzing change amid the confusion*. Portsmouth, NH.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current Perceptions. *Technology and Engineering …*, *70*(6), 5–9.
- Herro, D. C., & Quigley, C. F. (2016). Teacher Perceptions of STEAM Practices: Professional Development Encouraging STEAM Teaching. Paper presented at the 2016 annual meeting of the American Educational Research Association. In *AERA Online Paper Repository*. Washington, D.C.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, *3*(1), 11.
- Koester, M. (2016). Antidotes for STEM Education Malaise and Alienation. In *Paper presented at the 2016 annual meeting of the American Educational Research Association*.
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., … Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, *20*, 541–546.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMAnia. *Education*, *68*(4), 20–27.
- White, D. W. (2014). What Is STEM education and Why Is It Important? *Florida Association of Teacher Educators Journal*, *1*(14), 1–8.