

Sintonizando STEM en el eje de coordenadas de la Escuela

Tuning STEM into School's coordinate axes

Resumen: Se proponen y describen brevemente cuatro ejes (Ciudadanía, Valores, Inclusión y Aprendizaje) para analizar el despliegue STEM desde el punto de vista de la escuela, ejemplificando en distintas actividades y metodologías del ámbito STEM.

Abstract: We propose and describe four axis (Citizenship, Values, Inclusion and Learning) to analyze the application of STEM from the point of view of schools, with examples from several activities and methodologies of the STEM frame.

Palabras clave: STEM. CTS. Ciudadanía. Valores. Inclusión.

Keywords: STEM. STS. Citizenship. Values. Inclusion.

Jordi Domènech-Casal

Profesor de Secundaria
Institut Marta Estrada (Granollers, Barcelona)
Profesor Asociado Universitat Autònoma de Barcelona



Los objetivos STEM y las coordenadas de la escuela

En 2006, el informe Rocard concluía que había en Europa un déficit de vocaciones científicas y tecnológicas (especialmente femeninas). En paralelo, se detectó que algunas innovaciones tecnológicas (por ejemplo, los transgénicos) tenían dificultades en su transferencia al mundo industrial, por el rechazo de una población con poca formación científica o tecnológica. Esto activó una agenda política que podríamos resumir en 3 objetivos:

- 1) **Vocaciones** científico-tecnológicas y competitividad profesional en estas áreas.
- 2) **Equidad** contra el sesgo de género y socioeconómico en el acceso a esas profesiones.

- 3) **Ciudadanía** competente para tomar decisiones participadas por la ciencia y la tecnología.

A su llegada al mundo educativo, las siglas de esa agenda STEM han reclutado herramientas, metodologías y tecnologías heterogéneas que se han juzgado útiles para esos objetivos y adquirido significados varios. Pero STEM no significa interdisciplinariedad, ni es el nombre de una metodología. **STEM es un triple objetivo político que se solapa parcialmente con la misión educativa de la escuela.** ¿Puede sintonizarse a las coordenadas de la escuela? Creemos que sí, y en este artículo proponemos 4 ejes para hacerlo.

Ciudadanía

Alfabetizar a la ciudadanía en STEM es necesario si queremos que ésta sea

Tema del mes



Figura 1.— Imágenes del proyecto escolar *Earth Fluid Congress*.



«Alfabetizar a la ciudadanía en STEM es necesario si queremos que ésta sea capaz de tomar decisiones»

capaz de tomar decisiones como: «¿Debemos investigar sobre transgénicos, o sobre agricultura ecológica?» «¿Debe ser obligatorio vacunarse?». Este tipo de posicionamientos requieren la capacidad de comprender la ciencia y la tecnología y de posicionarse usando también marcos éticos, sociales y políticos. Éste es el núcleo de propuestas como la **educación CTS** (Ciencia, Tecnología y Sociedad), que tiene por objetivo vincular la enseñanza de las ciencias y la tecnología con sus aspectos sociales y la toma de decisiones. Son una muestra de ese espíritu los materiales «Contenedores» (<http://iberenciarioe.org/contenedores/>), en los que se parte de noticias de periódico reales y proponen actividades de debate y reflexión sobre aspectos sociales, éticos o económicos.

Pero además una competencia ciudadana plena no implica solo reflexionar, sino también Decidir y Actuar (*Scitizenship*), y desarrollar otras capacidades, como el espíritu crítico, los posicionamientos éticos, o el conocimiento de palancas de actuación social. Desde la Unión Europea se promueve este enfoque mediante lo que se ha bautizado como **Innovación e Investigación Responsable**

(RRI). Un primer paso en ese sentido son los programas de **Ciencia ciudadana**, en los que la ciudadanía (o el alumnado) participan en primera persona en actividades de investigación o innovación científica o tecnológica, como los que propone la iniciativa *Citizen Science* <https://eu-citizen.science/> sobre biodiversidad, contaminación o astronomía. Y podemos transformar nuestras prácticas para ello.

Si no empodera al alumnado como ciudadan@s, no es STEM escolar.

En el proyecto de **Aprendizaje- Servicio y Ciencia Ciudadana** «*Earth Fluid Congress*» el alumnado toma la decisión de realizar un estudio de la calidad del agua del río del municipio e invita a representantes del ayuntamiento para debatir con ellos las acciones necesarias a tomar. Por un lado, permite interpelar el contexto inmediato desde la ciencia y su modo de interactuar con el mundo (investigación, experimentación, comunicación científica) y por el otro permite también aprendizajes importantes como descubrir la existencia de palancas políticas (regiduría de medio ambiente, Oficina de Atención Ciudadana) para interactuar con las instituciones y promover cambios.

Valores

Cuando se diseñan actividades STEM como actividades **de Aprendizaje Basado en Proyectos o Basado en Problemas** a partir de problemáticas a resolver, en muchas ocasiones «saltamos» directamente a la solución tecnológica y productiva, cuando no tiene por qué ser necesariamente la mejor desde el punto de vista de los valores.

Trabajar la **Programación** para diseñar una App para que las personas mayores solas puedan pedir ayuda, o participar en una feria de competición en **robótica** son actividades repletas de valores, pero que quizás no estamos analizando suficientemente: quizás deberíamos cuestionarnos si como sociedad realmente deseamos que las personas mayores dependientes estén solas, en lugar

de tener compañía humana. O si realmente, viendo ejemplos como el de la sonda *Perseverance* recién llegada a Marte, compuesta por artefactos contruidos por distintos países, lo tecnológico quizás no sea la competición, sino la colaboración. A su entrada en la escuela, las actividades STEM deben dar ese «paso atrás» para tener una visión más global que incluya los valores.

En la actividad «Dieta Saludable, Justa y Sostenible», por ejemplo, se propone al alumnado el diseño de una dieta de un día para 4 avatares ficticios, cada uno con un presupuesto distinto, eligiendo entre un conjunto de alimentos de distintos orígenes y precios (y distintas pisadas ecológicas). Llegados a un punto de la actividad, el alumnado descubre por sí mismo que para algunos avatares es posible conseguir una dieta saludable y sostenible, y para otros no. Pero que sí se permite redistribuir una parte del presupuesto, sí es posible conseguir una dieta saludable para todos los avatares. Este contexto permite discutir de manera crítica en forma de **Controversia Socio-Científica** sobre si el problema de malnutrición mundial puede realmente resolverse mediante los transgénicos, o si su solución es de una naturaleza más social y económica, y qué valores promueve cada actuación. Esta actividad se incluiría dentro de lo que llamaríamos **Educación para el Desarrollo y la Paz**. Las perspectivas humanistas como el ecofeminismo y la sostenibilidad, o incluso los Objetivos de Desarrollo Sostenible, de la UNESCO, pueden también ser «gafas» para analizar nuestras propias actividades.

Idénticos «pasos atrás» pueden darse en las actividades de **Design Thinking**. Ante el reto de diseñar soluciones para la movilidad urbana, en lugar de «saltar» al diseño tecnológico deberíamos incorporar otras preguntas: ¿Por qué tiene que desplazarse el usuario? ¿Existe un modo de conseguir lo mismo sin desplazarse? ¿Qué ocurrirá con las piezas de ese patinete «ecológico» una vez desgastado? ¿Habrán un modo de reciclar/reutilizar esos materiales? Esto afecta también la elección de las tecnologías que usamos: los valores

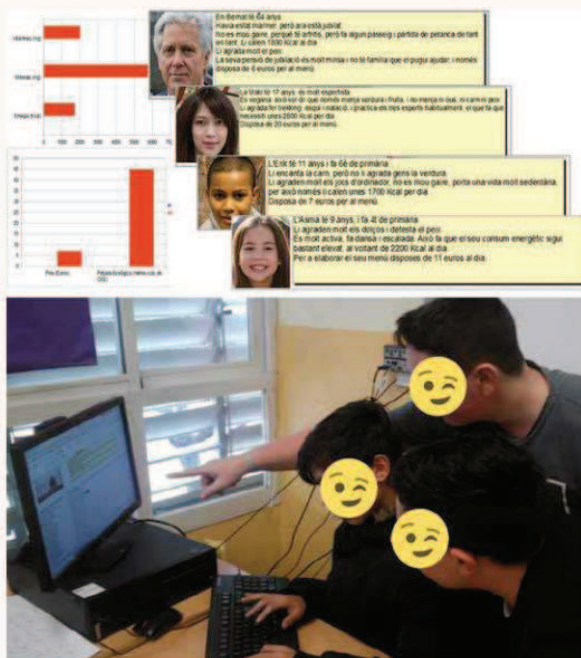


Figura 2. Imagen de la actividad Una Dieta Sana, Justa y Sostenible.

de la Ciencia y la Tecnología se encarnan mejor en materiales de colaboración y código abierto, como el *Copy-Left* o las culturas *Hacker* o *Maker* que en las patentes o el uso de la tecnología propietaria y la competición. Algo que podemos tener en cuenta cuando elegimos, por ejemplo, programas o artefactos de robótica, o cuando diseñamos ferias o encuentros intercentros.

Si una actividad es propietaria o competitiva, o promueve una *Tecnofilia* ciega a los valores que impulsa, no es STEM escolar.

Inclusión

Aunque muchas veces intentamos abordar el reto de la inclusión de género mediante el estudio de biografías de mujeres científicas y tecnólogas, intentar cambiar el estereotipo sin interpelar las condiciones que lo hacen po-



«Las actividades STEM deben dar ese “paso atrás” para tener una visión más global que incluya los valores»

 Tema del mes

sible (la discriminación) continúa dejando a las mujeres la «culpa» de no verse a sí mismas como científicas y tecnólogas. Como si los hombres no debieran también formar parte de esa reflexión y hacer una reflexión complementaria (¿Por qué no se ven a sí mismos en profesiones de cuidados, como enfermería o peluquería?) o reflexionar de qué modos ejercen sus privilegios. Y eso puede usarse para transformar las prácticas.

La actividad *Cracking the code* es una actividad de **indagación y modelización** en la que el alumnado organizado en equipos analiza espectros simulados para intentar dilucidar la estructura del ADN, tal como hicieron Watson, Crick y Franklin. En la puesta en común final, se incorporó en esta etapa una modificación: sólo podrían hablar los hombres. Esto generó un escenario performativo y explícito sin la voz de las alumnas (pero sí con sus datos). Llegados a este punto, hablar de Rosalind Franklin y reflexionar sobre las formas (a veces sutiles) de privilegio masculino y la discriminación femenina permitió situar la actividad en la órbita STEM.

Las miradas inclusivas también deben habitar los materiales didácticos. La actividad *Home* (casa) pretendía inicialmente trabajar las áreas y perímetros, los porcentajes, el cálculo compuesto y el **Pensamiento Computacional** mediante un proyecto en el que el alumnado debía diseñar una casa con determinadas restricciones de presupuesto. Pero las casas se construyen para que vivan personas en ellas. Así que en su diseño definitivo y aplicación, la actividad inicia presentando a cada equipo una familia, cada una de ellas diversa, de la que son responsables, y para la que deben diseñar la casa. La misma actividad, con la misma exigencia cognitiva, puede dejar de excluir la vida y los cuidados en su diseño e incluir a todo el alumnado y distintos tipos de familias.

Las actividades STEM que excluyen, ya sea en su diseño, o en su logística (por ejemplo por motivos económicos) no son actividades de STEM escolar.

Aprendizaje: problematización e interdisciplinariedad

La llegada STEM a las escuelas ha generado la falsa expectativa de que simplemente mezclando contenidos y formatos de distintas áreas, el resultado sería de mayor implicación y aprendizaje del alumnado. Un ejemplo es una práctica corriente de química STEAM, la realización de marcadores de pH con col lombarda. El agua de col lombarda, una vez hervida, resulta en un líquido al que podemos cambiar de color de azul-violeta hasta el rojo, el verde o el amarillo, añadiendo sustancias que cambien su pH (limón, vinagre...). Su capacidad estética y de generar maravilla la han subido a los altares **STEAM** (con A, de artes).

Pero lo cierto es que es una actividad que no sirve para aprender nada sobre el pH. Tampoco suele ser muy rica a nivel artístico. La interdisciplinariedad es algo complejo, y corremos el peligro de situarnos en actividades en las que, pretendiendo que haya muchas miradas, no haya ninguna. Ni científica «¿Por qué cambia el color? ¿De qué depende?» ni artística «¿Qué composición puede crearse con esos materiales? ¿Qué otros elementos (música, luz) podemos explorar en ese juego con la transformación del color?», o tecnológica, como la que propondríamos en una actividad de **Tinkering**: «¿Qué puedo crear con todo eso?». Así que quizás lo interesante puede ser tener claro qué tipo de problematización promueve cada área, y procurar no limitar la interdisciplinariedad a las siglas STEAM.

Si no se aprende Ciencia, Tecnología o Matemáticas, no es STEM escolar.

Conclusión

La iniciativa STEM debe estar al servicio de la escuela y eso requiere, en el diseño de planes y actividades, saber dar un paso adelante (una ciencia y tecnología para la Ciudadanía), un paso atrás (para conseguir un marco global que incorpore los valores), un paso hacia abajo (para ver qué inequidades y



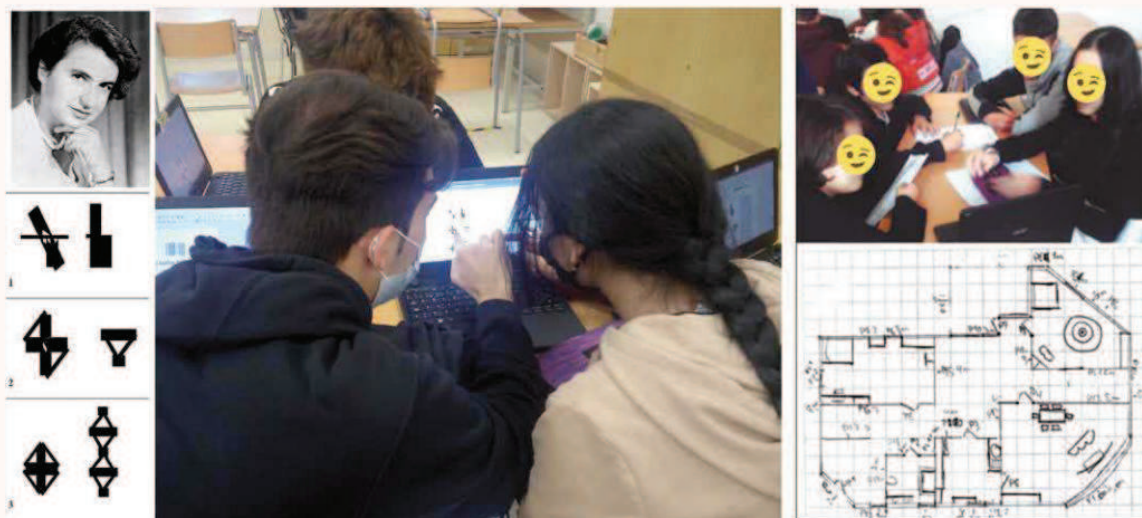


Figura 3. Imágenes de las actividades *Cracking the code* y *Home (Casa)*.

discriminaciones subyacen en las propuestas y un paso hacia arriba (para llevar las actividades hacia aprendizajes relevantes). Movernos

en esos cuatro ejes, hasta encontrar para cada actividad el punto de coordenadas justo. Resintonizar. ●

Para saber más



- Couso, D. (2017). ¿Por qué estamos en STEM? Un intento de definir la alfabetización STEM para todo el mundo y con valores. *Revista Ciències*, 34, 22-30.
- Domènech-Casal, J. (2019). *Aprendizaje basado en proyectos, trabajos prácticos y controversias: 28 propuestas y reflexiones para enseñar Ciencias*. Octaedro: Barcelona.
- Domènech-Casal, J. (2019). STEM: oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Universitas Tarraconensis, Revista de Ciències de l'Educació* (2019), 155-168.
- Domènech-Casal, J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15 (1), 1105.
- Herrero, Y. (2013). Miradas ecofeministas para transitar a un mundo justo y sostenible. *Revista de Economía Crítica*, 16, 278-307.