



por Ángel Vázquez y
María Antonia Manassero

Alfabetización en ciencia y tecnología, desarrollo del pensamiento y STEM

**La ciencia de los científicos debe converger
con la ciencia que se enseña en los centros
educativos para hacerla asequible.**

La educación es una actividad donde el contexto resulta tan importante como el cuerpo de conocimientos que trasmite. En lo individual, el contexto está determinado por las perennes necesidades de desarrollo de los seres humanos (físicas, psicológicas y relacionales); en lo social, las globalizadas sociedades del conocimiento tienen un marco empapado de ciencia, tecnología e innovación, como factores clave del desarrollo social y laboral. En este contexto, la educación científica debe contribuir al desarrollo integral de ciudadanos responsables y formados, y con capacidad de adaptación a los requerimientos globalizados y necesidades cambiantes en los ámbitos personal, social y laboral, que Delors concretó en saber, saber hacer, saber ser y saber convivir.



La investigación en didáctica de la ciencia en los distintos niveles educativos está sometida a la tensión entre la tradición y la innovación, para lograr una contribución significativa a esas finalidades, aportando el concepto de alfabetización científica (y tecnológica) – ACT – para todos como uno de los más relevantes de los últimos años. La ACT se considera formada por tres componentes: los conceptos y procesos científicos y tecnológicos (*saber y saber hacer*), los meta-conocimientos acerca de cómo la ciencia y la tecnología construyen y justifican sus conocimientos y artefactos (*saber ser científicos*) y la justicia social en la ACT para todos (equidad, acceso, etc.).

Los especialistas difieren en sus conceptualizaciones de la ACT. Por ejemplo, el programa PISA (OCDE) plantea la ACT como una competencia clave (coincidiendo con el marco educativo europeo y español) para comprender la práctica científica y tecnológica sobre el mundo natural (que incluye la ciencia y la tecnología basada en la ciencia) con tres sub-competencias: explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar investigaciones científicas e interpretar científicamente datos y evidencias. Las tres operan sobre conocimientos conceptuales, procedimentales y epistémicos. Los epistémicos se refieren a cómo es y cómo funciona la práctica científica: el estatus de las conclusiones científicas y el significado de términos fundacionales (por ejemplo: datos, explicaciones, hipótesis, leyes, teorías,

La investigación en didáctica de la ciencia está sometida a la tensión entre la tradición y la innovación aportando el concepto de alfabetización científica (y tecnológica)

etc.), y coinciden con el segundo componente de ACT.

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLOGÍA PARA TODOS

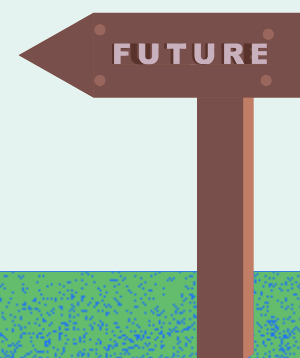
El profesorado enseña en sus aulas el currículo básico (competencias, objetivos, contenidos, criterios de evaluación) que implica tomar importantes decisiones didácticas (recursos, metodología, actividades, temporalización, evaluación, etc.). El conocimiento didáctico del contenido (CDC), o conocimiento profesional docente, resume la competencia del profesorado para desarrollar el currículo; implica la capacidad de combinar dinámicamente conocimientos científicos, didácticos y psico-evolutivos, junto con procedimientos, actitudes y valores, para lograr una actuación profesional efectiva y coherente orientada a la ACT.

Los especialistas desglosan el CDC del profesorado en sub-competencias, concretas e interactivas entre sí: conocimiento de una materia y su currículo, planificación curricular, gestión del aula, evaluación de aprendizajes, inclusión y equidad, acciones con la comunidad, desarrollo profesional, destrezas digitales, comunicación lingüística

y compromisos éticos. Algunos autores proponen el concepto de trasposición didáctica para describir la transformación de los conceptos científicos por el CDC para hacerlos enseñables como ACT en la ciencia escolar; en consecuencia, la ciencia escolar es epistemológicamente distinta de la ciencia de los científicos.

El profesorado tiene libertad para tomar numerosas decisiones de desarrollo, como, por ejemplo, la elección de la(s) metodología(s) de enseñanza. Estas elecciones se deben inspirar en la investigación didáctica, pero también sabemos que las creencias del profesorado son claves, y dan lugar a corrientes innovadoras y modas en favor de algunas metodologías.

La educación ha producido una diversidad de propuestas metodológicas sobre cómo enseñar. Las metodologías centradas en el



profesor (clase magistral, sobre todo) y las metodologías centradas en los estudiantes (proyectos, centros de interés, ideas previas, globalización, personalización, etc.) conforman una polaridad básica. Actualmente, están de moda en las redes profesionales algunas metodologías (el aprendizaje basado en problemas, en investigación, en evidencias, en el pensamiento, en competencias, el aprendizaje servicio, el aprendizaje cooperativo, la clase invertida, la gamificación, el pensamiento de diseño, el diseño universal de aprendizaje, etc.).

LA EMERGENCIA DE LAS COMPETENCIAS Y EL PENSAMIENTO CRÍTICO

Además, el cambio de milenio ha generado un movimiento denominado competencias del siglo XXI, que propugna el desarrollo combinado de ciertas destrezas, tales como pensamiento crítico (resolución de problemas, toma de decisiones, síntesis), creatividad, cooperación y comunicación, porque se consideran imprescindibles para satisfacer las necesidades personales, sociales y laborales de la ciudadanía del siglo XXI.

La didáctica de la ciencia asume las anteriores y sugiere otras metodologías diferenciadas. Hacia 1970 ya se propuso una metodología que trataba de enseñar integradas las cuatro disciplinas científicas (física, química, biología y geología). Hacia 1980, el aprendizaje por descubrimiento propugnaba que

los estudiantes descubriesen los conceptos científicos por medio de su trabajo autónomo de aula. En esa época y con base en el giro naturalista en la filosofía de la ciencia, surgió el movimiento ciencia-tecnología-sociedad (CTS) que proponía una integración más amplia (ciencia con tecnología y con sociedad), donde se incluye la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (conocimientos epistémicos); en particular, los temas socio-científicos (una rama de CTS), desarrolla aspectos de pensamiento científico, argumentación, resolución de problemas y proyectos.

Algunos estudios recientes sugieren una importante conexión: el aprendizaje de conocimientos epistémicos requiere que los estudiantes dominen ciertas destrezas de pensamiento crítico. Si se tiene en cuenta que el pensamiento crítico y el pensamiento científico comparten numerosas destrezas comunes, esta conclusión no es sorprendente, pero sus consecuencias son nucleares: ambas formas de pensamiento se complementan y se realimentan, de modo que potencian su impacto sobre el aprendizaje haciendo de la

STEM combina conceptos académicos ya conocidos e integra escuela, comunidad, trabajo y empresa.

enseñanza basada en el pensamiento un eje central para la ACT.

A todo ello, cabría añadir que las denominadas competencia digital y la alfabetización mediática (o digital) podrían formar parte integrada de esa ACT, porque estarían incluidas de forma natural en la T de tecnología. En coherencia con esta idea, el Consejo de Europa en 2016 invitó a desarrollar conjuntamente la alfabetización mediática, la competencia digital y el pensamiento crítico (expresión de las competencias del siglo XXI).

En suma, las destrezas de pensamiento crítico (creatividad, argumentación, resolución de problemas, toma de decisiones y evaluación) tienen un amplio espectro de transversalidad respecto a competencias, disciplinas y metodologías que las hace especialmente importantes para la educación y la ACT.

LA PROPUESTA STEM

En los últimos años diversos países constatan que los estudios superiores de Ciencia y Tecnología no satisfacen las necesidades del sistema productivo, tanto en número, como en formación de los profesionales graduados; la formación es excesivamente disciplinar y pobre en destrezas demandadas crecientemente en los empleos globalizados, tales como destrezas transversales (creatividad y pensamiento crítico) y disposiciones (apertura, colaboración, comunicación

y trabajo en equipo). Como remedio, la *National Science Foundation* apoyó actividades educativas integradas e interdisciplinarias, que fueron transformadas por la administración americana en una iniciativa política bajo las siglas STEM (del inglés ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas), con el fin de lograr mayor calidad educativa, desarrollar en los estudiantes las competencias transversales y atraer más estudiantes hacia STEM, especialmente mujeres y minorías.

Como consecuencia de los apoyos económicos y políticos recibidos, la etiqueta STEM ha hecho fortuna y ha calado también en numerosos ambientes escolares, como moda educativa y como marca de innovaciones dirigidas hacia una educación más interdisciplinar. STEM combina conceptos académicos ya conocidos (la integración propia de CTS) y, además, integra escuela, comunidad, trabajo y empresa, para que los aprendizajes STEM se beneficien de esa integración global. Sin embargo, no faltan tampoco voces críticas que, desde una perspectiva conceptual, consideran que STEM no aporta contenidos específicos originales.

Además, algunas instituciones educativas han generado iniciativas para ampliar el ámbito interdisciplinar STEM, incorporando nuevas áreas al acrónimo. Así, *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*

de los EUA han incorporado la *M* de medicina, y, desde hace años, sus publicaciones refieren el acrónimo STEMM. Pero la incorporación más llamativa son las humanidades, añadiendo la *A* de artes (música, diseño, literatura y bellas artes) para producir el acrónimo ampliado STEAMM. La *A* de STEAMM aportaría énfasis en la creatividad e innovación y una visión de la educación en todas las disciplinas orientada a problemas o proyectos del mundo real, que desarrollan la curiosidad (hacer preguntas), la comunicación (crear respuestas, diseñar soluciones) y el uso del pensamiento de diseño y las habilidades artísticas; al tiempo, contribuye a restañar la antigua brecha entre ciencias y humanidades. Un estudio reciente de las academias aporta una visión optimista para desarrollar STEAMM y conceptualiza la integración de disciplinas progresiva así: superficial (multidisciplinar), media (interdisciplinar) y profunda (transdisciplinar).

A MODO DE CONCLUSIÓN

La sopa de metodologías educativas del mercado no debe impedir ver con claridad el bosque educativo. Las destrezas de pensamiento crítico (dimensión cognitiva), complementadas con las disposiciones y actitudes proactivas hacia todos los elementos educativos (dimensión afectiva), y especialmente el trabajo cooperativo y en equipo, son competencias realmente transversales para

cualquier aprendizajes, competencias u objetivos educativos. En todas las asignaturas y metodologías las destrezas de pensamiento deben actuar como vectores interdisciplinarios (análogamente a STEAMM o CTS) hacia una educación de calidad y dirigida hacia el aprendizaje profundo, que haga significativos los aprendizajes y las competencias disciplinares (ACT y otros), con el horizonte de lograr su transferencia hacia la vida personal, social y laboral.

Ángel Vázquez Alonso es Doctor en Filosofía y Ciencias de la Educación. Inspector de educación y profesor asociado en la Universidad de las Islas Baleares. Es miembro del grupo de investigación del Instituto de Investigación e Innovación Educativa (UIB): ciencia, tecnología, sociedad y didáctica de la ciencia. Y, participante en el proyecto de investigación *Educación de las competencias científica, tecnológica y pensamiento crítico*.

Maria Antonia Manassero Mas es Catedrática de la Universidad de Psicología Social y miembro de la Comisión Académica del Doctorado de Educación. Es investigadora principal y miembro de los equipos de investigación en proyectos competitivos financiados por instituciones y organismos autonómicos, nacionales e internacionales en las temáticas relacionadas con sus líneas de investigación: estrés, *burnout*, trabajo emocional en el sector servicios; actitudes hacia la ciencia, la tecnología y la sociedad, así como género, salud y calidad de vida.

El pensamiento crítico y el científico comparten numerosas destrezas comunes: se complementan y se realimentan, de modo que potencian su impacto sobre el aprendizaje.

