

Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía

Jordi Domènech-Casal^{1,2 a}

¹Institut Maria Estrada, Granollers (Barcelona). España

²Departament de Didàctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona. España

^ajdomen44@xtec.cat

[Recibido: 23 marzo 2017. Revisado: 9 julio 2017. Aceptado: 21 septiembre 2017]

Resumen: Las posibilidades tecnológicas y nuevas formas de hacer política están configurando una sociedad en la que los ciudadanos participan de forma más amplia y horizontal, muchas veces sin la mediación de estados o poderes políticos convencionales. La dimensión científica de esta competencia ciudadana ampliada debe también desarrollarse: el ciudadano debe ser ahora capaz no sólo de *Comprender* (objetivo tradicional de la divulgación científica), sino también de *Decidir* (como consumidor, pero también como miembro de una comunidad) y *Actuar* (de modo directo o mediante la interlocución con instituciones). Se clasifican distintos tipos de actividades escolares para la enseñanza de las ciencias en contexto según su aportación a cada una de esas tres instancias y elementos del diseño didáctico de las actividades: el trabajo en *Contexto* (lectura crítica de prensa o publicidad), en *Conflictos* (Controversias Socio-Científicas) y en el *Rol del alumnado* (Aprendizaje-Servicio, RRI, Educación para el Desarrollo, Ciencia Ciudadana). Se describen las dificultades prácticas de las iniciativas educativas para el desarrollo efectivo de la instancia *Actuar*, y su importancia en relación a la equidad.

Palabras clave: Contexto; Controversias Socio-Científicas; Investigación e Innovación Responsable; Competencia Científica.

Understanding, Deciding and Acting. Proposal of a frame to a Citizenship Scientific Competence

Abstract: The new technological possibilities and new forms of politics are shaping a society where citizens participate in wider and horizontal ways, often without the participation of Governments or conventional political powers. The scientific dimension of this expanded citizenship need also to be developed: citizens should be able to *Understand* (the traditional goal of scientific vulgarization), *Decide* (as a consumer, but also as member of a community) and *Act* (directly or through institutions). Several kinds of science learning activities are classified from their contribution to these three prompts, with insights in didactic aspects: the use of a *Context* (as reading newspapers and advertisements), the use of a *Conflict* (as in Socio-Scientific Issues) and the use of a *Role* (Citizen Science, Responsible Research and Innovation). The difficulties for such kind of learning activities are described on behalf of the development of the prompt to *Act* and its importance for equity is discussed.

Keywords: Context; Socio-Scientific Issues; Responsible Research and Innovation; Scientific Competence.

Para citar este artículo: Domènech-Casal J. (2018) Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta de marco para la Competencia Científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1105. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1105

Introducción

Entre los motivos para adoptar una perspectiva competencial en la enseñanza de las ciencias, se encuentra el de preparar a los futuros ciudadanos para desenvolverse como tales. Existen definiciones muy diversas del término Ciudadanía, pero todas ellas implican varias dimensiones: legal, sentido de pertenencia, democrática, etc. (Jones y Gaventa 2002). La ciudadanía contiene también una componente científica, a la que nos referiremos como *Sci-citizenship*, que reúne los conocimientos, habilidades y actitudes del ámbito científico que el ciudadano debe dominar para el desarrollo pleno de la ciudadanía.

Fundamentos y antecedentes

Desde la escuela, la conexión entre Ciencia y Ciudadanía se ha defendido mediante distintas aproximaciones, como la Enseñanza de las Ciencias en Contexto (Duranti y Goodwin 1992, Gilbert 2006, Blanco, España y Rodríguez 2012), la Alfabetización Científica (Bybee 1997, Acevedo-Díaz 2004), la Ciencia, Tecnología y Sociedad –o CTS- (Hurd 1991, Yager 1996, Acevedo-Díaz, Vázquez y Manassero 2003, Aikenhead 2006), las Controversias Socio-Científicas (Kolsto 2001, Sadler 2009, Díaz y Jiménez-Liso 2012), o la Educación Ambiental (Breiting 1999, Vilches, Gil y Cañal 2010). Así, en el plano educativo la promoción de la *Scitizenship* ha priorizado las capacidades del ciudadano de comprender y decidir: analizar críticamente informaciones de ámbito científico para decidir como consumidor (o votante) informado. Esto conjuga con el papel de «cliente» o receptor que tiene usualmente el reservado el ciudadano (Arnason 2013).

Hoy nos encontramos con una concepción más activa de la Ciudadanía, que se proyecta también en cómo la Sociedad interacciona con el conocimiento y la innovación (Mejlgård 2009): los ciudadanos «delegan» conocimiento en empresas, instituciones o expertos (Innerarity 2011), pero al mismo tiempo aspiran a participar de forma horizontal en su creación y legitimación (Bondolfi 2011). La crisis económica, las nuevas formas de hacer política y las tecnologías emergentes se han enlazado con visiones políticas configurando espacios de ciudadanía más horizontales y un nuevo paradigma de Sociedad, Conocimiento y Ciudadanía: el ciudadano no ejerce sólo en su faceta de consumidor particular, sino que lo hace también como miembro activo y en comunidad, sin considerar necesariamente la mediación de los estados o poderes políticos convencionales (Turner 1999, Reig 2012).

Varios autores advierten de la necesidad de ajustar la educación a los nuevos requerimientos sociales (Aikenhead 2006) y, en concreto, de las necesidades educativas que emergen de esta ciudadanía expandida (Millar y Osborne 1998, Elam y Bertilsson 2003, Lemke 2006, Osborne y Dillon 2008): además de tomar decisiones participadas por la ciencia, identificando e instrumentalizando los modelos científicos en contextos cotidianos, el ciudadano científicamente competente debe ser capaz de actuar, y no sólo como consumidor, también como integrante de una comunidad.

Esto hace necesario, más allá de la coexistencia de distintos enfoques y tipos de actividades (como los citados al inicio), un marco que asocie estas competencias científicas necesarias para la ciudadanía con tipos de actividades que permiten desarrollarlas. En este artículo hacemos una propuesta de marco y lo usamos para identificar las aportaciones de distintos tipos de actividades al desarrollo de la *Scitizenship*.

Metodología

Desarrollando propuestas de otros autores (Breiting, Hedegaard, Mogensen, Nielsen y Schnack 2009) que identifican el conflicto y la acción como elementos clave en la construcción de propuestas didácticas de enseñanza de las ciencias, proponemos tres categorías de secuencias didácticas para la *Scitizenship* en función de la instancia que trabajan: Comprender, Decidir y Actuar (Tabla 1). Para cada una de ellas, partiendo de propuestas de otros autores (Okada, Young y Sherborne 2015), hemos establecido tentativamente habilidades, en función de su progresión hacia la acción en lo que refiere a la participación como ciudadano.

Con el objetivo de visualizar qué tipo de actividades pueden permitir el desarrollo de estas tres instancias y testar la utilidad del marco propuesto, hemos seleccionado distintas propuestas didácticas procurando que fueran propuestas aplicables de forma generalizada en el aula en distintos niveles educativos y materias científicas de la enseñanza obligatoria (6-16 años). Una

parte de ellas proceden de las recientes Jornadas sobre Controversias e Investigación e Innovación Responsable (<https://cienciaicontroversia.wordpress.com/>) y materiales de distintos proyectos educativos europeos, y el resto se ha obtenido de publicaciones recientes que vinculan comunicación, argumentación y enseñanza de las ciencias (se citan en los resultados). Para generar una clasificación de actividades y herramientas, hemos analizado a qué instancia hacían aportaciones cada una de ellas, para agruparlas según las distintas instancias. Si bien algunas propuestas inciden en varias instancias a la vez, se ha ubicado cada actividad/recurso en la instancia que más desarrolla.

Tabla 1. Instancias propuestas para la *Scitizenship* y habilidades asociadas.

Instancia	Características de las Actividades	Habilidades
Comprender	Actividades que tienen como objetivo capacitar al alumnado para crear vínculos entre contextos y modelos científicos y usar la ciencia para analizar y comprender la realidad.	Interrogar a los medios. Análisis crítico de informaciones y patrones. Identificar modelos científicos en contextos reales.
Decidir	Actividades que tienen como objetivo capacitar al alumnado para valorar consecuencias y tomar decisiones participadas por la ciencia, pero también por valores personales. Las actividades relacionadas en esta instancia implican poner en tensión los modelos científicos con otros elementos en el marco de un conflicto.	Justificar opiniones. Evaluar riesgos y consecuencias. Usar posicionamientos éticos.
Actuar	Actividades que tienen como objetivo capacitar al alumnado para actuar a nivel individual y colectivo sobre el mundo en iniciativas o intervenciones vinculadas con la ciencia.	Interpelar a las instituciones. Promover y desarrollar acciones a nivel social.

Resultados

Los distintos recursos analizados incluyen actividades didácticas, andamios de apoyo y estrategias concretas. Se presentan agrupados en las distintas instancias sin pretensión de exhaustividad, sino para ofrecer un marco didáctico de carácter técnico que permita al profesorado identificar y situar distintas intervenciones para el desarrollo de la *Scitizenship*.

Instancia 1. Comprender; el trabajo en Contexto.

A nivel práctico, las propuestas que hemos identificado para esta instancia promueven la comprensión de los modelos científicos en el marco de contextos relevantes, tal como proponen varios autores (Sadler 2009, Gilbert 2006). Suelen basarse en el trabajo a partir del análisis de publicidades o artículos de prensa para desarrollar la lectura crítica, hacer emerger los modelos científicos implicados y diferenciar mensajes a distintos niveles epistémicos (datos científicos, valores personales, intereses comerciales...) (Girón, Lupión y Blanco 2015). El test C.R.I.T.I.C., es una herramienta que ha resultado de utilidad para ayudar al alumnado a analizar críticamente los textos con distintos niveles de lectura (literal, inferencial y evaluativa) (Sardà, Márquez y Sanmartí 2006, Prat, Márquez y Marbà 2008), y puede alternarse con dinámicas de discusión en el aula (Farró, Lope, Marbà y Oliveras 2015).

El trabajo con noticias de periódico en el aula (Oliveras, Márquez y Sanmartí 2013, García-Carmona 2015) permite también ubicar el aprendizaje de los modelos científicos en contextos relevantes y construir secuencias en las que la lectura inicial de un artículo de periódico actúa como hilo conductor/generador de preguntas hacia actividades de indagación o modelización.

Instancia 2: Decidir: la ciencia, en conflicto(s)

Las actividades para esta instancia

suelen promover la toma de decisiones en el marco de Conflictos. En esta instancia destacan las controversias Socio-Científicas (SSI, en sus iniciales en inglés), cuestiones o dilemas socialmente relevantes con vínculos conceptuales con la Ciencia, en las que participan valores personales y aspectos éticos y legales y que tienen respuestas abiertas y complejas (España y Prieto 2010, Jiménez-Aleixandre 2010, Solbes, 2013). Además de preparar al alumnado en la toma de decisiones participadas por la ciencia, el uso de controversias permite hacer emerger posibles concepciones erróneas (Domènech-Casal 2014a). Las controversias pueden vincularse a distintos ámbitos: sostenibilidad, salud, seguridad, desarrollo tecnológico... y ser de distinta envergadura: personales («¿Qué coche me compro?») o sociales («¿Hay que prohibir el diésel?») (Díaz y Jiménez-Liso 2012, Domènech, Márquez, Marbà y Roca 2015). En el aula, el marco *CSCFrame* propone la articulación de las SSI en tres etapas: Lectura Crítica, Debate y Ensayo, en las que el alumnado argumenta y se posiciona ante un dilema (Figura 2., Domènech-Casal 2017) con la ayuda de distintos andamios.



Figura 1. Publicidad de crema cosmética con referentes científicos para ser analizada mediante el test CRITIC. ¿Cuál es la afirmación? ¿Qué interés tiene su autor? ¿Ofrece datos? ¿Puede comprobarse? ¿Concuerda con lo que sabemos del ADN?

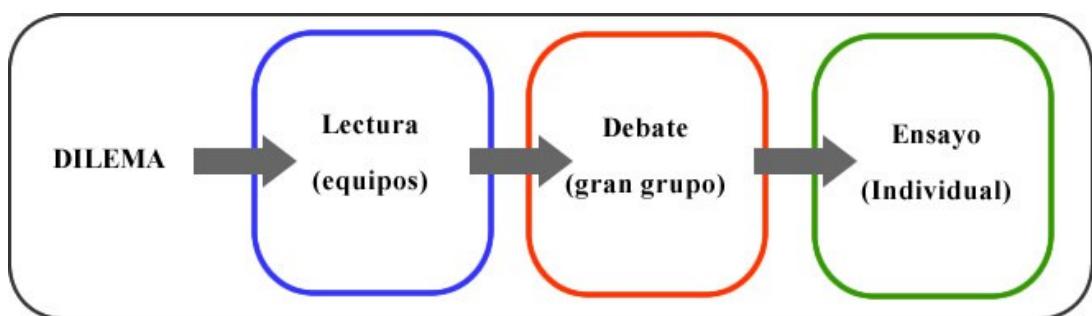


Figura 2. Marco polivalente para el trabajo con SSI (<https://sites.google.com/site/cscframe/>) desarrollado a partir de la propuesta inicial *WordGeneration*, de Lawrence, White y Snow (2010).

Instancia 3: Actuar: la ciencia y el empoderamiento ciudadano

Las actividades de trabajo de esta instancia suelen promover en los alumnos un rol. En el ámbito científico la Ciencia Ciudadana propone que los ciudadanos participen en investigaciones de centros de investigación, generalmente recogiendo datos, participando en la

sensibilización en problemáticas con impacto social¹ (Serrano, Holocher-Ertl, Kieslinger, Sanz, Silva 2014).

Por otro lado, la Investigación e Innovación Responsable (RRI en sus siglas en inglés) propone vincular la ciudadanía con los centros de investigación e innovación para que los ciudadanos puedan participar en la definición de políticas de innovación. Distintos proyectos (Engaging Science, RRI Tools, PlayDecide, IRResistible²...) generan recursos para el profesorado y la ciudadanía en general (Alcaraz-Domínguez, Barajas, Malagrida y Pérez 2015).



Figura 3. Alumnos de 1ºESO del Institut Marta Estrada, de Granollers, participando en el *Projecte Rius*, un proyecto de Ciencia Ciudadana que monitoriza colaborativamente el estado biológico, físico y químico de varios ríos de Catalunya. www.projecterius.cat/

Desde un punto de vista más vinculado a la pedagogía crítica, el Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje-Servicio (Trujillo 2012, Skinner, Blum y Bourn 2013), la Educación para el Desarrollo sitúa a los alumnos en el análisis e intervención directa de problemáticas sociales relacionadas con la ciencia (acceso al agua, explotación laboral vinculada a tecnologías industriales,...) con un doble objetivo de concienciación crítica y transformación social. Por ejemplo, la organización de un desfile de moda para concienciar al público sobre la explotación laboral a partir del trabajo sobre la respiración y la silicosis vinculada a determinadas técnicas de manufactura de ropa (Domènech-Casal, Marchán-Carvajal y Vergara 2015).

Discusión

Consideramos que las tres instancias propuestas permiten una progresión hacia la componente científica de la ciudadanía (o *Scitizenship*), que puede desarrollarse de forma gradual: las tres instancias se inscriben una dentro de la otra de modo jerárquico y configuran un marco útil para estructurar el trabajo educativo, a lo largo del currículum o una secuencia didáctica, vinculando cada instancia a elementos didácticos: para enseñar a Comprender es necesario un Contexto, para enseñar a Decidir es necesario un Conflicto, y para enseñar a Actuar es necesario un Rol (Figura 4).

Si bien las distintas estrategias y tipos de actividades propuestas son de utilidad para desarrollar las instancias Comprender y Decidir, consideramos que la Ciencia Ciudadana y la RRI están todavía lejos de conseguir éxitos substanciales en la instancia «Actuar» más allá de experiencias puntuales (Alix 2016). Lo cierto es que en su aplicación en el aula estos dos enfoques se reducen, respectivamente, a sus componentes de Indagación y Controversias: en Ciencia Ciudadana se reserva a los alumnos el papel de técnicos (suelen tener poco margen para definir los problemas de impacto social a investigar) y en RRI los alumnos debaten temáticas

¹Algunos ejemplos de Ciencia Ciudadana son los proyectos Mosquito Alert <http://www.mosquitoalert.com/> ; Observadores del mar <http://www.observadoresdelmar.es/> ; Galaxy Zoo <https://www.galaxyzoo.org/> .

²Algunos proyectos de RRI: Engaging Science: <http://www.engagingscience.eu/es/> ; Irresistible: <http://www.irresistible-project.eu/index.php/en/> , KitPlayDecide: <http://www.playdecide.eu/> ; XploreHealth: <http://www.xplorehealth.eu/> ; Socientize: <http://www.socientize.eu/> ; ProGreSS: <http://www.progressproject.eu/> , GREAT: <http://www.great-project.eu/>

altamente participadas por la tecnología y su uso social, pero las secuencias didácticas suelen truncarse una vez tomada la decisión, sin incluir que las conclusiones inician cambios en el mundo real.

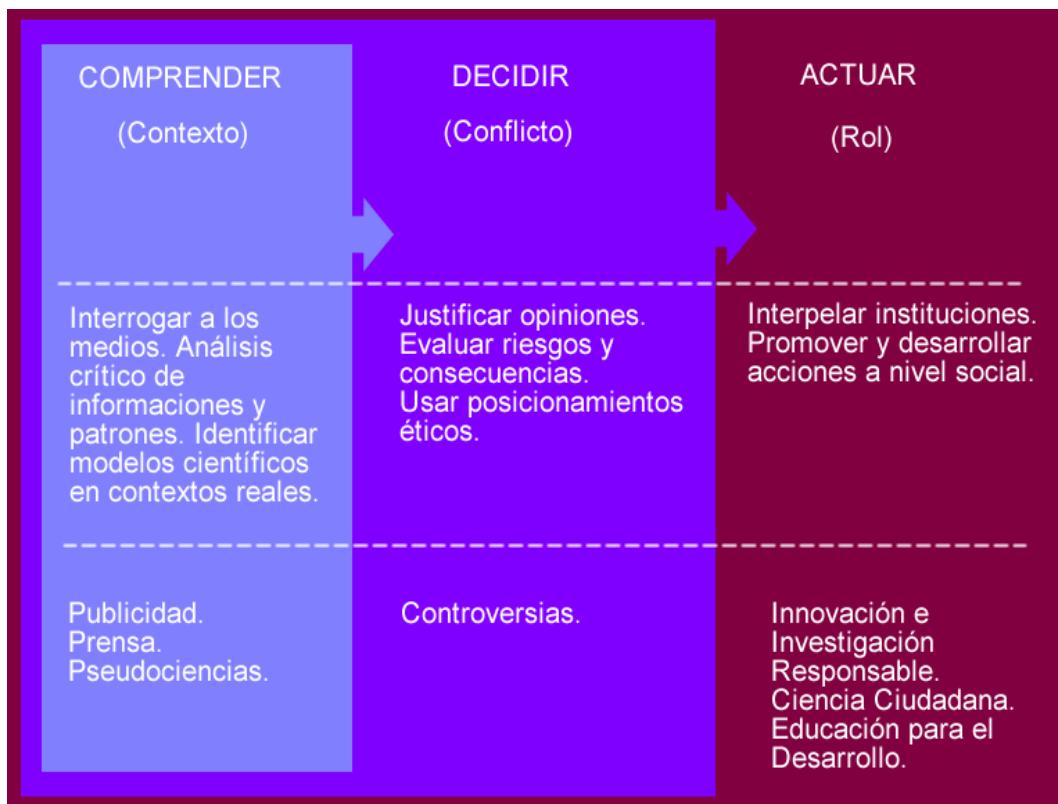


Figura 4. Propuesta de estructuración del trabajo en Instancias.

Desde nuestro punto de vista, las limitaciones en el desarrollo de la instancia Actuar, se deben a la falta de canales de participación ciudadana y déficits en el currículum. Por un lado, en lo que respecta a los canales de participación ciudadana, existen pocos, son poco conocidos y los agentes de investigación están poco implicados en ellos (Breiting *et al.* 2009, Comisión Europea 2015). Esto hace difícil elaborar actividades escolares para Actuar más allá de un entorno inmediato, lo que invita a centrarse en lo local: el trabajo con ONGs y otras organizaciones locales e instituciones como las sedes de distrito, o los Clubs de Ciencia, *Science Cafés* (debates ciudadanos informales con expertos alrededor de un tema) (Domènech-Casal 2014b).

Por otro lado, si bien los currículums de enseñanza de las ciencias han ido adaptándose a los nuevos requerimientos de una sociedad capaz de interpelar a la ciencia o mediante la ciencia (Aikenhead 1994), todavía es un proceso incompleto. Las instancias Comprender y Decidir están representadas a nivel curricular, en cambio las menciones a la capacidad del alumnado de intervenir como ciudadanos (palancas de intervención, instituciones interlocutoras, derechos ciudadanos en ámbitos socio-sanitarios o tecnológicos, etc.) son escasas en documentos de instituciones europeas (Comisión Europea 2015) y documentos de referencia como el informe del proyecto DeSeCo (Rychen y Salganik 2003) que propone la introducción de las competencias en el currículum. En consonancia, es natural que ni los currículums LOMCE ni los niveles PISA de competencia científica, (Gutiérrez 2008, OCDE 2013) ni documentos de referencia de ámbito internacional como los National Science Curriculum Standards (National Research Council 1996) hagan referencia a ello como parte de la competencia científica.

Conclusiones y perspectivas

El desarrollo de una ciudadanía con una competencia científica para actuar como tal es indispensable en un mundo como el actual en el que la ciencia y la tecnología tienen cada vez más impacto social. El marco propuesto puede constituir un apoyo metodológico de utilidad para la planificación para el despliegue de la *Scitizenship*. Consideramos que de modo general, si bien las instancias Comprender y Decidir pueden ser atendidas desde las tipologías de actividades propuestas, el análisis realizado evidencia la complejidad del desarrollo de la instancia Actuar, lo que vinculamos a la falta de canales de participación ciudadana y un insuficiente desarrollo en el currículum de esta instancia. Esto puede llevar a alumnos que sepan comprender la ciencia, sepan tomar decisiones al respecto, pero no sepan hacer como ciudadanos que estas decisiones se lleven a cabo.

La *Scitizenship*, un trabajo no sólo de la escuela

Como otros autores defienden es necesario el desarrollo de un marco social hacia la *Scitizenship* más allá de la escuela (García 2009). Se dan habitualmente incongruencias como la siguiente: alumnos debaten en el aula sobre causas y medidas alrededor del cambio climático, mientras empresas automovilísticas no reciben sanciones por incumplir normativas ambientales (Abellán 2016). En este sentido, los Estados o instituciones públicas que asumen posiciones neutras en temáticas con evidentes conexiones con las ciencias (como ocurre en temas socio-sanitarios como la homeopatía u otras terapias pseudo-científicas) hacen excesiva la carga escolar de progreso hacia la competencia científica.

En este sentido, además de la inclusión de la instancia Actuar en la educación obligatoria (garantizada para todo el alumnado), es necesario que el acceso a los canales de participación sea socialmente posible, en las líneas que otros autores proponen, creando espacios legitimados para la protesta y la disensión pública para una gobernanza democrática (Elam y Bertilsson 2003), la inclusión de elementos de supervisión de las instituciones (Arnason 2013) y la previsión de un aprendizaje a lo largo de la vida (Roth y Lee 2004). Sin este aspecto complementario, el impulso hacia la participación ciudadana que promueve la *Scitizenship* puede tener efectos negativos en la equidad. Un ejemplo de ello son las situaciones *Not in my backyard*, en las que zonas ricas de municipios o distritos culturizados «empujan» mediante la participación ciudadana la ubicación de instalaciones no deseadas (plantas de materias peligrosas, tendidos de alta tensión, prisiones...) a zonas socialmente deprimidas (Heiman 1990), una dinámica que se reproduce también a nivel planetario.

Vías curriculares y metodológicas

Se hace necesaria una nueva mirada al currículum científico para la ciudadanía (Jenkins 1999) y partiendo del análisis realizado, proponemos que ésta debe promover aspectos específicos de la instancia Actuar:

- Conocer derechos y deberes de los ciudadanos y palancas y canales de intervención y organización ciudadana.
- Desarrollar una concepción democrática, participativa y ética de las relaciones entre personas y con sus instituciones, en consonancia con propuestas que vinculan democracia y escuela (Comisión Europea 2012), con especial atención a los roles del alumnado y la tensión entre ideas educativas y realidades políticas escolares (Aikenhead 2006).
- Conocer y saber aplicar enfoques éticos (pragmatismo,...) a la previsión de riesgos y decisiones de ámbito científico y tecnológico.

Desde un punto de vista metodológico, este trabajo de la *Scitizenship* implica cambios:

- La necesidad de un progreso hacia la interdisciplinariedad e integración del currículum, como ya han propuesto otros autores (Hurd 1991, Yager 1996), si bien, éste debe vincular no sólo la Ciencia y la Tecnología, sino también la Filosofía.
- La necesidad de una formación del profesorado adecuada a la gestión participativa del aula y al desarrollo, aplicación y evaluación de actividades como las propuestas. Algunos autores describen que éste es uno de los principales retos en la aplicación de actividades como las Controversias Socio-Científicas (Evagorou, Guven y Mugaloglu 2014).

Competencia científica para la economía y para la ciudadanía

Como reflexión final en relación a la competencia científica, consideramos necesario hacer un matiz. Como otros autores describen, es necesario diferenciar los motivos para el desarrollo de la competencia científica, que pueden ser prácticos y económicos, o culturales y de ciudadanía (Sjoberg 1997). Un ejemplo de ello son las dos vertientes que está adoptando el Aprendizaje Basado en Proyectos: como STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), o como APS (Aprendizaje-Servicio). Estas dos orientaciones tienen objetivos complementarios, pero también importantes diferencias en sus prioridades: el progreso tecnológico o el progreso social. A pesar de que desde la Unión Europea se financian distintos programas educativos alrededor de la RRI (Comisión Europea 2014), es importante tener en cuenta que los motivos de esta organización política son principalmente económicos: 1) disponer de científicos formados para sostener el entramado de innovación e investigación, y 2) disponer de una sociedad científicamente culta que no se guíe por miedos infundados al aceptar o descartar tecnologías de alto potencial industrial y económico como los transgénicos o la nanotecnología. Si bien la visión RRI promovida por la Unión Europea puede ser complementaria a la *Scitizenship*, consideramos que la acción educativa debe enlazarse prioritariamente con espacios didácticos de emancipación y cambio social en la línea de la pedagogía crítica de Dewey y Freire (Oraisón 2009, Feinberg y Torres 2014), que vinculamos a la instancia Actuar. En este sentido, vías como la Educación para el Desarrollo y la Sostenibilidad (Breiting 1999, Gil y Vilches 2001, Vilches, Gil y Cañal 2010) pueden ser vías privilegiadas para el despliegue de la *Scitizenship*.

Agradecimientos

Reflexiones incluidas en este artículo se enmarcan en la investigación metodológica del grupo de investigación consolidado LICEC (referencia 2014SGR1492) por AGAUR y financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P).

Referencias

- Abellán L. (2016) Bruselas abre expediente a España y a otros seis países por el «caso Volkswagen». *El País*, 09/12/16.
- Acevedo-Díaz J.A. (2004) Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1(1), 3-16.
- Acevedo-Díaz J.A., Vázquez A., Manassero, M.A. (2003) Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 2(2), 80-111.

- Aikenhead G.S. (1994) The social contract of Science: Implications for Teaching Science. En: Solomon J., Aikenhead G.S.: *STS Education: International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.
- Aikenhead G.S. (2006) *Science Education for Everyday Life. Evidence-Based Practice*. New York: Teachers College Press.
- Alcaraz-Domínguez S., Barajas M., Malagrida R., Pérez F. (2015) Els projectes Europeus Engaging Science, Xplore Health, RRI Tools i Scientix: Finestres a la formació i la participació en comunitats docents per al treball amb Controvèrsies i Recerca i Innovació Responsables. *Revista Ciències* 30, 47-54.
- Alix J.P. (2016) Science won't be responsible until citizens get more involved. In: RRI Implementation. *Euroscientist*.
- Arnason V. (2013) Scientific citizenship in a democratic society. *Public understanding of Science* 22(8), 927-940.
- Blanco A., España E., Rodríguez F. (2012) Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* 70, 9-18.
- Bondolfi T. (coord) (2011) *Citoyens du net*.
- Breiting S. (1999) Hacia un nuevo concepto de educación ambiental. En: *30 Reflexiones sobre educación ambiental*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Breiting S., Hedegaard K., Mogensen F., Nielsen K., Schnack K. (2009) *Action competence, conflicting interests and Environmental Education*. Copenhagen: Aashur University.
- Bybee R.W. (1997) *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth: Heinemann.
- Comisión Europea (2012) *Citizenship Education in Europe*. Eurydice Report. Doi: 10.2797/83012.
- Comisión Europea (2014) *Responsible Research and Innovation. Europe's ability to respond to societal challenges*. Doi: 10.2777/1173.
- Comisión Europea (2015) *Science Education for responsible Citizenship*. Publications Office of the European Union. Doi: 10.2777/12626.
- Díaz N., Jiménez-Liso M. R. (2012) Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), 54-70.
- Domènec A.M., Márquez C., Marbà A., Roca M. (2015) La medicalización de la sociedad, un contexto para promover el desarrollo y uso de conocimientos científicos sobre el cuerpo humano. *Enseñanza de las ciencias* 33(1), 101-125.
- Domènec-Casal J. (2014a) Contextos de indagación y controversias sociocientíficas para la enseñanza del Cambio Climático. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 22(3), 287-296.
- Domènec-Casal J. (2014b) Indagación en el aula mediante actividades manipulativas y mediadas por ordenador. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* 76, 17-27.
- Domènec-Casal J. (2017) Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(3), 601-620.

- Domènec-Casal J., Marchán-Carvajal I., Vergara E. (2015) Experiències d'aula amb el treball amb Controvèrsies Sòcio-Científiques. *Educació per al Desenvolupament i la Salut, Pseudociències i eines per a l'avaluació d'activitats. Revista Ciències* 30, 32-38.
- Duranti A., Goodwin C. (Eds). (1992) *Rethinking context: Language as an interactive phenomenon*. Cambridge: Cambridge, University Press.
- Elam M., Bertilsson M. (2003) Consuming, Engaging and Confronting Science. The emerging dimensions of Scientific Citizenship. *European Jornal of Social Theory* 6(2), 233-251.
- España E., Prieto T. (2010) Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela*, 71, 17-24.
- Evagorou M., Guven D., Mugaloglu E. (2014) Preparing Elementary and Secondary Pre-Service Teachers for Everyday Science. *Science Education International* 25(1), 68-78.
- Farró L., Lope S., Marbà A., Oliveras B. (2015) Les Controvèrsies Sòcio-Científiques com a contextos d'aprenentatge i comunicació a l'aula. Anàlisi crítica de la informació i habilitats comunicatives. *Revista Ciències* 30, 39-46.
- Feinberg W., Torres C.A. (2014) Democracia y educación: John Dewey y Paulo Freire. *Cuestiones pedagógicas* 23, 29-42.
- García F.F. (2009) Educar para la participación ciudadana. Un reto para la escuela del siglo XXI. *Investigación en la escuela* 88, 5-10.
- García-Carmona A. (2015) Noticias sobre temas de astronomía en los diarios: un recurso para aprender sobre la naturaleza de la ciencia reflexivamente. *Revista de Enseñanza de la Física* 27(1), 19-30.
- Gil D., Vilches A. (2001) Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la escuela* 43, 27-37.
- Gilbert J.K. (2006) On the nature of «context» in chemical education. *International Journal of Science Education* 28(9), 957-976.
- Girón J.R., Lupión T., Blanco A. (2015) La publicidad en las clases de ciencias. Análisis de un anuncio sobre un producto probiótico. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* 81, 34-42.
- Gutiérrez A. (2008) PISA y la evaluación de la alfabetización científica. *Investigación en la escuela* 60, 65-77.
- Heiman M. (1990) From «Not in my backyard» to «not in Anybody's backyard»: Grassroots challenge to hazardous waste facility siting. *Journal of the American Planning Association* 56, 359-362.
- Hurd P.D. (1991) Why we must transform Science Education. *Educational leadership*, 49(2), 33-35.
- Innerarity D. (2011) *La democracia del conocimiento. Por una sociedad inteligente*. Barcelona: Paidós.
- Jenkins E. (1999) School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education* 21, 703-710.
- Jiménez-Aleixandre M.P. (2010) 10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó.
- Jones E., Gaventa J. (2002) *Concepts of Citizenship: a review*. Institute of Development Studies, 19.

- Kolstø S. D. (2001) Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. *Science Education* 85(3), 291-310.
- Lawrence J., White C., Snow C. (2010) The words students need. *Educational Leadership* 68 (2), 22–26.
- Lemke J. (2006) Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias* 24(1), 5-12.
- Mejlgaard N. (2009) Participation and competence as joint components in a cross-national analysis of scientific citizenship. *Public Understanding of Science* 19(5), 545-561.
- Millar R., Osborne J. (Eds). (1998) *Beyond 2000: Science Education for the future*. London: King's College.
- National Research Council (1996) *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- OCDE (2013) *PISA 2015. Draft Science Framework*.
- Okada A., Young G., Sherborne T. (2015) Innovative Teaching of Responsible Research and Innovation in Science Education. E-Learning Papers. *Open Education Europa Journal* 44(1).
- Oliveras B., Márquez C., Sanmartí N. (2013) The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education* 35, 885-905.
- Oraison M. (2009). Participación, escuela y ciudadanía: perspectiva crítica y praxis política. *Investigación en la escuela* 68, 39-50.
- Osborne J., Dillon J. (2008). *Science Education in Europe:Critical Reflections. Report to the Nuffield Foundation*. London: Nuffield Foundation.
- Prat A., Márquez C., Marbà A. (2008) Literacitat científica i lectura. *Temps d'educació* 34, 67-82.
- Reig D. (2012) *Socionomía*. Barcelona: Planeta-Deusto.
- Roth W. M., Lee S. (2004) Science education as/for participation in the community. *Science Education* 88, 263-291.
- Rychen D. S., Salganik L. H. (2003) *Las competencias clave para el bienestar personal, social y económico*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- Sadler T. D. (2009) Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education* 45(1), 1-42.
- Sardà A., Márquez C., Sanmartí N. (2006) Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 5(2), 290-303.
- Serrano F., Holocher-Ertl T., Kieslinger B., Sanz F., Silva C.G. (2014) *White Paper on Citizen Science for Europe*. Socientize consortium. European Comission.
- Sjoberg S. (1997) Scientific literacy and school science: arguments and second thoughts. In E. Kallerud (Ed.), *Science, Technology and Citizenship. The Public Understanding of Science and Technology in Science Education and Research Policy*. Norwegian Institute for Studies in Research and Higher Education.
- Skinner A., Blum N., Bourn D. (2013) Development Education and Education in International Development Policy: Raising Quality through Critical Pedagogy and Global Skills. *International Development Policy* 5(2), 89–103.

- Solbes J. (2013) Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo de pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10 (1), 1-10.
- Trujillo F. (2012) *Propuestas para una escuela en el siglo XXI*. Madrid: Catarata.
- Turner B.S. (1999) *The sociology of citizenship*. London: Sage.
- Vilches A., Gil D., Cañal P. (2010) Educación para la sostenibilidad y educación ambiental. *Investigación en la Escuela* 71, 5-15.
- Yager R.E. (Ed.) (1996) *Science/Technology/Society as a Reform in Science Education*. New York: Exelsior Editions, State University of New York Press.