

Una revisión sobre el uso de contextos en la enseñanza de las ciencias y su potencial para el desarrollo de la competencia científica.

Marchán Carvajal, I. y Sanmartí Puig, N.

Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona. Correo de contacto: imarcha2@xtec.cat

RESUMEN

Se ha realizado una revisión histórica de los diferentes proyectos CTS y en contexto más significativos y más aplicados en las aulas. Los diferentes marcos teóricos subyacentes se han comparado y discutido para avanzar hacia una definición que describa una propuesta metodológica útil para promover la competencia científica. A continuación se discuten tres aspectos clave asociados al uso de contextos: la indagación a través de prácticas auténticas, la modelización a través del pensamiento abstracto y la competencia o alfabetización científica como la habilidad esencial a potenciar mediante el uso de contextos en la clase de ciencias. Finalmente se presentan dos experiencias de aula sobre cómo se desarrolla la competencia científica cuando se enseña la ciencia contextualizada de acuerdo con una propuesta de criterios para el diseño de secuencias didácticas que se investigó en un trabajo anterior (Marchán y Sanmartí, 2013).

PALABRAS CLAVE

Competencia científica, contexto, indagación, modelización, Ciencia-tecnología-sociedad

INTRODUCCIÓN

En la década de los 70 apareció el movimiento ciencia-tecnología-sociedad (CTS) y se publicaron los primeros proyectos que usaban como contextos escenarios con componentes tecnológicos y sociales para aprender ciencias (Solomon y Aikenhead, 1994). Los proyectos de ciencias en contexto se desarrollaron a partir de estas ideas y han ido creciendo en difusión y popularidad por todo el mundo. Algunos de los ejemplos más paradigmáticos son:

- El proyecto PLON (1972), (Proyecto de Desarrollo del currículum de Física). En el marco de este proyecto holandés se han desarrollado materiales para la enseñanza de la física y la química contextualizados. Hay numerosas investigaciones en torno a él, hecho que ha posibilitado una evolución fundamentada en sus resultados.
- Los proyectos de la familia SALTERS de física, química y biología (Campbell et al., 1994) también fueron de los pioneros en el uso del contexto en Europa, tienen materiales muy completos publicados para secundaria. Estos proyectos han sido revisados periódicamente y tienen una cuota de mercado considerable en Inglaterra y Gales.
- En Estados Unidos destacan el proyecto Chemistry in the Community que va por su sexta edición en inglés y el proyecto Chemistry in Context para estudiantes de primero año universitario.

- En Alemania también se han desarrollado los proyectos Chemie im Kontext y Physik im Kontext. Lo describen como una simbiosis entre profesores e investigadores en didáctica de las ciencias para elaborar materiales didácticos contextualizados.
- El proyecto Twenty First Century Science, en el Reino Unido, dirigido a alumnos de 15-16 años. Su objetivo principal es conseguir la alfabetización científica de todos los alumnos.

Otras iniciativas de la didáctica de las ciencias que también apuestan por el uso de contextos son el aprendizaje basado en problemas (ABP), la ciencia basada en proyectos o el uso de cuestiones sociocientíficas (CSC) (King, 2012), en este simposio se discutirán algunos ejemplos de este último enfoque del uso de contextos. Las CSC introducen un componente axiológico importante basado en un pensamiento crítico y orientado a una toma de decisiones responsable socialmente, finalidades que una educación en contexto no puede obviar.

Aunque existe un razonable consenso entre los investigadores sobre la validez del contexto como apuesta didáctica, existen puntos de vista diferentes sobre su fundamentación teórica, sobre sus objetivos y sobre cómo utilizar en la práctica docente esta potente herramienta didáctica sin olvidar que los alumnos han de aprender ideas clave de la ciencia (de Freitas y Alves, 2010). Ya en 1988, Fensham clasificó en siete categorías las distintas aproximaciones CTS y diversos estudios posteriores han aumentado la tipología. Así, unos proyectos se orientan más a desarrollar el conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia (NOS), mientras que otros se enfocan al aprendizaje de conocimientos de ciencias y del contexto seleccionado. Algunos optan por separar claramente los contenidos de ciencia y los contextuales sin establecer conexiones explícitas; en otros, el contexto es solamente una actividad atractiva al principio o una mera aplicación al final. A partir de esta enorme variedad de enfoques, el objetivo de esta comunicación es discutir sobre la diversidad de aspectos didácticos asociados al aprendizaje y la enseñanza de las ciencias a través de contextos. Después de comentar algunas concepciones sobre el término contexto y su uso, se discutirán algunas cuestiones clave que hemos identificado:

- El contexto como práctica auténtica que permita aprender a indagar a través del conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia.
- El contexto como oportunidad para hacer participar al alumnado en las prácticas científicas de construcción de un conocimiento significativo y complejo basado en modelos teóricos clave de las ciencias.
- El contexto como promotor de la competencia científica para que el alumnado sea capaz de utilizar los modelos teóricos en situaciones nuevas, reales, diversas y complejas para actuar y tomar decisiones.

DEFINIENDO CONTEXTO

Es conveniente ser conscientes de la enorme polisemia existente alrededor del término “contexto” y de lo difícil que resulta consensuar una definición que pueda ser de utilidad en todas las ciencias sociales. Para evitar diálogos de sordos entre especialistas de diferentes áreas de conocimiento, es muy importante hacer un esfuerzo por concretar y compartir significados. En psicología y en pedagogía general el contexto se asocia al entorno físico, social y cultural formado por la institución educativa, el profesor y los alumnos (y sus familias, e incluso vecinos). Sin embargo, en didáctica de las ciencias, a menudo se entiende por contexto un campo de aplicación específico de una teoría científica.

Por ejemplo, los diferentes proyectos de la familia Salters (para química, biología y física), que surgieron en la década de 1980, resumían el principio básico para su diseño en la siguiente frase: “Las unidades del curso deben empezar con aspectos de la vida de los estudiantes, que ellos hayan experimentado personalmente o través de los medios, y los conceptos científicos deben irse introduciendo a medida que son necesarios” (Campbell et al., 1994). Persiguiendo el objetivo de consensuar una definición, Duranti y Goodwin (1992) propusieron la siguiente basada en sus investigaciones en lingüística y antropología: “Un contexto es un episodio o suceso incrustado en su entorno cultural sobre el que centramos nuestra atención. Tiene cuatro características: el escenario, las acciones, el lenguaje y el conocimiento”. Gilbert (2006) cita las metas que deberían conseguirse a través del uso de los contextos: 1) Promover un aprendizaje más significativo de las ciencias; 2) Percibir que aprender ciencias es relevante para las vidas de los alumnos; 3) Capacitar al alumnado para construir “mapas mentales” coherentes con las ideas científicas que se van aprendiendo.

Por este motivo, desde la didáctica de las ciencias interesa más una definición de las metodologías que utilizan los contextos como herramientas para enseñar y aprender. En esta línea King (2012) propone: “Una metodología basada en contextos (MBC) consiste en aplicar la ciencia a una situación del mundo real que se usa como estructura central para la enseñanza. Los conceptos científicos se enseñan a medida que son necesarios para entender mejor la situación planteada”. Pero esta relación entre contexto y aprendizaje de conocimientos científicos en el marco de un currículum coherente es algo controvertido. Por ejemplo, Kortland (2007), analiza el diseño y aplicación de algunas UD del proyecto PLON y constata que no acaba de estar bien resuelto el paso de la fase en la que se presenta el contexto y su interés y motivo global, a la que se restringe lo que se va aprender de ciencias; y tampoco el paso de esta fase a la siguiente, en la que se profundiza en dicho conocimiento pero de forma que buena parte de lo que se aprende no es necesario para la comprensión de la situación de partida y es muy similar a un currículum tradicional. Por ello propone que “en lugar de ver el ‘contexto’ como algo de la vida cotidiana a la que el conocimiento científico se puede conectar de un modo u otro, se debería referir a una práctica que tiene como propósito resolver un problema específico relacionado con la ciencia y la tecnología y la ciencia, aplicando un procedimiento para la solución del problema que comporta aprender el conocimiento científico/tecnológico, habilidades y actitudes necesarias para resolverlo”. Es lo que define como prácticas auténticas.

En la misma línea Lemke (1990) discute sobre la idea de contexto asociada a lo que él llama, prácticas semióticas, que son aquellas acciones que los miembros de una comunidad llevan a cabo y que son significativas para dicha comunidad. Afirma que para que esto ocurra es necesario contextualizar las acciones y los sucesos. Dos ejemplos de prácticas auténticas serían, por un lado, la estudiada por Jiménez-Aleixandre y Reigosa (2006) basada en la resolución de un problema basado en encontrar la concentración de una solución de ácido clorhídrico. Un segundo ejemplo es el analizado por Bulte et al. (2006) sobre la resolución del problema de la evaluación de la calidad del agua según sus usos (beber o nadar). A través de varios ciclos de investigación-acción, muestran una manera de construir un currículum de química contextualizado a base de prácticas auténticas que siguen el principio del “need-to-know”. Según este principio, el contexto “debe legitimar el aprendizaje de las teorías de la química desde la perspectiva de los estudiantes, haciendo que este aprendizaje sea intrínsecamente significativo”.

Si ponemos la lupa en qué entendemos por “conceptos científicos” (definición de Salters) y concretamos que significa “aplicar la ciencia a una situación” (definición de King), la definición de la MBC se alarga pero se llena de matices interesantes. No es lo mismo que la ciencia que se aprenda sea “sobre la ciencia” que “de una ciencia”, ni que sean conceptos más o menos aislados o modelos teóricos complejos que conectan varias ideas, ni tampoco que la aplicación se

relacione con interpretar nuevos hechos o con la toma de decisiones socialmente relevantes. Así, para Sanmartí et al. (2011) el aprendizaje a partir del contexto se relaciona con: “El análisis de una situación o problema complejo, relevante socialmente y del entorno del alumnado, que se realiza durante un largo periodo de tiempo (semanas). A partir de su estudio se van modelizando conceptos-clave necesarios para comprenderlo y para tomar decisiones, interrelacionándolos y organizándolos junto con las experiencias y el nuevo lenguaje que se va generando alrededor de modelos teóricos claves de la ciencia”.

Integrando contexto y actividad científica escolar (Izquierdo et al., 1999) se podría hablar del contexto como “el conjunto de factores que dan sentido a la actividad que se realiza en el aula”, entre los que se pueden identificar: el escenario, problema o situación relevante (Stuckey et al., 2013); la actividad –las distintas tareas y su secuenciación- (hacer); el uso de sistemas de representación (comunicar); las ideas científicas y su estructuración en modelos teóricos (pensar); y la metacognición como habilidad que regula todo el proceso de aprendizaje. Con el objetivo de integrar en la práctica docente la contextualización, la indagación y la modelización (Caamaño, 2011) y teniendo en cuenta estas consideraciones, se elaboró una propuesta de criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas (Marchán y Sanmartí, 2013) con el objetivo de promover la transferencia del conocimiento científico, es decir, la capacidad de usar el conocimiento aprendido en un contexto en otros nuevos. Esta propuesta fue investigada a partir de su aplicación a lo largo del curso 2012-2013 en un grupo de alumnos de 14-15 años mediante entrevistas, pruebas escritas y revisión de portafolios.

CONTEXTO Y PRÁCTICAS AUTÉNTICAS

Buena parte de los trabajos recientes sobre enseñanza de las ciencias en contexto se basan en el uso de prácticas auténticas. Autores como Prins et al. (2008; 2009) hablan de la finalidad de modelización, entendiendo como tal que los estudiantes desarrollen y utilicen conocimientos sobre la naturaleza de la ciencia. Así, en su primer artículo exploran, analizan y seleccionan prácticas auténticas de modelización para enseñar química y, a partir de su propuesta de criterios para analizarlas, concluyeron que la potabilización del agua y la evaluación de la exposición a contaminantes para los humanos eran dos prácticas auténticas adecuadas para modelizar. En el segundo artículo (Prins et al., 2009), investigaron el grado de implicación de los alumnos en estas prácticas modelizadoras y concluyeron que este tipo de prácticas científicas motiva a los estudiantes y les permite utilizar de manera correcta las estrategias de modelización

En el caso de la práctica expuesta en Jiménez-Aleixandre y Reigosa (2006), la investigación profundiza en el proceso de reconstrucción y refinamiento del conocimiento alrededor de dos conceptos de química que los estudiantes ya han trabajado pero del que no tienen inicialmente un conocimiento significativo. El hecho de tener que resolver un problema real, obliga a los estudiantes a contextualizar, es decir a transformar de manera progresiva conceptos, enunciados o conocimientos teóricos en decisiones y acciones prácticas en la realización de actividad.

Parece que en estas prácticas auténticas se parte de la premisa que los conceptos científicos ya han sido construidos previamente (al menos en una primera aproximación y probablemente a través de una enseñanza descontextualizada) y la práctica auténtica sirve para poner en práctica y desarrollar estos modelos en una situación real con la finalidad de que lleguen a ser significativos para la persona que aprende. Por lo tanto, no se aborda el reto que supone integrar la contextualización y la modelización desde el inicio del proceso de aprendizaje.

CONTEXTO Y MODELIZACIÓN

Una MBC habría de posibilitar la construcción de modelos teóricos que fueran aplicables a la interpretación de muchas otras situaciones o a la resolución de problemas. De hecho, tal y como muestra la definición de Chamizo (2013) el auténtico valor de los modelos emerge cuando estos se contextualizan con una finalidad: “Los modelos (m) son representaciones, normalmente basadas en analogías, que se construyen contextualizando una porción del mundo real (M) con un objetivo específico”. A pesar de la evidente relación entre la contextualización y la modelización no existen muchos trabajos que hayan investigado la construcción de modelos teóricos iniciales en unidades didácticas contextualizadas. En la mayoría de proyectos, los conocimientos se aprenden previamente al estudio del problema contextualizado o de forma paralela, sin que se planteen alternativas desde el inicio del proceso a qué ciencia se enseña, para que es importante aprenderla y cómo llegar a su conocimiento. O, como señala Kortland (2007), cuando se pretende hacer de forma más integrada, muchas de las ideas que se enseñan no son necesarias para interpretar la situación, resolver el problema o tomar decisiones.

CONTEXTO Y COMPETENCIA CIENTÍFICA

Es bien sabido que el tiempo de que disponemos para enseñar ciencias es muy limitado y es imposible abordar todos los contextos que se conocen en la actualidad y mucho menos predecir los futuros. Pero la competencia se demuestra sabiendo movilizar saberes diversos y de forma interrelacionada en la resolución de problemas o en la toma de decisiones en situaciones diversas e imprevisibles (Perrenoud, en Eurydice, 2002). Por este motivo, en estos momentos adquiere importancia la necesidad de desarrollar la capacidad de aplicar lo que se ha aprendido en un determinado contexto a otros distintos. En el 2015 la competencia científica volverá a ser el foco principal de las pruebas PISA y la OECD ha publicado un marco teórico revisado y provisional para dichas pruebas (OECD, 2013). A continuación comentaremos algunas de las novedades poniendo el énfasis en las conexiones explícitas que aparecen entre “contexto” y “competencia científica” (scientific literacy). Desde este marco teórico, la competencia científica se refiere a la aplicación del conocimiento científico en contextos de la vida así como el desarrollo de actitudes que lleven a los estudiantes a comprometerse con cuestiones científicas.

Respecto a los contextos se argumenta que no se refiere al contexto de la ciencia escolar en sí misma si no a situaciones relativas a lo personal, familiar o entre estudiantes (personal), a la comunidad (locales y nacionales) y para la vida en todo el mundo (global), así como contextos basados en la tecnología o contextos de historia de la ciencia. Estos contextos serán lo más reales posible y reflejarán la complejidad de la realidad. Se proponen cinco áreas en las que la cultura científica tiene un valor particular para los individuos y las comunidades para implicarse en la mejora y el mantenimiento de la calidad de vida y en el desarrollo de políticas públicas: salud, recursos naturales, medio ambiente, riesgos y fronteras entre ciencia y tecnología; en el ámbito personal, social o global. En cuanto a los contenidos de las disciplinas científicas, comentan el gran potencial de contextos en los que los conocimientos disciplinares son interdependientes e interdisciplinares. También advierten que las pruebas PISA no pretenden evaluar los contextos sino conocimientos y competencias científicas en contextos específicos y reconocen que el uso de contextos les obliga a estar atentos a las diferencias culturales y lingüísticas de cada país. En cuanto a la variedad de contextos, reconocen que es importante asegurar una variedad de contextos de manera que se reduce al mínimo el sesgo debido a su elección.

Para acabar, el marco teórico describe varios niveles de rendimiento de los estudiantes. En el nivel más alto de competencia científica los estudiantes son capaces de aplicar el conocimiento científico en contextos que son complejos, de la vida real, poco conocidos por los estudiantes y muy variados (personales, locales y globales). Sin embargo, en los niveles más bajos los

estudiantes aplican el conocimiento solamente en unos pocos contextos que suelen ser muy conocidos para los estudiantes.

EXPERIENCIAS EN EL AULA

A continuación se discutirán los resultados preliminares sobre la utilización de contextos como elementos centrales de las secuencias didácticas en aulas de secundaria. En primer lugar se diseñaron y aplicaron varias UD's contextualizadas a lo largo de dos cursos académicos con alumnos de 14-15 años cubriendo todo el currículum de la asignatura de física i química y siguiendo dos ciclos investigación acción. Se investigo su capacidad de utilizar el conocimiento supuestamente aprendido en nuevos contextos (no incluidos en las secuencias de clase) y se realizaron entrevistas para recoger sus opiniones sobre la percepción de aprendizaje y los métodos de enseñanza. En segundo lugar se comparó la capacidad de transferir el conocimiento de los alumnos anteriores (que habían recibido una enseñanza contextualizada) con la de otros alumnos de la misma edad de la provincia de Barcelona con una situación socio-cultural parecida pero cuya enseñanza no fue centrada en la contextualización. Para poder interpretar los resultados se recogió el máximo de información de los alumnos y se realizó una entrevista al profesor de la asignatura de física y química para identificar su conocimiento didáctico en cuanto a: qué enseñar, cómo enseñar y qué y cómo evaluar. Todo ello centrado en el aprendizaje y enseñanza del modelo teórico clave de la química sobre la visión discontinua de la materia.

Los estudios anteriores no están acabados pero ya disponemos de algunos resultados provisionales que tendrán que ser discutidos e interpretados con mayor profundidad en el futuro:

- En ese curso, un 82% de los alumnos escogieron la asignatura optativa de física y química para el curso siguiente mientras, dicho porcentaje es el doble que el curso anterior aunque con otros alumnos y otro profesor. Pensamos que la constante conexión de lo aprendido con situaciones relevantes para la sociedad contribuyo a que el alumnado percibiera la asignatura como necesaria para su futuro profesional y así fue para los todos alumnos, independientemente de su rendimiento académico. Hay que decir que en ningún momento se renunció a aprender las ideas clave del currículo ya que en algunos proyectos en contexto se limitan a describir contextos relevantes pero renunciando al aprendizaje de algunas ideas de los modelos teóricos clave de la química. Además, cuando sí se introducían ideas científicas, a menudo se hacía de manera desconectada de los contextos, habitualmente solo al principio, como presentación, o solo al final, como aplicación, mientras que nuestra propuesta es convertir el contexto en el hilo conductor de todo el ciclo de aprendizaje.
- Todos los alumnos comentaron que las clases eran más motivadoras y no se percibieron emociones negativas hacia la asignatura como las que describen Costillo et al. (2013). También comentaron que les gustó ser capaces de aplicar lo aprendido en clase a nuevas situaciones de la vida cotidiana, a pesar de reconocer el esfuerzo cognitivo que suponía aprender algo tan abstracto como un modelo teórico. Pensamos que el aprendizaje de la ciencia a través de contextos promovió una actitud positiva hacia ésta.
- El 86% del alumnado fue capaz de realizar transferencias cercanas, que eran aquellas en las que el número de ideas científicas necesarias para responder era bajo y los dos contextos (el de aprendizaje y el de aplicación) eran similares. Según la literatura, una de las incertidumbres asociadas a la enseñanza contextualizada es que si los alumnos aprenden los conceptos a partir de un único contexto puede que no se perciba la universalidad de los modelos de la ciencia. Por este motivo, se enseñó de manera que cada modelo teórico se aplicara en varios contextos y viceversa, un mismo contexto se

abordaba des de las distintas miradas que ofrecen los diferentes modelos. Pensamos que esta apuesta didáctica promovió la capacidad de transferir el conocimiento científico ya que “entrenó” a los alumnos en aplicar el conocimiento en situaciones diversas a partir de activar el pensamiento abstracto sobre el modelo teórico.

- Otro aspecto clave que hemos identificado es el uso de actividades de regulación meta-cognitiva para tomar conciencia del propio proceso de aprendizaje. Los estudiantes que más se esforzaron en este tipo de actividades son los que más capacidad de transferir conocimiento demostraron. Por otro lado, encontramos que algunos alumnos con calificaciones altas de ciencias en cursos anteriores no transferían muy bien mientras que otros con calificaciones bajas sí lo hacían. Esto nos lleva a pensar que se deben revisar las actividades de evaluación para que incluyan actividades de transferencia que permitan comprobar que ha habido aprendizaje significativo y no una simple memorización de información, ya que la transferencia es una habilidad importante para el desarrollo de la competencia científica.
- Respecto a los otros grupos que recibieron una enseñanza no contextualizada, de momento solo podemos afirmar que demostrar menos capacidad de transferir el conocimiento científico y menos interés en cursar la optativa de física y química el curso siguiente. Sin embargo, tendremos que analizar detalladamente las causas para ver como contribuyo la falta de contextualización en las clases a ambos resultados.

A MODO DE CONCLUSIÓN

Los aspectos señalados son sólo algunos de los que se habrán de tener en cuenta al investigar sobre la enseñanza de las ciencias “en contexto”, “a partir del contexto” y con la finalidad de “transformar el contexto”. En la línea de lo planteado, y sin descartar otras aproximaciones al problema pensamos que:

- No se entiende el desarrollo de la competencia científica si no se usan situaciones reales y significativas para el alumnado. Proponemos que los contextos no se utilicen solamente como una aplicación al final del ciclo del aprendizaje sino desde el principio para legitimar la introducción de nuevas ideas a partir de las previas.
- El uso de contextos variados representa una oportunidad para promover una visión interdisciplinar de las ciencias e incluso su necesidad para abordar problemas reales de la sociedad mano a mano con disciplinas no científicas (controversias sociocientíficas). Esta aproximación didáctica puede incentivar una actitud positiva hacia aprender ciencias, promover el desarrollo de la competencia científica y fomentar el número de vocaciones científicas en todo el espectro de alumnos, no solamente los brillantes.
- Contextualizar la evaluación a todos los niveles (desde las pruebas internacionales hasta las actividades de aula) y aprovechar la relevancia de los contextos para implicar al alumnado en los procesos de regulación meta-cognitiva de su aprendizaje para que éste llegue a ser significativo.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències), grupo de investigación consolidado (referencia 2014SGR1492) por AGAUR (Agència de Gestió d’Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia (referencia EDU-2012-38022-C02-02).

BIBLIOGRAFÍA

- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., de Jong, O., y Pilot, A. (2006). A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1063-1086.
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (69), 21-34.
- Campbell, B., Lazonby, J., Millar, R., Nicolson, P., Ramsden, J., y Waddington, D. (1994). Science: The Salters approach—a case study of the process of large scale curriculum development. *Science Education*, 78(5), 415–447.
- Chamizo, J.A. (2013). A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. *Science & Education*, 22(7), 1613-1632.
- Costillo, E., Borrachero, A.B., Brígido M. y Mellado, V. (2013). Las emociones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 514-532.
- De Freitas, K.A. y Alves, A. (2010). Reflexiones sobre el papel de la contextualización en la enseñanza de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 275–284.
- Duranti, A., y Goodwin, C. (Eds.). (1992). *Rethinking context: Language as an interactive phenomenon*. Cambridge: Cambridge University Press
- Eurydice (2002) *Las competencias clave*. Madrid: MECD.
- Fensham, P. J. (1988) Approaches to the teaching of STS in science education. *International Journal of Science Education*, 10(4), 346–356.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of “context” in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.
- Izquierdo, M., Espinet, M., García, M. P., Pujol, R. M., y Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 79-91.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. y Reigosa, C. (2006), Contextualizing practices across epistemic levels in the chemistry laboratory. *Science Education*, 90: 707–733.
- King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science Education*, 48(1),51-87.
- Kortland, J. (2007), *Context-based science curricula: Exploring the didactical friction between context and science content*. Paper presented at the ESERA 2007 Conference, Malmö, Sweden.
- Lemke, J. (1990). *Talking science. Language, learning and values*. Norwood, NJ: Ablex.
- Marchán, I. y Sanmartí, N. (2013), Validation of principles for the design of teaching-learning sequences that foster the transfer of learning in science education. Paper presented at the ESERA 2013 Conference, Nicosia, Chipre.
- OECD (2013). PISA 2015 draft science framework. Último acceso el 22 de febrero de 2014, desde <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2015draftframeworks.htm>.
- Prins, G. T., Bulte, A. M. W., Van Driel, J. H., y Pilot, A. (2008). Selection of authentic modelling practices as contexts for chemistry education. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1867-1890.

Prins, G. T., Bulte, A. M. W., Van Driel, J. H., y Pilot, A. (2009). Students' involvement in authentic modelling practices as contexts in chemistry education. *Research in Science Education*, 39, 681-700.

Sanmartí, N., Burgoa, B., y Nuño, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique: Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, (67), 62-69.

Solomon, J. y Aikenhead, G.S. (1994). *STS Education: International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.

Stuckey, M., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., y Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the chemistry curriculum. *Studies in Science Education*, 34, 1-34.