

# 5.2

La formación inicial y permanente de docentes de ciencias como proceso a largo plazo fundamentado en la investigación

ANA RIVERO  
FRANCISCO LÓPEZ



Para enseñar ciencias no basta con saber ciencias ni conocer unas cuantas técnicas pedagógicas. Tampoco es suficiente con tener “arte” y ciertas cualidades personales (como la empatía, o habilidades para la comunicación). Para enseñar ciencias, hay que estar dispuesto a poner en cuestión todos los estereotipos sobre la propia ciencia, así como sobre su enseñanza y aprendizaje, de los que nos hemos impregnado durante nuestro paso por el sistema educativo como estudiantes (en el que suele predominar un modelo transmisor de dicha enseñanza). Para ello, es necesario analizar la propia práctica y detectar aspectos problemáticos y mejorables, reflexionar sobre las aportaciones de la investigación en Didáctica de las Ciencias, observar las prácticas de calidad de otros docentes, diseñar y experimentar propuestas de mejora fundamentadas, analizar los resultados de la experimentación en función de los aprendizajes conseguidos y reformular las propuestas de intervención y los principios didácticos que las sustentan. Sin olvidar la necesidad de hacer público todo ello, compartiendo y debatiendo conocimientos, emociones, experiencias, resultados y dificultades con otros docentes en un marco de colaboración e intercambio. Participar de estos procesos, de manera profesional y rigurosa, permitirá la elaboración progresiva de un conocimiento práctico, cada vez más fundamentado y útil, para la enseñanza de las ciencias.

A continuación presentamos más detenidamente estas ideas, apoyándonos en los argumentos y pruebas que las sustentan.



## SABÍAS QUE...

## IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

**Los docentes  
aprendemos a serlo  
antes de recibir ninguna  
formación para ello.**

- Los docentes han elaborado conocimientos, creencias y pautas de actuación personales sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias antes de comenzar a formarse para ello. Ese conocimiento común es fruto de su larga experiencia como estudiantes y se elabora mediante procesos no conscientes de impregnación ambiental.<sup>1,2</sup>
- El conocimiento común (basado en estereotipos y suposiciones) es más influyente en la práctica de aula que lo que se aprende en la universidad.<sup>3</sup>
- Es frecuente detectar incoherencias entre lo que los docentes declaran sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (relacionado con lo aprendido en procesos formativos) y lo que los docentes hacen en la práctica (influído por el conocimiento común).<sup>4</sup>
- El conocimiento común de los docentes, al ser implícito, escapa a los procesos de reflexión y crítica. La formación docente debe tenerlo en cuenta y trabajar expresamente con él y a partir de él, para evitar que se mantenga intacto a pesar de la formación.<sup>5</sup>



## SABÍAS QUE...

Cambiar lo que sabemos sobre enseñar ciencias requiere superar obstáculos internos.

## IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

- Los obstáculos en el pensamiento docente pueden ser de distinto tipo:<sup>6,7,8</sup>
  - psicológicos, relacionados con cómo se concibe el aprendizaje y el papel del estudiante. Por ejemplo, creer que la mente del alumnado es como un saco vacío;
  - didácticos, relacionados con cómo se concibe la enseñanza. Por ejemplo, considerar que la enseñanza provoca directa y únicamente el mismo aprendizaje en todo el alumnado;
  - ideológicos, relacionados con cómo se concibe la finalidad de la educación científica. Por ejemplo, considerar que enseñar ciencias es una actividad neutra ideológicamente y que los docentes no deben “contaminar” al alumnado con un enfoque crítico de los problemas socioambientales que nos afectan;
  - epistemológicos, relacionados con cómo se concibe el conocimiento en general y las ciencias en particular. Por ejemplo, considerar que la ciencia es un conocimiento superior, absoluto y verdadero.
- Entre ellos, los últimos son más difíciles de superar que los primeros.<sup>7</sup>
- La formación del profesorado de ciencias debe organizarse de manera que permita a los docentes ir reconociendo y superando los obstáculos para el cambio.

---

Aprender a enseñar ciencias requiere tiempo.

- Aprender a enseñar ciencias es un proceso gradual, que requiere de aproximaciones sucesivas. Lo que aprenden los docentes en una actividad de formación concreta no es una copia exacta de las teorías de referencia, sino una versión personal, que depende del grado de superación de diversos obstáculos.<sup>9</sup>
- La formación del profesorado es más efectiva cuando es de larga duración y está diseñada de forma continua y progresiva.<sup>10,11</sup>
- El desarrollo profesional del profesorado de ciencias debe organizarse en etapas o fases y, en cada una, se deben priorizar distintos aspectos y facilitar las condiciones más adecuadas para ir apoyando la evolución y mejora docente.<sup>11</sup> Algunas de estas etapas pueden ser: formación inicial, docente en prácticas, profesorado novel, formación continua.



## SABÍAS QUE...

## IMPlicaciones para la enseñanza de las ciencias

Enseñar ciencias no es solo una actividad cognitiva, es también, y a la vez, emocional.

- Los pensamientos y las emociones interaccionan entre sí y se influyen mutuamente en la actividad de enseñar ciencias.<sup>12</sup>
- Las estrategias formativas deben promover un ambiente en el que tanto los conocimientos como las emociones se compartan libremente con seguridad, generando ambientes cargados de confianza y apoyo.<sup>13,14</sup>
- Asimismo, en el desarrollo de las actividades formativas se debe procurar que el profesorado se sienta capaz y satisfecho con los procesos y los cambios que emprende.

Cambiar sustancialmente la forma de enseñar ciencias es un proceso multifacético que involucra no solo aspectos personales –cognitivos y emocionales–, sino también sociales y culturales.

- Las estructuras y culturas institucionales de los centros educativos habituales suelen imponerse a los intentos de cambio individuales por parte de los docentes, constituyendo importantes obstáculos externos para la mejora de la enseñanza de las ciencias.<sup>15</sup>
- Para mejorar la enseñanza de las ciencias, la formación docente es imprescindible, pero no es suficiente. Son precisos cambios estructurales y culturales.<sup>16</sup>
- Por otro lado, y a la vez, los cambios estructurales (tales como las reformas educativas) y culturales (tales como el cambio de la cultura analógica a la digital), sin implicación de los docentes y formación del profesorado, son insuficientes para promover cambios importantes y generalizados en la enseñanza de las ciencias.<sup>17</sup>
- Mejorar la enseñanza de las ciencias precisa de cambios en los docentes y en la organización de las estructuras educativas, que deben ir promoviéndose de manera progresiva e interrelacionada.



## SABÍAS QUE...

**Los cursos de formación del profesorado transmisivos y de corta duración no son útiles para mejorar las clases de ciencia.**

## IMPlicaciones para la enseñanza de las ciencias

- El profesorado no cambia sus prácticas habituales solo porque conozca una teoría educativa o algunos ejemplos prácticos, por muy fundamentados que sean.<sup>18,19</sup>
- Vivir como estudiantes –o en el papel de ellos– experiencias de aprendizaje de las ciencias basada en los modelos que propone la investigación educativa favorece la adopción como enseñante de dichos modelos de enseñanza.<sup>20</sup>
- Las estrategias formativas basadas en la reflexión sobre la práctica y la experimentación y evaluación de nuevas maneras de enseñar ciencias, que permitan resolver los problemas prácticos de los docentes, son las más efectivas para la mejora educativa.<sup>21,22,23,24</sup>
- Las actividades formativas deben promover que los docentes vivan experiencias similares a las que se les propone que ellos implementen, así como que desarrollen una cultura de “investigación” sobre su práctica: detectar problemas en su enseñanza, diseñar una intervención educativa, experimentarla y evaluarla, revisando finalmente los principios teóricos que la sustentan y comenzando un nuevo ciclo.

---

**El trabajo docente se desarrolla mucho mejor en equipo.**

- Los procesos de mejora de la enseñanza de las ciencias que se realizan en equipos (de centro o intercentros) y apoyados por expertos obtienen resultados de alto impacto y duración.<sup>21,22,23</sup>
- La profesión docente precisa del desarrollo de una cultura colaborativa, donde prime la apertura y la comunicación para la solución de los problemas profesionales reales y compartidos.



**✗ Para enseñar ciencias basta con saber ciencias.**

**Se puede enseñar ciencias sin saber ciencias, lo que importa es la metodología.**

- La enseñanza de las ciencias requiere del desarrollo de un tipo especial de conocimiento, fundamentado, profesionalizado y práctico, denominado “conocimiento didáctico del contenido” (CDC) o “conocimiento práctico profesional (CPP)”.<sup>25,26,27</sup>
- Este conocimiento es fruto de la interacción entre distintos tipos de saberes (conocimientos y prácticas científicas, conocimiento pedagógico, conocimiento experiencial y conocimiento metadisciplinar).<sup>25,26,27</sup>
- Forman parte del CDC conocimientos sobre las finalidades de la educación científica, la ciencia escolar, las ideas de los estudiantes sobre los asuntos científicos, la metodología para enseñar ciencias y la evaluación de la enseñanza de las ciencias.<sup>26,28</sup>

**✗ A enseñar ciencias se aprende enseñando.**

- Los años de experiencia docente no son un factor determinante en la calidad de la enseñanza de las ciencias ni en la mejora de los resultados de aprendizaje de los estudiantes.<sup>29</sup>

**✗ Si yo, como docente, transmito bien la ciencia, el estudiante, esforzándose, aprenderá (a no ser que tenga algún problema).**

- La relación entre enseñanza y aprendizaje no es directa y mecánica.
- El esfuerzo del alumnado es inútil si los contenidos propuestos quedan fuera de su zona de desarrollo próximo, de aquello que tiene capacidad de aprender según el nivel de desarrollo de sus diferentes capacidades.<sup>30</sup>
- El grado de aprendizaje de los estudiantes es distinto según el enfoque de enseñanza utilizado. La enseñanza transmisiva provoca aprendizajes de baja calidad (se olvidan pronto, no se transfieren a situaciones prácticas fuera del contexto escolar...). La enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar fomenta aprendizajes más diversos y de mayor calidad que la enseñanza transmisiva.<sup>31</sup>

**✗ Si, pero con tantos contenidos obligatorios, no se puede...**

**(...enseñar como no sea de manera transmisiva)**

- La legislación educativa actual promueve prácticas de enseñanza de las ciencias coherentes con un modelo de investigación escolar, para el aprendizaje no solo de saberes, sino de habilidades y valores propios de la metodología científica. La enseñanza transmisiva y centrada solo en contenidos conceptuales no tiene cobertura legal.
- La legislación vigente no determina exactamente los contenidos que hay que enseñar. Son los libros de texto los que proponen, bajo su criterio editorial, contenidos de manera detallada. Estos varían entre unas editoriales y otras. El grado de coherencia entre lo que propone la legislación y lo que proponen los libros de texto es desigual según las editoriales.<sup>32,33</sup>
- Si los docentes seleccionan y organizan los contenidos relevantes —o grandes ideas— para un contexto concreto, obtienen mejores resultados de aprendizaje en sus estudiantes que si no lo hacen.<sup>34</sup>



## EJEMPLO DE DESARROLLO PROFESIONAL

Presentamos a continuación la entrevista realizada al equipo directivo del CEIP El Valle (Écija) sobre el proceso formativo seguido en los dos últimos años, y a Francisco López (jefe de estudios del CEIP Príncipe de Asturias, Sevilla), que ha actuado de guía experto durante dicha experiencia.

El CEIP El Valle es un colegio de Écija situado en una zona de compensatoria. Con todas las dificultades, pero superando prejuicios y con la determinación de que otra escuela es posible, en solo dos años ha generado un gran cambio educativo. Se pueden destacar muchos ámbitos, pero es llamativo el desarrollo a nivel metodológico, pasando de un modelo tradicional y una cultura profesional de aislamiento a propuestas compartidas y basadas en aprendizajes basados en proyectos.

Este curso ha recibido el premio Wind Experts por un proyecto sobre energías renovables.

## **¿Cómo empezó el proceso de formación?**

Equipo El Valle (EV): Las cosas no funcionaban bien, nosotros enseñábamos pero los niños no aprendían, no había un ambiente bueno de participación, de interés... Nuestro centro es de difícil desempeño y los resultados que conseguíamos no eran buenos. Había que hacer algo, teníamos que cambiar.

Un padre de un alumno nos "daba la vara" a menudo con que el colegio no iba bien, que teníamos que mejorar, que se podían hacer otras cosas... Nos habló de Paco, al que había escuchado hablar en algunos actos, lo había invitado a su programa de radio... y nos insistió mucho en que hablásemos con él. Y así lo hicimos.

Paco nos invitó a las reuniones del colectivo Con+ciencia y empezamos a asistir nosotros tres una vez al mes y a aprender sobre el trabajo por proyectos. Queríamos formarnos antes de proponer al claustro esta forma de trabajar.

## **¿Qué es Con+ciencia?**

Paco (P): Un colectivo de docentes de diferentes centros y niveles educativos que diseña, experimenta y comparte propuestas educativas alternativas al modelo tradicional. Esta concepción profesional compartida supone la apuesta por un modelo didáctico personal, coherente con las teorías científicas y con la práctica contextualizada, lo que supone una implicación que no es solo racional, sino también ética y emocional. En el grupo compartimos conocimientos, afectos, nos enriquecemos y nos fortalecemos como colectivo.

*La relación entre enseñanza y aprendizaje no es directa y mecánica.*

*Los docentes aprendemos a serlo antes de recibir ninguna formación para ello; ese conocimiento es el más influyente en la práctica.*

*El trabajo docente se desarrolla mucho mejor en equipo.*

*Enseñar no es solo una actividad cognitiva, es también, y a la vez, emocional.*

## **¿Cómo se ha desarrollado el proceso? ¿Qué ha sido lo más útil? ¿Y lo menos?**

EV: La primera vez que vinimos a reunirnos con el colectivo, trajimos un diseño de trabajo por proyectos del que estábamos muy orgullosos. Veníamos en el coche pensando: "Cómo se van a quedar cuando presentemos nuestro proyecto, van a alucinar". Y no veas, nos dijeron miles de cosas. El proyecto iba para atrás lleno de tachones, cambios, partes arrancadas... En el coche íbamos en silencio absoluto. Pero **perseveramos**. Entendimos que lo que nos había pasado era normal, que **la primera vez que haces algo no es perfecto**.

Lo más útil para nuestra formación ha sido ese intercambio constante con colegas sobre recursos, ideas, propuestas... Eso ha sido muy enriquecedor.

## **¿En qué destacan las propuestas de aprendizajes basadas en proyectos respecto a las anteriores, más tradicionales?**

EV: El ABP es una propuesta mucho más atractiva e inclusiva; por lo tanto, más adecuada a las características de nuestro centro. Genera actividades que no se quedan solo en el aula o en el libro de texto, por lo que permite la participación del resto de la comunidad educativa. Al estar más conectado con problemas reales, genera aprendizajes más significativos y funcionales para el alumnado.

## **¿Cómo lo habéis extendido al resto del profesorado del centro?**

EV: Solicitamos al CEP una formación en nuestro centro sobre el trabajo por proyectos, pidiendo que fuese Paco el formador. En esta formación ha participado todo el claustro de una forma u otra, porque se aprobó la actividad en el plan de centro y había que hacerla.

Paco ha estado viniendo con regularidad y nos proponía tareas, revisaba lo que habíamos hecho, nos hacía sugerencias...

*Aprender a enseñar ciencias requiere tiempo.*

*Cambiar lo que sabemos sobre enseñar ciencias requiere superar obstáculos.*

*La legislación educativa actual promueve prácticas de enseñanza de las ciencias coherentes con un modelo de investigación escolar.*

*Aprender a enseñar ciencias requiere tiempo.*



## **Paco, ¿qué elementos de este proceso crees que han sido los más influyentes en el cambio experimentado por los docentes de El Valle?**

P: Hay muchos modelos de formación, dependiendo del objetivo de esta. No se debe utilizar la misma modalidad formativa para que el profesorado aprenda a manejar la pizarra digital que para hacer una transición desde una metodología tradicional al ABP. La formación impartida fue dirigida a producir cambios en las **concepciones docentes** que afectan a la **práctica de aula** y a establecer **modelos didácticos compartidos**. Por ello optamos por una formación **contextualizada** atendiendo a los problemas detectados en el centro a nivel colectivo e individual y que contemplara la **evolución individual progresiva** a través de **varios ciclos de información, puesta en práctica, valoración y mejora**. Exponer abiertamente las dificultades encontradas y también los logros **aminoran los miedos inherentes al cambio** y ayuda a normalizarlo, entendiéndolo como algo ineludible en nuestra profesión dentro de un mundo y una sociedad cambiante.

### **¿Por qué apostáis por este tipo de formación y no otra, por ejemplo por cursos?**

EV: Porque era la única que considerábamos que nos sería realmente útil. Asistir a un curso de dos tardes donde alguien te viene a contar algo no nos iba a ayudar a cambiar nuestras clases y el colegio.

### **¿Cómo habéis ido implicando al resto del profesorado?**

EV: **Lo metimos en el proyecto educativo**, así que no tenían más remedio que participar de alguna manera. De todas formas, es verdad que hacía falta un grupo que tirase y animase, pero han estado predispuestos porque también ellos eran conscientes de que la cosa no iba bien en el colegio.

**En el trabajo por proyectos se han involucrado también las familias.** Han participado en las cosas que les hemos pedido y nos han ayudado mucho. Incluso hemos cambiado el formato de las fiestas de fin de curso a otro de semana cultural y nos han felicitado por ello. Nos decían cosas como: esto sí ayuda a aprender a nuestros hijos, es educativo...

Enhorabuena por vuestra apuesta por ofrecer a vuestro alumnado un modelo de escuela diferente al tradicional. Nos sirve como evidencia de que otra manera de enseñar y aprender es posible a pesar de todas las dificultades.

*Cambiar sustancialmente la forma de enseñar ciencias es un proceso multifacético que involucra no solo aspectos personales –cognitivos y emocionales–, sino también sociales y culturales.*

*Los cursos de formación del profesorado transmisivos y de corta duración no son útiles para mejorar las clases de ciencia.*

# REFERENCIAS

1. Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 188-199.
2. Tobin, K. y Espinet, M. (1989). Impediments to change: application of coaching in high school science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (2), 105-120.
3. Hewson, P. W.; Tabachnick, B. R., Zeichner, K. M. y Lemberger, J. (1999). Education prospective teachers of Biology: findings, limitations and recommendations. *Science Education*, 83 (3), 373-384.
4. Mansour, N. (2008). Science teachers' beliefs and practices: issues, implications and research agenda. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(1), 25-48.
5. Guisasola, J.; Barragués, J. I. y Garmendia, M. (2013). El Máster de Formación Inicial del Profesorado de Secundaria y el conocimiento práctico profesional del futuro profesorado de Ciencias Experimentales, Matemáticas y Tecnología. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10, 568-581.
6. Cañal, P.; Travé, G. y Pozuelos, F. J. (2011). Análisis de obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar. *Investigación en la Escuela*, 73, 5-26.
7. Porlán, R.; Martín del Pozo, R.; Rivero, A.; Harres, J.; Azcárate, P. y Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (3), 413-426.
8. Walker, S.; Brownlee, J.; Whiteford, C.; Exely, B. y Woods, Annette (2012). A longitudinal study of change in preservice teachers' personal epistemologies. *Australian Journal of Teacher Education*, 37(5), Article 4. Disponible en: <http://ro.ecu.edu.au/ajte/vol37/iss5/4>.
9. Rivero, A.; Solís, E.; Porlán, R.; Martín del Pozo, R. y Azcárate, P. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 29-52. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2068>.
10. Fonseca-Tinoca, L. (2004). *From professional development for science teachers to student learning in science*. Tesis doctoral. University of Texas at Austin.
11. Berry, A. Depaepe, F. y Van Driel, J. (2016). Pedagogical content knowledge in teacher education. Loughran, J. y Hamilton, M. (eds.). *International Handbook of Teacher Education*. Singapur: Springer.
12. Mellado, V.; Borrachero, A. B.; Brígido, M.; Melo, L. V.; Dávila, M. A.; Cañada, F.; Conde, M. C.; Costillo, E.; Cubero, J.; Esteban, R.; Martínez-Borreguero, G.; Ruiz, C.; Sánchez, J.; Garritz, A.; Mellado, L.; Vázquez, B.; Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
13. Saunders, R. (2012). The role of teacher emotions in change: Experiences, patterns and implications for professional development. *Journal of Educational Change*, 14(3), 303-333.
14. Korthagen, F. y Vasalos, A. (2005). Levels in reflection: core reflection as a means to enhance professional growth. *Teachers and Teaching. Theory and practice*, 11(1), 47-71. <http://dx.doi.org/10.1080/1354060042000337093>.
15. Binns, I. C. y Popp, S. (2013). Learning to teach science through inquiry: Experiences of preservice teachers. *Electronic Journal of Science Education*, 17(1), 1-24. Recuperado de <http://ejse.southwestern.edu/article/view/11346>.
16. Bradford, C. y Braaten, M. (2018). Teacher evaluation and the demoralization of teachers. *Teaching and Teacher Education*, 75, 49-59.
17. Fullan, M. (1993). *Change forces: probing the depths of educational reform*. Londres: Palmer Ed.
18. Bahr, N.; Dole, S.; Bahr, M.; Barton, G. y Davies, K. (2007). *Longitudinal evaluation of the effectiveness of professional development strategies*. Queensland: University of Queensland y Bond University.
19. Solbes, J.; Fernández-Sánchez, J.; Domínguez-Sales, M. C.; Cantó, J. y Guisasola, J. (2018). Influencia de la formación y la investigación didáctica del profesorado de ciencias sobre su práctica docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 25-44.

- 20.** Martínez-Chico, M.; López-Gay, R. y Jiménez-Liso, R. (2014). ¿Es posible diseñar un programa formativo para enseñar Ciencias por Indagación basada en Modelos en la formación inicial de maestros? Fundamentos, exigencias y aplicación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 28, 153-173.
- 21.** Crawford, B. A.; Capps, D. K.; Van Driel, J.; Lederman, N.; Lederman, J.; Luft, J.; Wong, S.; Tan, A. L.; Lim, S.; Loughran, J. y Smith, K. (2014). Learning to teach science as inquiry: developing an evidence-based framework for effective teacher professional development. Lederman, N. y Abell, S. (eds.). *Handbook of research on science education*, pp. 193-211. Nueva York: Routledge.
- 22.** Korthagen, F. A. J.; Loughran, J. y Russell, T. (2006). Developing fundamental principles for teacher education programs and practices. *Teaching and Teacher Education*, 22, 1020-1041.
- 23.** Furió, C. y Carnicer, J. (2002). El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. Estudio de ocho casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 47-73.
- 24.** Vázquez, B.; Jiménez, R. y Mellado, V. (2010). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (3), 417-432.
- 25.** Crawford, B. y Capps, D. (2016). What knowledge do teachers need for engaging children in science practices? Dori, J.; Mevarech, Z. y Baker, D. (eds.). *Cognition, Metacognition and Culture in STEM Education*. Nueva York: Springer.
- 26.** Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Diada.
- 27.** Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>.
- 28.** Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK summit. Berry, A.; Friedrichsen, P. y Loughran, J. (eds.). *Re-examining pedagogical content knowledge in science education*, pp. 28-42, Londres: Routledge Press.
- 29.** Friedrichsen, P. J.; Abell, S. K.; Pareja, E. M.; Brown, P. L.; Lankford, D. M. y Volkmann, M. J. (2009). Does Teaching Experience Matter? Examining Biology Teachers' Prior Knowledge for Teaching in an Alternative Certification Program, *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 357-383.
- 30.** Vigotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- 31.** Aguilera, D.; Martín-Páez, T.; Valdivia-Rodríguez, V.; Ruiz-Delgado, A.; Williams-Pinto, L.; Vilchez-González, J. M. y Perales, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-284.
- 32.** Meira, P.; Bisquert, K.; García-Vinuesa, A. y Pérez, A. (2019). RESCLIMA-EDU: A alfabetización climática en Educación Secundaria. Análise transcultural das representações sociais do cambio climático en estudiantes, docentes e material curricular. Alonso-Ferreiro, A. y Gewerc, A. (2019). *Conectando Redes. La relación entre la Investigación y la Práctica educativa*, pp. 795-808. Simposio REUNI+D y RILME. Santiago de Compostela: Grupo Stellae.
- 33.** Montañés, B. y Jaén, M. (2015). ¿Qué características presentan los contenidos relacionados con las problemáticas ambientales propuestos en los libros de texto de 3º de la ESO? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 130-148. [http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2015.v12.i1.09](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.09).
- 34.** Kang, J. (2017). Preservice teachers' learning to plan intellectually challenging tasks. *Journal of Teacher Education*, 68(1) 55-68.