

**Desarrollo de competencias metacognitivas e investigativas en docentes en formación mediante la incorporación de tecnologías digitales: aportes a la excelencia docente\***

//Metacognitive and Investigative Skill Development in Pre-service Teachers through the Use of Digital Technologies — Contributions to Teaching Excellence

//Desenvolvimento de competências metacognitivas e investigativas em docentes em formação por meio da incorporação de tecnologias digitais: contribuições à excelência docente

Luis Sanabria Rodríguez\*\*  
Omar López Vargas\*\*\*  
Linda Alejandra Leal Urueña\*\*\*\*Recibido: 28/08/2014  
Evaluado: 13/10/2014

- \* Este artículo se deriva de los resultados de investigación del proyecto "Programas de computador para el desarrollo de competencias docentes", cofinanciado por Colciencias y la Universidad Pedagógica Nacional.
- \*\* Doctor en Educación. Profesor de la Universidad Pedagógica Nacional. lubsan@pedagogica.edu.co.
- \*\*\* Doctor en Educación. Profesor de la Universidad Pedagógica Nacional. olopezv@pedagogica.edu.co.
- \*\*\*\* Magíster en Tecnologías de Información Aplicadas a la Educación. Profesora de la Universidad Pedagógica Nacional. lalealu@pedagogica.edu.co.

**Resumen**

El artículo presenta los resultados de una investigación que propone un modelo de desarrollo de competencias profesionales para docentes en formación, con énfasis en la metacognición sobre la práctica pedagógica, la investigación en el aula y la incorporación de tecnología. El estudio es de tipo cualitativo y emplea la técnica de análisis de protocolos de reportes verbales, para indagar sobre los cambios de conducta en la práctica pedagógica de profesores en formación mientras: construyen ambientes de aprendizaje haciendo uso de ontologías, planean las unidades de aprendizaje, interactúan en el escenario de clase e investigan sobre el proceso de aprendizaje. Participan seis estudiantes de noveno semestre de las licenciaturas de Ciencias Sociales, Biología y Matemáticas de la Universidad Pedagógica Nacional. Los resultados muestran que el modelo de formación propuesto favorece el aprendizaje de los docentes y es eficaz en el cambio actitudinal frente a la práctica pedagógica. Es posible establecer que un modelo de formación docente orientado al desarrollo de competencias tecnológicas, metacognitivas e investigativas mejora la praxis pedagógica de los docentes en formación y en consecuencia afecta de forma positiva el logro académico de los estudiantes.

**Abstract**

This paper presents the results of a research that proposes a model for the development of professional skills for pre-service teachers, with an emphasis on metacognition on educational practice, classroom research and incorporation of technology. This is a qualitative study and uses the technique of verbal protocol analysis to inquire about the teacher's behavioral changes in pedagogical practice while they build some learning environments using ontologies, plan lessons, interact in the classroom and inquire about the learning process in three subject matters: Social Sciences, Biology and Mathematics. The project involved six ninth-semester students from Universidad Pedagógica Nacional. The results show that the proposed training model provides high quality professional learning for teachers and is effective in terms of teachers' attitudinal changes towards their teaching practices. It is possible to establish that a teacher training model focused on developing technological, metacognitive and research skills

**Palabras clave**

Calidad docente, competencias metacognitivas, competencias tecnológicas, docente como investigador, formación docente.

**Keywords**

Teaching quality, metacognitive skills, technological skills, teacher as a researcher, teacher training.

**Palavras chave**

Qualidade docente, competências meta-cognitivas, competências tecnológicas, docente como pesquisador, formação docente.

improves the educational practices of pre-service teachers, and consequently increase students' achievements.

## Resumo

O artigo apresenta os resultados duma pesquisa que propõe um modelo de desenvolvimento de competências profissionais para docentes em formação, com ênfase na meta-cognição sobre a prática pedagógica, a pesquisa na aula e a incorporação de tecnologia. O estudo é de tipo qualitativo e utiliza a técnica da análise de protocolos de reportes verbais, para indagar sobre as mudanças de conduta na prática pedagógica de professores em formação entanto: constroem ambientes de aprendizagem fazendo uso de ontologias, concebem as unidades de aprendizagem, interagem no cenário da aula e pesquisam sobre o processo de aprendizagem. Participam seis estudantes de nono semestre das licenciaturas de Ciências Sociais, Biologia e Matemáticas da Universidade Pedagógica Nacional. Os resultados mostram que o modelo de formação proposto favorece a aprendizagem dos docentes e é apropriado na mudança atitudinal diante à prática pedagógica. É possível estabelecer que um modelo de formação docente apontado ao desenvolvimento de competências tecnológicas, meta-cognitivas e investigativas melhora a práxis pedagógica dos docentes em formação e em consequência incide de forma positiva o resultado acadêmico dos estudantes.

Históricamente las facultades de educación de las universidades del país han desarrollado de forma sistemática procesos de evaluación y mejoramiento continuo de los procesos de formación y cualificación de los licenciados en los diferentes dominios de conocimiento. El propósito de estas iniciativas es responder a las necesidades y exigencias de aprendizaje de la sociedad contemporánea y garantizar una educación más equitativa, flexible y con altos estándares de calidad para toda la población estudiantil.

Sin embargo, las pruebas internacionales PISA (Programme for International Student Assessment), TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) y SERCE (Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo), que miden el nivel de competencia en Ciencias, Matemáticas y Lenguaje de los jóvenes, ubican a Colombia entre los países con resultados más deficientes, con elevados porcentajes de estudiantes que no alcanzan ni siquiera el nivel inferior propuesto por las pruebas (OCDE, 2012). Estos resultados y los obtenidos por los estudiantes en las pruebas nacionales Saber ponen en evidencia que la anhelada calidad de la educación aún está lejos de conseguirse.

Diferentes estudios han analizado los factores que tienen mayor incidencia en los deficientes resultados alcanzados por los

estudiantes latinoamericanos y se ha determinado que la calidad en la formación de los docentes, las bajas expectativas de estos frente a los resultados de aprendizaje de los estudiantes y la escasa disponibilidad de recursos pedagógicos en las instituciones escolares son los factores de mayor impacto en el bajo desempeño académico (Treviño, Valdés, Castro, Costilla, Pardo y Donoso, 2010). Se ha establecido en diversos estudios internacionales que la calidad docente contribuye más que cualquier otro factor a explicar las diferencias en el rendimiento académico de los estudiantes (RAND Corporation, 2013, citado en García, Maldonado, Perry, Rodríguez y Saavedra, 2014) y las intervenciones con mayor impacto sobre el desempeño de los estudiantes son aquellas que buscan mejorar la calidad de la formación docente (Glewwe, Hanushek, Humpage y Ravina, 2011).

La propuesta de García et al. (2014) para conseguir la excelencia de los docentes en Colombia define cinco ejes estratégicos: formación previa al servicio, selección, evaluación para el mejoramiento continuo, formación en servicio, y remuneración y reconocimiento.

Concentrándonos en el ámbito de la formación previa al servicio, los estudios han identificado varias problemáticas en la preparación de los docentes, entre las que se destacan: 1) déficit en el uso de las tecnologías de la información en el aula (Dawson, 2008; Kirschner y Selinger, 2003; Ottenbreit-Leftwich,

Glazewski, Newby y Ertmer, 2010). La evidencia sugiere que los profesores en formación no se sienten preparados para usar de forma efectiva las tecnologías de la información en las aulas; 2) baja habilidad metacognitiva de la praxis pedagógica (Dumitriu & Dumitriu, 2011; Killeavy y Maloney, 2010). Los estudios muestran que a los docentes se les dificulta monitorear y regular sus estrategias de enseñanza en función de las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y, finalmente; 3) escasas competencias investigativas en el aula (Demirbulak, 2011; López & Sanabria, 2011; Maldonado, Sanabria, Macías y Ortega, 2001; Maldonado et al., 2001a). Investigaciones recientes indican que los docentes en formación tienen una percepción negativa sobre la utilidad y proyección de los resultados de los procesos de investigación que se puedan llevar a cabo en el aula. Algunos perciben la investigación como un proceso improductivo y que aporta muy poco a su labor docente (Demirbulak, 2011).

## El uso de las tecnologías de la información en el aula

Los programas de formación del profesorado han propuesto la aplicación de estrategias eficaces para que los docentes en formación integren las tecnologías de la información en sus futuras clases. Muchos programas de formación han intentado desarrollar de forma

eficaz habilidades tecnológicas en los profesores en formación por medio de cursos electivos (Polly, Mims, Pastor e Inan, 2010). Sin embargo, en los Estados Unidos, Kleiner, Thomas y Lewis (2007) realizaron una encuesta a 1439 instituciones con programas de formación docente. El 85% de esos programas reportaron haber tenido solamente un curso de tecnologías de la información. Con esto se esperaba que los maestros en formación fueran capaces de articular el uso de las tecnologías en sus futuras aulas (Brush, Glazewski, Rutowski, Berg Stromfors y Van-Nest, 2003).

La evidencia sugiere que los profesores en formación no se sienten preparados para usar con efectividad la tecnología en las aulas (Drent y Meelissen, 2008; Kay, 2006), probablemente el número de asignaturas relacionadas con el desarrollo de habilidades tecnológicas es insuficiente en los programas de formación docente. En relación con el bajo uso de las tecnologías de la información en el aula, los estudios han mostrado que, desafortunadamente, la tecnología es muy poco utilizada por los maestros principiantes (Dawson, 2008; Kirschner y Selinger, 2003).

De acuerdo con los estudios, existe una brecha entre lo que los profesores en formación aprenden en sus cursos y la forma en que usan la tecnología en el aula (Ottenbreit-Leftwich, et al., 2010; Pope, Hare y Howard, 2002). La investigación deja ver que los profesores principiantes sienten que no están bien preparados para utilizar de forma efectiva las tecnologías de la información (Sang, Valcke, van Braak y & Tondeur, 2010; Tearle y Golder, 2008) y además no creen en sus capacidades para utilizar las tecnologías como apoyo a su labor docente, pues muchas veces sienten que sus estudiantes los pueden superar en el uso de los dispositivos tecnológicos. Una serie de factores se han identificado para explicar por qué los profesores no se sienten preparados para utilizar la tecnología en sus clases. Entre estos se pueden mencionar: escaso acceso a las TIC para usarlas en actividades de aprendizaje en las instituciones educativas (Dawson, 2008), poco tiempo disponible para la planeación de actividades en su horario de trabajo (Wepner, Ziomek y Tao, 2003) y bajas habilidades en el uso de las TIC (Teo, 2009).

Parece ser que hace falta articular los objetivos de la formación de los docentes en el área de tecnología con la versatilidad que ofrecen las TIC para integrarlas con éxito en las aulas (Kirschner & Selinger, 2003). La preparación de profesores requiere de programas que los orienten en la integración efectiva de las TIC, de tal forma que puedan usarlas para favorecer la

construcción de conocimiento en sus estudiantes y se incorporen en los currículos contemporáneos como buenas prácticas pedagógicas (Koehler y Mishra, 2009). Asociado con las deficientes habilidades en el uso de la tecnología se encuentra la baja capacidad metacognitiva que no les permite reflexionar sobre su praxis pedagógica, aspecto que se abordará a continuación.

## La metacognición en la praxis pedagógica

Diferentes estudios han mostrado que en los primeros años de trabajo, la tasa de abandono de los profesores novicios puede alcanzar hasta el 30% pues no saben cómo monitorear, evaluar y adaptar su estilo de enseñanza a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes (Urzúa, 1999). Ante esta situación, investigadores como Dumitriu et al. (2011) indican la importancia de desarrollar competencias metacognitivas como una de las actividades claves en el desarrollo profesional de los futuros licenciados. En esta línea de trabajo, se ha indicado que la praxis pedagógica debe estar articulada con la investigación en el aula.

Al respecto, Killeavy y Moloney (2010) afirman que el uso de habilidades metacognitivas por parte de los docentes en la práctica educativa favorece el monitoreo, la autoevaluación y regulación de su praxis pedagógica, en la vía de convertirse en docentes exitosos. Cuando el docente reflexiona sobre

sus estrategias de enseñanza, el logro de aprendizaje alcanzado por los estudiantes, las dificultades de aprendizaje que presentan con más frecuencia, las diferencias individuales y la gestión del aula en general, muy probablemente evaluará cada una de estas dimensiones y estará en capacidad de regular y mejorar aquello que no está funcionando como lo había planeado.

Los profesores que son capaces de monitorear y regular su práctica pedagógica son promotores activos del mejoramiento de su proceso de enseñanza y, en consecuencia, se convierten en docentes exitosos dispuestos a reconfigurar escenarios de aprendizaje y a utilizar estrategias adaptativas en función de las necesidades de aprendizaje de sus estudiantes. La aplicación deliberada de estas estrategias no solo le permite al docente construir conocimiento a partir de su propia práctica pedagógica, sino que lleva a un autoconocimiento respecto de sus fortalezas o debilidades a la hora de enfrentarse a nuevos contextos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El monitoreo y control de la práctica pedagógica se constituyen en elementos esenciales para desarrollar competencias investigativas en el aula, como se tratará en seguida.

## Investigar en el aula

Una necesidad sentida en la formación de los docentes se relaciona con la formación de competencias investigativas en el aula, que les permitan

aportar conocimiento pedagógico y estrategias para orientar el aprendizaje al sistema educativo. El déficit en estas competencias hace que los docentes principiantes no se motiven a innovar o proponer estrategias de enseñanza que respondan a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes (López et al., 2011). Un docente que sea capaz de reconocer dificultades de aprendizaje en sus estudiantes, adaptarse a sus diferencias individuales y proponer actividades pedagógicas en función de las características de los aprendices estaría en capacidad de diseñar e implementar innovaciones o estrategias de enseñanza que favorezcan el aprendizaje (Maldonado et al., 2001a; 2001b). En esta medida, ser capaz de observar, analizar e identificar patrones en el aprendizaje de los aprendices, probablemente, le servirá como insumo para plantear nuevos e innovadores escenarios educativos.

La formación en competencias investigativas de los docentes en preparación podría desarrollarse durante las prácticas pedagógicas, capacitándolos en la identificación de necesidades de aprendizaje, en el planteamiento de problemas, en la formulación de hipótesis y en el diseño e implementación de escenarios de aprendizaje que les permitan analizar y comprender con mayor precisión los procesos de construcción de conocimiento en sus estudiantes (Sanabria y Macías, 2006).

La literatura especializada en este ámbito de trabajo muestra que cuando los maestros se convierten en profesores-investigadores son más críticos y reflexivos con respecto a sus prácticas y comienzan a evaluar de forma sistemática información del proceso de enseñanza-aprendizaje que puede ser utilizada para mejorar el trabajo en el aula, con la posibilidad de ser socializado con la comunidad académica (Darling-Hammond, 2000; Grant y Gilette, 2006; Liston, Whitcomb y Borko, 2007).. El desarrollo de habilidades para la investigación empoderaría al docente en formación para asumir de manera científica el reto de la docencia en el aula (Cochran-Smith, 2005). En esta lógica de pensamiento, la labor de planificación de las unidades de aprendizaje debe ir más allá de los contenidos y evaluaciones, para otorgar atención especial a la planeación del proceso de aprendizaje, situación que posiblemente le exige al docente reflexionar sobre lo que hay que aprender, cómo se debe aprender y el tipo de entorno necesario para que el aprendizaje sea más eficaz (Jensen, 1996).

Con respecto a las percepciones de los docentes en formación y el proceso de investigación, Demirbulak (2011) desarrolló un estudio con maestros en formación del área de inglés con el

objetivo de identificar las percepciones acerca de la experiencia en el aula e indagar acerca del concepto del docente como investigador. En las entrevistas los maestros en formación percibían la investigación como un proceso improductivo, que no les aportaba a su praxis pedagógica. No habían tenido ninguna experiencia en investigación y los trabajos en este campo se asumían como una formalidad de los requerimientos académicos y de calificación.

De acuerdo con los hallazgos, es posible afirmar que la competencia investigativa es uno de los eslabones débiles de la formación del profesorado. Los futuros profesores necesitan construir su propia comprensión de lo que significa para ellos el profesor como investigador y cómo pueden llevar a cabo la investigación en el aula. Para ello los programas de formación de licenciados deben promover en la práctica docente experiencias de investigación en el aula a partir de las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

Este artículo presenta los resultados de una investigación que propone un modelo de formación de docentes con énfasis en la metacognición sobre la práctica pedagógica, la investigación en el aula y la incorporación de tecnología. El estudio de tipo cualitativo indaga sobre los cambios de conducta en la práctica pedagógica de profesores en formación cuando construyen ambientes

computacionales, planean las unidades de aprendizaje, interactúan en el escenario de clase e investigan sobre el proceso de aprendizaje de sus estudiantes.

## Metodología

Se desarrolla un estudio cualitativo basado en la técnica de análisis de protocolos (Ericson y Simón, 1993) para describir los reportes verbales y visuales obtenidos por medio de la videograbación y observación de los profesores en formación, mientras participan en las etapas del modelo de formación de competencias docentes. En este análisis se toman como referente las ontologías que construye el docente-aprendiz en la planeación de la clase y las actividades que desarrolla durante su interacción en el aula.

## Participantes

La investigación se desarrolla con seis estudiantes de noveno semestre de la Universidad Pedagógica Nacional, dos hombres y cuatro mujeres, seleccionados de tres áreas de formación: dos de Ciencias Sociales, dos de Biología y dos de Matemáticas. Los estudiantes participan de manera voluntaria como parte del curso de práctica pedagógica. Sus edades oscilan entre 20 y 24 años de edad. La práctica pedagógica se desarrolla con estudiantes de noveno grado de educación media de una institución educativa distrital de Bogotá.

## Modelo propuesto para la formación de competencias docentes

Para el desarrollo de la investigación se propone un modelo de formación de competencias docentes que utiliza como estrategia la representación de conocimiento a través de ontologías. Una ontología es una especificación explícita y formal de una conceptualización (Gruber, 1993), definida por una taxonomía o espacio semántico (Guarino, 1998). Dicho de otra forma, una ontología define el conjunto de clases y relaciones jerárquicas, sistémicas o causales, necesarias para comunicarnos mediante escritos, diagramas o programas de computador (Woods, 1975; Smith, 1995).

El modelo se desarrolla en cuatro fases: la primera, es la construcción de un escenario de aprendizaje computacional basado en hipertexto que se desarrolla haciendo uso de un Shell denominado Sistema de Marcos, Simas (Maldonado et al, 2001b; Sanabria y Macías, 2006), sobre el cual el docente elabora una ontología del tema seleccionado. A partir de la ontología se genera una estructura hipermedial navegable, con una página para cada nodo de la red conceptual. A cada nodo se incorporan textos, sonidos, gráficos o videos. La construcción del ambiente de aprendizaje y su implementación en el aula está orientada a desarrollar las competencias tecnológicas de los docentes en formación.

La segunda fase es la planeación de la actividad de aprendizaje, durante la cual el docente en formación elabora el plan de clase y diseña la unidad de aprendizaje. Esta incluye los objetivos de aprendizaje, el ambiente hipermedial construido, un conjunto de actividades y una guía de evaluación. El enfoque que sustenta el modelo de formación propuesto considera que el aprendizaje es un proceso en el que se comparten ontologías (Sanabria y Macías, 2006). El docente comparte una representación ontológica con el aprendiz, quien la integra a sus representaciones previas (Sowa, 2000). En esta misma lógica, el docente en formación a partir de la ontología genera un metamodelo para planear la unidad de aprendizaje. En esta perspectiva, la representación ontológica del dominio de conocimiento se constituye en un elemento facilitador de la planeación y organización de la unidad de aprendizaje.

La tercera fase es la implementación en el aula de la planeación de la unidad de aprendizaje. Durante esta etapa el docente

utiliza el ambiente hipermedial para orientar la sesión, monitorear el proceso de aprendizaje, evaluar el logro alcanzado por los estudiantes y ajustar y rediseñar aquellos aspectos del modelo en función de los aprendizajes de los estudiantes. Simultáneamente, lleva un registro de las conductas que observa en los estudiantes durante el proceso de aprendizaje. Este registro constituye a su vez una forma de monitoreo y regulación de su praxis pedagógica y favorece el desarrollo de sus competencias metacognitivas.

Finalmente, durante la cuarta fase, el maestro en formación elabora un informe de investigación sobre el desarrollo de la unidad de aprendizaje. Utiliza como insumo sus registros de observación, analiza las conductas de los estudiantes en búsqueda de regularidades o patrones de aprendizaje, realiza inferencias y explica el proceso de aprendizaje en función de su modelo de clase. Estas actividades fomentan el desarrollo de las competencias investigativas en el aula de los docentes en formación.

## Procedimiento

El grupo de investigación Cognitek realiza una convocatoria entre los estudiantes de las diferentes facultades de la Universidad Pedagógica Nacional que se encuentran desarrollando su práctica docente para participar en el proyecto de investigación. Una vez seleccionados los estudiantes, quienes de manera voluntaria deciden participar en la investigación, se les explica la

metodología del proyecto y ellos dan su consentimiento para que sus prácticas sean grabadas y analizadas. Posteriormente se selecciona la institución educativa en la cual se desarrollan las prácticas pedagógicas y se establece contacto con los directivos y profesores de la institución. Con la aprobación de directivos y profesores, se seleccionan los cursos y se socializa el proyecto. Se protocolizan todos los permisos para que los estudiantes de noveno grado puedan participar en la experiencia y acepten ser grabados durante las actividades de clase y se firman los consentimientos informados. Los integrantes del grupo de investigación realizan las grabaciones y acompañan el trabajo en el aula durante todo el desarrollo de las prácticas con el objetivo de resolver cualquier inquietud.

Para realizar el proceso investigativo se utiliza la técnica de análisis de protocolos de reportes verbales (Ericson y Simón, 1993), con el fin de identificar las estructuras de representación computacional y las conductas específicas de cada docente-aprendiz. El proceso consta de cuatro fases, a saber: verbalización, transcripción, codificación y análisis de los códigos. La aplicación de esta técnica busca validar el modelo de formación de competencias docentes.

La fase de verbalización consiste en grabar con la videocámara el discurso del docente en formación y las acciones durante las cuatro etapas del modelo de formación de

competencias. Para el desarrollo de la experiencia se realizaron 16 horas de grabación correspondientes a la interacción en el salón de clase de cada docente-aprendiz para un total de 96 horas de grabación. De esta actividad se obtienen dos productos: por un lado, los registros de la videograbación y por otro lado, las inferencias del equipo de investigación. La fase de transcripción y codificación consiste en el procesamiento de la información obtenida. Se inicia con la transcripción de los registros de video y las observaciones de los investigadores; luego, se procede a segmentar cada transcripción, codificándola de acuerdo con los indicadores de las competencias establecidas en el modelo de formación propuesto. Para la codificación se proponen tres categorías que corresponden a las competencias del modelo, cada una de las cuales está determinada por subcategorías que sirven como indicadores que validan el modelo de formación de competencias.

En relación con la competencia tecnológica se definieron como subcategorías: habilidad para el manejo de la tecnología, habilidad para representar conocimiento estructurado en un escenario computacional, habilidad para diseñar entornos de aprendizaje computacional y habilidad para orientar el uso de la tecnología en el aula.

Respecto de la competencia metacognitiva se formularon las siguientes subcategorías de análisis: reflexión a partir de juicios metacognitivos sobre lo que sabe y lo que necesita aprender con respecto a su estilo de enseñanza, formulación de sus metas en relación con el aprendizaje de sus estudiantes, planeación de sus estrategias pedagógicas y control del tiempo dedicado a la actividad de aprendizaje. Estos son los elementos determinantes para el monitoreo y la regulación de su práctica pedagógica.

En cuanto a la competencia investigativa se tuvieron en cuenta las siguientes subcategorías: abstracción de las conductas de los aprendices, categorización de las conductas, capacidad de realizar inferencias a partir de las categorías previamente establecidas y capacidad de sacar conclusiones a partir de las inferencias.

## Resultados

### Competencia tecnológica

Con respecto a la habilidad para el manejo de la tecnología, los docentes en formación logran diseñar e implementar su propio

ambiente hipermedial de aprendizaje, haciendo uso del aplicativo Simas (tabla 1). En su construcción integran diferentes formatos para la presentación de la información (textos, imágenes, audios, videos, animaciones, etc.). El hecho de diseñar su propio escenario de aprendizaje es valorado por los docentes en formación como de

gran relevancia y apoyo a la labor pedagógica que desarrollan en el aula; evidencia en ellos mayores niveles de seguridad para hacer uso de la tecnología, lo que les permite optimizar los escenarios de aprendizaje, diseñar e incorporar nuevas actividades pedagógicas y elaborar pruebas con retroalimentación para los estudiantes. En síntesis, consiguen orientar el uso de la tecnología al logro de los objetivos de aprendizaje establecidos por ellos durante la fase de planeación.

Tabla 1. Ejemplo de protocolos verbales relacionados con la competencia tecnológica.

Competencia tecnológica	
Verbalización	Acción
“Aprender con computador es entrar en este y empezar a navegar de forma interactiva con diferentes medios”.	Relaciona la estructura conceptual con los nodos de navegación del hipertexto.
“Los nodos son para navegar en cada concepto”.	Explica la navegación como avanzar a partir del nodo padre y regresar buscando este nodo.
“El contenido de las relaciones aparece en los campos de texto”.	Orienta la diferencia de los objetos en la pantalla, indicando los que son botones de navegación y los que simplemente se consideran contenedores de texto.

Fuente: Elaboración propia.

Con relación a la habilidad para representar conocimiento estructurado en el escenario computacional, durante la fase de *planeación* para el diseño del ambiente hipermedial los docentes en formación están en un proceso de familiarización con la representación de conocimiento y con el uso del aplicativo Simas. Esto hace que la elaboración del hipermedio requiera de un esfuerzo adicional y mayor tiempo de entrenamiento (tabla 2).

Una vez que el docente en formación *implementa* la unidad de aprendizaje y realiza la reflexión

acerca de su práctica pedagógica, logra construir recursos hipermediales de mayor riqueza semántica, caracterizados por presentar conceptos más organizados, relaciones más precisas y una definición conceptual articulada con la estructura de la representación (tabla 3).

En cuanto a la orientación del uso de la tecnología en el aula, esta habilidad se evidencia en la medida en que los docentes en formación son capaces de articular el ambiente computacional al desarrollo de los diferentes momentos de la clase, e integrarlo armónicamente con el

uso de los demás recursos diseñados por ellos para facilitar el proceso de aprendizaje. Los estudiantes de la institución educativa en la que se desarrollan las prácticas interactúan con el ambiente computacional diseñado por los docentes en formación y este constituye un elemento clave en el proceso de construcción de conocimiento.

Tabla 2. Habilidad para representar conocimiento estructurado en un escenario computacional del docente-aprendiz de Ciencias Naturales en la fase de planeación.

Competencia tecnológica Fase de planeación											
Representación del dominio temático											
Jerárquica				Sistémica				Causal			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrolla tres conceptos.</li> <li>• Define una categoría.</li> <li>• Distribuye los conceptos en tres ramales.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrolla cuatro subsistemas.</li> <li>• Define una categoría.</li> <li>• Distribuye los conceptos en dos ramales.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrolla tres conceptos.</li> <li>• Define dos categorías.</li> <li>• Relaciona los conceptos en dos ramales.</li> </ul>			
Conceptos		Relaciones		Conceptos		Relaciones		Conceptos		Relaciones	
Válidos	No válidos	Válidos	No válidos	Válidos	No válidos	Válidas	No válidos	Válidos	No válidos	Válidas	No válidas
14	2	6	2	4	0	1	0	2	0	3	5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Habilidad para representar conocimiento estructurado en un escenario computacional del docente-aprendiz de Ciencias Naturales en la fase de implementación.

Competencia tecnológica Fase de implementación											
Representación del dominio temático											
Jerárquica				Sistémica				Causal			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrolla trece conceptos.</li> <li>• Define cuatro categorías.</li> <li>• Distribuye los conceptos en ocho ramales.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrolla cuatro conceptos.</li> <li>• Define una categoría.</li> <li>• Distribuye los conceptos en tres ramales.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrolla cuatro conceptos.</li> <li>• Define dos categorías.</li> <li>• Relaciona los conceptos en cuatro ramales.</li> </ul>			
Conceptos		Relaciones		Conceptos		Relaciones		Conceptos		Relaciones	
Válidos	No válidos	Válidas	No válidas	Válidos	No válidos	Válidas	No válidos	Válidos	No válidos	Válidas	No válidas
24	0	4	0	18	0	1	0	17	0	2	0

Fuente: Elaboración propia.

## Competencia metacognitiva

Con relación a la reflexión, a partir de juicios metacognitivos sobre lo que sabe y lo que necesita aprender con respecto a su estilo de enseñanza, el docente en formación logra monitorear su praxis pedagógica con base en el análisis de sus registros en el diario de campo. Los registros elaborados incluyen información acerca de la motivación hacia el aprendizaje de los estudiantes, las características individuales de los aprendices, las frecuencias y tipos de participación de los estudiantes

en las actividades escolares y la forma de interacción con el ambiente computacional. El análisis de la información registrada en los diarios de campo tiene la intencionalidad de que el docente reflexione sobre la forma en que está orientando la clase y que compare si las actividades que desarrolla concuerdan con su planeación. A través de esta práctica los docentes, de manera consciente, regulan –modifican, refinan, mejoran– aquellos elementos de la planeación de la clase que no están funcionando de la forma deseada.

Tabla 4. Formulación de metas en relación con el aprendizaje de los estudiantes.

Metas de la práctica docente Fase de planeación		Metas de la práctica docente Ajustes en la fase de implementación	
Prevista	Alcanzada	Prevista	Alcanzada
Comprender estructura ontológica del hipertexto.	Elaboraron la representación semántica del hipertexto.	Lograr que los estudiantes comprendan la jerarquía en la representación.	Comprendieron la estructura jerárquica a partir de los ejercicios de representación realizados por los estudiantes
Usar estrategias metacognitivas	Elaboraron preguntas como guía metacognitiva.	Comprender y manejar la representación del hipermedio.	Identificaron instancias y contenidos en los objetos simbólicos del hipermedio.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a las metas de aprendizaje, estas fueron formuladas por los docentes en formación en función de lograr que sus estudiantes sean capaces de construir el conocimiento de manera estructurada (tabla 4), y con este propósito diseñan el ambiente hipermedial, desarrollan las actividades en el aula y evalúan los conocimientos. Con

el fin de determinar la proximidad alcanzada por los estudiantes en relación con las metas de aprendizaje previstas para ellos, los docentes-aprendices comparan los estados deseados y el estado real de aprendizaje alcanzado por los estudiantes. Como resultado de este proceso, ellos logran identificar la necesidad de adaptar la complejidad de las

actividades pedagógicas desarrolladas en el aula con el fin de favorecer el proceso de aprendizaje y mejorar la comprensión de los conceptos y sus relaciones.

Los elementos previos son insumo para que los docentes en formación reflexionen de manera objetiva sobre sus estrategias pedagógicas. En esta medida, identifican diferencias individuales en sus aprendices, proponen y someten a prueba diferentes estrategias pedagógicas con el propósito de favorecer y optimizar el aprendizaje de los estudiantes. Entre las estrategias propuestas por los docentes en formación durante el desarrollo de este estudio se destacan: la organización de conceptos en estructuras ontológicas, el diseño de activadores metacognitivos en las actividades pedagógicas, el fomento al desarrollo de actividades de trabajo en colaboración en algunos casos y en otros, el desarrollo de trabajos individuales. Los ajustes en las estrategias pedagógicas realizados durante las fases de planeación e implementación del modelo se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Planeación de estrategias pedagógicas.

Estrategias pedagógicas planeadas		Estrategias pedagógicas ajustadas	
Planeada	Usada	Planeada	Usada
Organizar conceptos en estructura ontológica.	Elaboración de representación semántica del hipertexto.	Orientación del proceso de reflexión del tipo de representación con ejemplos y el uso de analogías	Utiliza el ejemplo y la pregunta como activadores metacognitivos de sus estudiantes
Diseño de activadores metacognitivos	Elaboración de preguntas como guía metacognitiva	Utilización del hipermedio como elemento de interpretación de la representación semántica	Análisis de cada página para identificar categorías y contenidos de la representación

Fuente: Elaboración propia.

En relación con las habilidades de control de tiempo del proceso de enseñanza se obtuvo que la estimación de tiempo realizada por los docentes en formación en la etapa de planeación es desproporcionada con respecto al tiempo empleado por los estudiantes en el desarrollo de la unidad de aprendizaje durante la implementación. Sin embargo, a medida que el docente-aprendiz avanza en la apropiación del modelo de formación, ajusta estas estimaciones hasta llevarlas a niveles

estándar que maneja en sus futuras intervenciones en el aula (tabla 6). Este proceso de ajuste de los tiempos estimados es un elemento que también favorece la metacognición del docente sobre su praxis pedagógica.

Tabla 6. Habilidades para el control de tiempo de las actividades de enseñanza-aprendizaje.

Fase	Actividades de aprendizaje	Tiempo	
		Previsto	Gastado
Planeación	Representación jerárquica de conocimiento	5 h	2 h
	Funcionamiento del software Simas	5 h	3 h
	Definición de actividades metacognitivas	5 h	2 h
Implementación	Estructuración jerárquica, sistémica y causal del conocimiento en la representación	2 h	2 h
	Actividades metacognitivas de monitoreo y control	2 h	2 h
	Estrategias pedagógicas para orientar el manejo del hipermedio	2 h	2 h

Fuente: Elaboración propia.

## Competencia investigativa

En cuanto al desarrollo de las competencias investigativas, el análisis de las transcripciones de los protocolos verbales y audiovisuales de los docentes en formación permitió

valorar el desarrollo de habilidades relacionadas con la formulación de problemas, el uso de instrumentos para la recolección de información, el análisis de datos y la interpretación de resultados (tabla 7).

Tabla 7. Síntesis de las habilidades desarrolladas por el docente-aprendiz de Ciencias Naturales en su rol de investigador.

Habilidades investigativas	Indicadores del desarrollo de las habilidades investigativas
Formulación del problema de aprendizaje	Formula el problema de aprendizaje de los estudiantes tomando como referente el nivel de comprensión en la jerarquía de conceptos, medido a través de categorías y relaciones.
Utilización de instrumentos para la recolección de los datos	Hace uso de: tablas para clasificar conceptos y categorías, árboles para estructurar la representación de conocimiento, test con preguntas abiertas, guías para orientar el proceso investigativo, videgrabadora, registros de campo.

<p>Análisis del proceso de aprendizaje</p>	<p>Hace lecturas de síntesis de la información. Intenta hacer generalizaciones a partir de resultados parciales. Utiliza el dominio de conocimiento para hacer lectura de la información. Se evidencia la apropiación conceptual de los modelos de representación en la medida que son tomados como elementos de referencia durante el proceso de análisis. Logra una visión retrospectiva en cuanto a la incidencia de aprendizajes previos de sus estudiantes.</p>
<p>Interpretación de datos y formulación de conclusiones</p>	<p>Utiliza indicadores para el análisis de los datos organizados en matrices de comparación. Maneja criterios de validez para la interpretación de conceptos y relaciones. Define momentos en el proceso del análisis para posibilitar comparaciones. Toma en cuenta actitudes comportamentales como elementos de interpretación. Elabora descripciones como elemento de contextualización del ambiente experimental. Lleva el proceso de investigación hasta la generación de conclusiones.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Durante los procesos de registro y análisis del aprendizaje en el aula, los docentes en formación demostraron habilidades para realizar síntesis de la información registrada, elaborar generalizaciones a partir de resultados parciales y utilizar el dominio de conocimiento para hacer interpretaciones del proceso de aprendizaje de sus estudiantes y formular conclusiones alrededor del desarrollo de toda la unidad de aprendizaje. Los modelos de representación elaborados durante la construcción del ambiente de aprendizaje y la planeación de la unidad son utilizados por los docentes en formación como elementos de referencia durante el proceso de análisis.

Con respecto a la capacidad de realizar inferencias, los docentes en formación logran desarrollar una visión retrospectiva que les permite tomar en consideración los conocimientos previos de sus estudiantes y su incidencia en los resultados del aprendizaje. El proceso de investigación desarrollado por los docentes alcanzó la etapa de síntesis, lo que les permitió elaborar conclusiones sobre el proceso de aprendizaje de sus estudiantes en función de los logros de desempeño alcanzados y de su práctica docente durante todas las fases de desarrollo del modelo.

## Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que el modelo de formación de competencias propuesto tiene efectos positivos en el desarrollo de competencias tecnológicas, metacognitivas e investigativas. En relación con las habilidades tecnológicas se evidencia que la tarea de construir su propio ambiente de aprendizaje con el uso de aplicativos como Simas genera en los docentes en formación altos niveles de confianza y motivación para apropiarse e incorporar las tecnologías de la información como elementos de apoyo en el aula. Las experiencias de estructurar conocimiento, crear ambientes hipermediales y utilizar información textual, gráfica y animaciones en la construcción de materiales para el aprendizaje potencia la apropiación de las tecnologías de información y su incorporación en las prácticas pedagógicas. La ejecución cotidiana de estas prácticas permite a los docentes aplicar las tecnologías a conveniencia, según los requerimientos y características de las situaciones de aprendizaje específicas a las que se enfrentan en el aula y descubrir e implementar nuevas formas de orientar de manera pedagógica el uso de los recursos tecnológicos. En este sentido, cobra relevancia que los maestros en formación tengan la posibilidad de experimentar e integrar de forma pedagógica la tecnología en el aula

durante sus experiencias de formación; probablemente a partir de estas experiencias sean capaces de incorporar con éxito diversos recursos tecnológicos en su futura labor profesional (Enochson y Rizza, 2009; Tondeur et al., 2012).

Lo anterior cambiaría la autoconcepción de los docentes en formación en relación con su preparación para manejar y usar de manera eficiente y eficaz las tecnologías de la información en el aula, mejoraría la percepción de su capacidad para manejar la tecnología lo que generaría más seguridad a la hora de interactuar con estos recursos y contribuiría a mejorar la actitud de los docentes en formación hacia el uso de las tecnologías (Demirbulak, 2011; Sang, Valcke, van Braak y Tondeur, 2010; Tearle y Golder, 2008).

Con respecto a las competencias metacognitivas, los resultados muestran que el uso de estrategias de monitoreo y regulación de la propia praxis pedagógica por parte de los maestros en formación enriquece los entornos de aprendizaje y genera mayores oportunidades para favorecer los procesos de construcción de conocimiento de los estudiantes. Fomentar procesos de auto observación de las actividades desarrolladas en el aula, que sirvan para identificar dificultades de aprendizaje en los estudiantes y reconocer las diferencias individuales de los mismos le permite al docente en formación valorar, evaluar y reconfigurar sus estrategias

pedagógicas para adaptarlas a las necesidades de aprendizaje de sus estudiantes. Analizar la información registrada en los diarios de campo sobre su propia praxis pedagógica promueve en los docentes en formación el autoconocimiento con respecto a sus estilos de enseñanza, la evaluación de su efectividad y el rediseño del escenario pedagógico para orientar el proceso de aprendizaje de forma más efectiva. Estos hallazgos coinciden con los planteamientos de diferentes investigadores que consideran que el perfeccionamiento de las habilidades metacognitivas en el desarrollo profesional de los futuros docentes es una forma de mejorar la calidad de la educación y de lograr la formación de profesores exitosos (Dumitriu et al., 2011; Killeavy et al., 2010; López et al., 2011; Maldonado et al., 2001a; Maldonado et al., 2001b; Sanabria y Macías, 2006; Urzúa, 1999).

En relación con el desarrollo de competencias en investigación, este estudio mostró que la puesta en práctica de actividades de investigación en el aula, como el registro de información sobre el desarrollo del proceso de aprendizaje en el aula, el análisis del comportamiento de los aprendices durante la realización de una tarea de aprendizaje, la interpretación de los diarios de campo y la sistematización y elaboración de informes de investigación, permiten a los docentes en formación comprender el proceso de aprendizaje de sus estudiantes y reconocer sus capacidades como orientadores en dicho proceso. El modelo de formación de competencias propuesto favorece en los docentes la capacidad para desarrollar procesos inferenciales de observación, evaluación y regulación de su práctica pedagógica. Así mismo, durante la aplicación del modelo de formación, los docentes se muestran entusiasmados e interesados en transformar sus prácticas pedagógicas y en reconocer más posibilidades de crecimiento académico, en la medida en que se preocupan por analizar y comprender las dificultades de aprendizaje de sus estudiantes (Cochran-Smith, 2005; Darling-Hammond, 2000; Grant y Gillette, 2006; Liston et al., 2007).

A partir de los resultados obtenidos podemos afirmar que la apropiación de la tecnología y su utilización eficaz en el aula no se consiguen mediante la participación de los docentes en formación en cursos tradicionales de informática. A nuestro juicio, es importante que los docentes adquieran los conocimientos para producir sus propios ambientes computacionales de aprendizaje (Polly et al., 2010). En consecuencia, proponer cursos electivos de programación y construcción de ambientes

de aprendizaje basados en computador es una necesidad inaplazable de los diferentes programas de formación de licenciados.

En el mismo sentido es posible que los estudiantes de pedagogía desarrollen estrategias metacognitivas para hacer frente a situaciones en las que las diferencias individuales de sus aprendices estén presentes y donde el estilo de enseñanza utilizado no sea el más apropiado. Estas competencias se logran en la medida en que las habilidades metacognitivas de los maestros estén encaminadas a apoyar el aprendizaje los estudiantes y que las licenciaturas incorporen estrategias de aprendizaje metacognitivas en sus planes de formación y promoción de los estudiantes de pedagogía (Hattie, 2009).

En esta misma perspectiva, el desarrollo de competencias de investigación en el aula debe ser fomentado por las facultades de educación mediante espacios de formación que estén a cargo de los profesores investigadores. En esta medida, los docentes en formación podrán estar en contacto con los procesos de investigación que desarrollan los grupos y semilleros; esto promoverá que las tesis de grado de los licenciados tengan alcance investigativo y puedan ser socializadas en eventos académicos nacionales o internacionales, y que los estudiantes, en colaboración con los grupos de investigación, puedan publicar sus hallazgos en revistas indexadas. Todas estas acciones

incidirán directamente en su preparación como investigadores.

Finalmente, fortalecer los programas de formación de docentes para orientarlos al desarrollo de competencias acordes con las necesidades de los sistemas educativos contemporáneos constituye un factor decisivo para mejorar la calidad de la educación. Como se discutió, un docente que desarrolla tales competencias logra construir un autoconcepto positivo acerca de sus capacidades para desempeñar con éxito su labor y este es uno de los factores críticos más influyentes para afectar positivamente el logro académico de los estudiantes (Klassen y Tze, 2014; Meristo y Eisenschmidt, 2014; Staiger y Rockoff, 2010). La actualización de los programas de formación de docentes que garantice el desarrollo eficaz de su labor en los escenarios de aprendizaje, dentro y fuera del aula, debe ser uno de los objetivos de la política educativa del país (García et al., 2014).

## Limitaciones y proyecciones

La investigación tuvo algunas limitaciones en cuanto al tamaño de la muestra. En este sentido y con el fin de analizar el impacto del modelo de formación diseñado se sugiere en un próximo estudio vincular un mayor número de estudiantes de licenciatura. Otra limitación es la relacionada con el diseño de instrumentos para “capturar” el proceso de enseñanza de los profesores; probablemente, la

adición de un test de autorreporte para indagar sobre cada una de sus habilidades, servirá para complementar los hallazgos en este tipo de estudio. El tiempo de intervención es una restricción en esta investigación, dado que la observación de las prácticas docentes se realizó únicamente durante cuatro semanas; un análisis longitudinal permitiría ver los efectos del modelo de formación en los resultados de aprendizaje de los estudiantes y en las competencias desarrolladas por los maestros en formación tras un mayor tiempo de exposición de los participantes al modelo de formación.

Dentro de las proyecciones que deja entrever la investigación se pueden mencionar el desarrollo del software Simas en su versión para web, de manera que pueda ser utilizado en la formación de un mayor número de docentes, y la formación de docentes en el diseño de ambientes de aprendizaje *B-learning* para responder a las condiciones y necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

Otra prospectiva, referida al fortalecimiento de las competencias para que los maestros en formación se involucren en las dinámicas actuales de aplicación de la tecnología en procesos de aprendizaje, está relacionada con la actualización de los programas de formación de docentes, los cuales deben destinar en sus espacios curriculares un tiempo para que el docente en formación aprenda a diseñar y desarrollar sus clases incorporando las tecnologías digitales, de modo que la formación en este aspecto no esté restringida a las clases de tecnología; esto implica que las TIC se apliquen de manera transversal al aprendizaje de todas las áreas de conocimiento para desarrollar un proceso de formación de docentes de mayor relevancia e impacto en el sistema educativo.

Una recomendación final tiene que ver con la creación de redes de investigación pedagógica en las que se pueda reflexionar en torno a las prácticas pedagógicas de los docentes, intercambiar experiencias exitosas de investigación y del aula, de manera que esta experiencia y conocimiento traspasen las fronteras del aula.

## Referencias bibliográficas

- Brush, T.; Glazewski, K.; Rutowski, K.; Berg, K.; Stromfors, C. y Van-Nest, M. H. (2003). Integrating technology into a field-based teacher training program: the PT3@ASU project. *Educational Technology Research and Development*, 51, 57-72.

- Cochran-Smith, M. (2005). Teacher educators as researchers: multiple perspectives. *Teaching and Teacher Education*, 21, 219–225.
- Darling-Hammond, L. (2000). How teacher education matters. *Journal of Teacher Education*, 51 (3), 166–173.
- Dawson, V. (2008). Use of information and communication technology by early career science teachers in Western Australia. *International Journal of Science Education*, 30 (2), 203–219.
- Demirbulak, D. (2011). Training English language student teachers to become teacher researchers. *Social and Behavioral Sciences*, 30, 491–496.
- Drent, M. y Meelissen, M. (2008). Which factors obstruct or stimulate teacher educators to use ICT innovatively? *Computers & Education*, 51, 187–199.
- Dumitriu, C. y Dumitriu, G. (2011). Experimental Research Regarding the Development of Psychosocial Competencies of the Beginning Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 29, 794–802.
- Ericsson, K. A. y Simon, H. A. (1993). Protocol analysis: Verbal reports as data. Revised edition. Cambridge, MA: The MIT Press.
- García, S.; Maldonado, D.; Perry, G.; Rodríguez, C. y Saavedra, J. (2014). *Tras la excelencia docente: Cómo mejorar la calidad de la educación para todos los colombianos*. Fundación Compartir.
- Glewwe, P. W.; Hanushek, E. A.; Humpage, S. D. y Ravina, R. (2011). *School resources and educational outcomes in developing countries: A review of the literature from 1990 to 2010*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, w17554.
- Grant, C. A. y Gillette, M. (2006). A candid talk to teacher educators about effectively preparing teachers who can teach everyone's children. *Journal of Teacher Education*, 57 (3), 292–299.
- Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition*, 5 (2), 199–220.
- Guarino, N. (1998). *Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98*, Trento, Italy. Amsterdam, IOS Press, 3–15.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. NY: Routledge.
- Jensen, E. (1996). *Brain-based learning*. Thousand Oaks CA: Corwin Press.
- Kay, R. H. (2006). Evaluating strategies used to incorporate technology into pre-service education: a review of the literature. *Journal of Research on Technology in Education*, 38, 383–408.
- Killeavy, M. y Moloney, A. (2010). Reflection in a social space: Can

- blogging support reflective practice for beginning teachers? *Teaching and Teacher Education*, 26, 1070–1076.
- Kirschner, P. y Selinger, M. (2003). The state of affairs of teacher education with respect to information and communications technology. *Technology, Pedagogy and Education*, 12 (1), 5–18.
- Klassen, R. M. y Tze, V. M. C. (2014). Teachers' self-efficacy, personality, and teaching effectiveness: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 12, 59–76.
- Kleiner, B.; Thomas, N. y Lewis, L. (2007). *Educational technology in teacher education programs for initial licensure (NCES 2008–040)*. Washington, DC: National Center for Education Statistics, Institute of Education Sciences, US Department of Education.
- Koehler, M. y Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9 (1), 60–70.
- Liston, D.; Whitcomb, J. y Borko, H. (2007). NCLB and scientifically-based research opportunities lost and found. *Journal of Teacher Education*, 58 (2), 99–107.
- López, O. y Sanabria, L. (2011). Formación de competencias docentes en el uso de las TIC: ¿cómo apoyar a los estudiantes cuando interactúan con ambientes computacionales? *Revista Papeles*, 3 (5), 9–20.
- Maldonado, G. L. F.; Ortega, N.; Fonseca, R., O.H.; Rubio, S. M. R.; Ibáñez, I. J. y Macías, M. D. (2001a). Razonamiento espacial y aprendizaje significativo: Profesores y alumnos frente a los juegos de descubrimiento basados en computador. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional - Colciencias.
- Maldonado, G. L. F.; Sanabria, R. L.B.; Macías, M. D. y Ortega, N. (2001b). Ontología y aprendizaje de la geografía: software para representar y software para comprender. Tecnice, Universidad Pedagógica Nacional - Colciencias. Bogotá.
- Meristo, M. y Eisenschmidt, E. (2014). Novice teachers' perceptions of school climate and self-efficacy. *International Journal of Educational Research*, 67, 1–10.
- Ottenbreit-Leftwich, A.; Glazewski, K.; Newby, T. y Ertmer, P. (2010). Teacher value beliefs associated with using technology: addressing professional and student needs. *Computers & Education*, 55, 1321–1335.
- OCDE (2012). *La educación superior en Colombia 2012*. Serie: Evaluaciones de Políticas Nacionales de Educación, 350.

- Polly, D.; Mims, C.; Shepherd, C. E. e Inan, F. (2010). Evidence of impact: transforming teacher education with preparing tomorrow's teachers to teach with technology (PT3) grants. *Teaching and Teacher Education*, 26, 863–870.
- Pope, M.; Hare, R. D. y Howard, E. (2002). Technology integration: closing the gap between what teacher candidates are taught to do and what they can do. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10 (2), 191–203.
- RAND Corporation. (2013). Teachers Matter: Understanding Teachers' Impact on Student Achievement. Recuperado el 19 de julio de 2013 de <http://www.rand.org/education/projects/measuring-teacher-effectiveness/teachers-matter.html>
- Sang, G.; Valcke, M.; van Braak, J. y Tondeur, J. (2010). Student teachers' thinking processes and ICT integration: predictors of prospective teaching behaviors with educational technology. *Computers & Education*, 54, 103–112.
- Smith, Barry. (1995). *International Journal of Human-Computer Studies* - Special issue: the role of formal ontology in the information technology. 43 (5-6), Nov/Dec, 641– 667.
- Sowa, J. F. (2000). *Knowledge representation: Logical, Philosophical and Computational Foundations*. Pacific Grove CA: Brooks/Cole.
- Staiger, D. O. y Rockoff, J. E. (2010). Searching for effective teachers with imperfect information. *Journal of Economic Perspectives*, 24, 97–118.
- Tearle, P. y Golder, G. (2008). The use of ICT in the teaching and learning of physical education in compulsory education: how do we prepare the workforce of the future? *European Journal of Teacher Education*, 31 (1), 55–72.
- Teo, T. (2009). Modelling technology acceptance in education: a study of pre-service teachers. *Computers & Education*, 52, 302–312.
- Tondeur, J.; van Braak, J.; Sang, G.; Voogt, J.; Fisser, P. y Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education* 59 (2012) 134–144.
- Treviño, E.; Valdés, H.; Castro Costilla, R.; Pardo, C. y Donoso, F. (2010). *Factores asociados al logro cognitivo de los estudiantes de América Latina y el Caribe*. Oficina Regional de Educación de la Unesco para América Latina y el Caribe (Orealc/Unesco Santiago) y del Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación – Llece, 159.
- Urzua, A. (1999). From first-year to first-rate: Principals guiding beginning teachers. *Journal of Teacher Education*, 50 (3), 231.

- Wepner, S. B.; Ziomek, N. y Tao, L. (2003). Three teacher educators' perspectives about the shifting responsibilities of infusing technology into the curriculum. *Action in Teacher Education*, 24(4), 53–63.
- Woods, W. A. (1975). What's in a Link: Foundations for Semantic Networks. En D. G. Bobrow y A. M. Collins (eds.), *Representation and understanding: Studies in cognitive science*. Academic Press: 35–82.