

SEGUIMIENTO DE UNA INNOVACIÓN CURRICULAR: UNA ASIGNATURA DE MATEMÁTICAS

Carlos Rondero-Guerrero, Dr.

Aarón Reyes-Rodríguez, Dr.

Juan Alberto Acosta-Hernández, Dr.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Abstract

In this paper we propose an emerging framework that can be useful for monitoring a curricular innovation, considering as an element of analysis the fulfillment of the innovation's objectives and its coherence with the proposed educative paradigm, into a setting of a mathematics course, which was designed to solve a problem of high failure rates in college calculus courses. It is emphasized the influence of variables that impact on the students' construction of mathematical knowledge and the shift of paradigm.

Keywords: Curricular innovation, epistemology, mathematics

Resumen

En este artículo se propone un marco emergente que puede ser útil para dar seguimiento a una innovación curricular, considerando como elemento de análisis el cumplimiento de los objetivos de la innovación y la coherencia de los objetivos con el nuevo paradigma propuesto, tomando como escenario a una asignatura de matemáticas creada para resolver una problemática de reprobación en los cursos de cálculo en una universidad pública de México. Particularmente, se destaca la importancia de considerar el impacto de variables que influyen sobre el proceso de construcción del conocimiento matemático y si se propicia un real cambio de paradigma desde una perspectiva pedagógica.

Palabras Clave: Innovación curricular, epistemología, matemáticas

Introducción

Cuando una institución educativa realiza una innovación curricular, se preocupa por asegurar el sustento teórico y metodológico de ésta, además de

validar la pertinencia de la propuesta mediante su revisión por parte de algunas instancias institucionales como consejos técnicos o universitarios. Sin embargo, una vez iniciado el proceso de puesta en marcha, el seguimiento de la innovación generalmente se estructura con base en aspectos de carácter técnico-administrativo, pero se manifiesta poco interés por incluir elementos epistemológicos que influyen sobre las características del proceso de aprendizaje y los niveles de comprensión que pueden lograr los estudiantes (Cocorda, 2007).

En la institución educativa de interés, en el año 2007 se inició la creación de un nuevo modelo educativo con la finalidad de satisfacer requerimientos de instancias gubernamentales nacionales, las cuales a su vez reflejan requerimientos de organismos internacionales como la UNESCO y la OCDE. Previamente, en la Universidad se trabajaba con base en un modelo educativo no explícito, construido a partir de los acuerdos de los diversos órganos colegiados de la institución, tales como el consejo universitario o consejos técnicos (UAEH, 2007).

En gran medida la premisa del cambio fue pasar de una aproximación tradicional basada en contenidos, a otra cuyo eje central son los *campos problemáticos*, que se entienden como un conjunto de problemas que caracterizan la actividad de cada profesión (UAEH, 2009). También se consideró a las competencias educativas como parte del modelo, pero no como eje, sino como un “dispositivo pedagógico”. Así el cambio de paradigma propuesto radica en una transición entre la organización de un currículum basado en contenidos a otro organizado en torno campos problemáticos, con la finalidad de propiciar una mejora sustantiva en los aprendizajes de los estudiantes que les permita acceder al mercado laboral en forma exitosa, considerando al nuevo modelo educativo como un paradigma por alcanzar y una guía práctica para orientar el comportamiento de quienes participan en los hechos educativos de la institución (UAEH, 2007).

Desde nuestra perspectiva, la creación del modelo educativo se puede caracterizar como una innovación curricular, dado que sólo tiene un impacto en el ámbito de una institución educativa y no afecta a las variables macro estructurales de un sistema educativo nacional. Cuando se pone en operación una innovación curricular, se da por hecho que todos los elementos que la conforman se llevarán a cabo como idealmente se expresan en los documentos básicos, sin embargo, durante su puesta en práctica, se presentan sesgos debido a la diversidad de interpretaciones subjetivas sobre los propósitos que se pretenden al operarla.

Algunos elementos sobre los que se requiere prestar atención durante el seguimiento de una innovación son congruencia entre los principios rectores y los medios en que se sustenta para alcanzar los objetivos propuestos, así como la medida en que la innovación incide en el sistema didáctico:

estudiantes, profesores, saberes y el medio (Chevallard y Joshua, 1982; Brousseau, 1986), particularmente sus repercusiones en el proceso de construcción del conocimiento.

Para diversas instituciones educativas, la innovación muchas veces es sinónimo de incorporación de las modas educativas del momento, más que propiciar un cambio en el paradigma (Díaz-Barriga y Lugo, 2003). En el contexto del aprendizaje de las matemáticas el cambio de paradigma es central, particularmente en lo que respecta a la promoción de la articulación de saberes que se ha identificado como indicador de la comprensión conceptual (Hiebert, et al., 1997) y en la importancia de la formación profesores en la mejora del aprendizaje de los estudiantes (Sowder, 2007). En relación con este último punto, las innovaciones curriculares debieran orientar el proceso de formación docente hacia la generación de *líderes académicos* que puedan desarrollar en los estudiantes habilidades para pensar y razonar matemáticamente, mediante el diseño e implementación de tareas y ambientes de instrucción en los que se promueva la reflexión, la comunicación de ideas y el respeto a las opiniones de los demás (Stein, Grover y Henningsen, 1996; Hiebert et al., 1997).

Un cambio de paradigma, en una innovación, implica necesariamente, formas diferentes de conceptualización del conocimiento y acción de los participantes. Algunas variables que requieren consideración especial son las actitudes y creencias de los estudiantes porque en el nivel superior existen serias dificultades de adaptación a las nuevas formas de construir conocimiento, debido a la carencia de hábitos de estudio y a la escasa disposición y compromiso con el aprendizaje que muestran los estudiantes (Vidal, Gálvez y Reyes Sánchez, 2009; Hernández-Herrera, Rodríguez-Perego y Vargas-Garza, 2012). Adicionalmente, se requiere considerar las condiciones de estudio y de trabajo que ofrecen las instituciones a estudiantes y profesores, dado que tales condiciones tienen implicaciones profundas en el desempeño académico (Díaz-Barriga y Barrón, 2012). Es importante también destacar el papel de los valores y actitudes, que en ocasiones tienen mayor relevancia de la que generalmente se les otorga en el sistema educativo (Tough, 2012).

Nuestro objetivo en este trabajo es el identificar algunas variables útiles para el seguimiento, a un nivel local, de una innovación curricular implementada en una universidad pública de México. Particularmente, se estructura un marco emergente que puede ser útil para determinar si los aspectos operativos de un nuevo modelo curricular han propiciado o no, un cambio de paradigma y formas diferentes de acercamientos al conocimiento. Este artículo resulta relevante porque aporta información respecto de aquellos aspectos que permiten o impiden la concreción de las innovaciones

curriculares, así como sobre el sentido que los profesores y estudiantes otorgan a las innovaciones en un contexto específico (Díaz-Barriga, 2012).

Consideramos que el seguimiento de una innovación debe ir más allá del ámbito puramente administrativo (índices de reprobación, avances programáticos, etc.), para enfocarse en aspectos epistemológicos, didácticos y cognitivos, es decir, consideraciones relativas de cómo las prácticas en el aula determinan los modos de construcción del conocimiento. En tal sentido, decidimos retomar el constructo de la vigilancia epistemológica, como marco referencial del que se desprende una herramienta metodológica para sustentar el proceso de seguimiento y la formulación de sugerencias para modificar o, en su caso, ajustar algunos aspectos de una innovación curricular, y así favorecer el desarrollo integral de los estudiantes y su inclusión en el entorno social como ciudadanos críticos, participativos e innovadores.

Entendemos por vigilancia epistemológica a la adopción de una postura crítica y propositiva respecto de cómo los principios rectores de una innovación afectan las interacciones en el sistema didáctico y las formas en que se construye el saber.

Sobre las Innovaciones Curriculares

De acuerdo con Brousseau y Chevallard, las innovaciones educativas se producen con la finalidad de revisar, reorganizar y transformar los saberes a enseñar, así como de examinar las prácticas que se llevan a cabo en el sistema didáctico y modificar enfoques para evitar la obsolescencia del saber (Fregona y Alagia, 2002). Una innovación conlleva un cambio profundo en paradigmas, así como en las prácticas sociales y educativas de una comunidad, cambio que es producto de la reflexión y apropiación de las personas involucradas en el proceso, lo cual permite prever las implicaciones de su incorporación a la realidad del aula (Díaz-Barriga y Lugo, 2003).

Un proceso de innovación curricular debería revisar las prácticas de estudiantes y docentes con la finalidad de involucrarlos en el proceso de cambio y favorecer la transformación de las creencias y actitudes que se traduzcan en la adquisición de mayores niveles de comprensión conceptual. Sin embargo, en ocasiones lo que ocurre es que los cambios son superficiales (reubicación, adición o eliminación de contenidos), sin que se realicen otras modificaciones profundas en el proceso de instrucción, que podrían dar origen a formas diferentes de acceder a los saberes y actividades didácticas que difieran esencialmente de aquellas a las que tienen acceso los estudiantes en las aproximaciones didácticas tradicionales (Simon y Blume, 1996).

Cualquier innovación en el ámbito educativo debe estar sustentada en una conceptualización amplia sobre lo que significa el aprendizaje de cada disciplina y de aquellos aspectos que favorecen la construcción del

conocimiento (didácticas específicas). Se considera que el aprendizaje de un nuevo saber parte del conocimiento previo del estudiante; pero que en ocasiones este conocimiento viejo se convierte en un obstáculo para la construcción del nuevo conocimiento, aunque constituya un antecedente necesario y, por otra parte, que la superación de estos obstáculos frecuentemente es importante en la asignación de significado para el nuevo conocimiento (Balacheff, 1990; Bachelard, 2000).

El marco emergente que se propone es producto de una reflexión sustentada en la vigilancia epistemológica que se llevó a cabo para dar seguimiento a una innovación curricular en una Universidad Pública de México. El seguimiento se llevó a cabo en el contexto de una asignatura de Precálculo, que fue creada con la finalidad de resolver una problemática de alta reprobación en los cursos de Cálculo en carreras de ingeniería. Cabe señalar que en la propuesta de creación de tal asignatura no se hacen consideraciones conceptuales más amplias como el hecho de que ésta debería ser una asignatura de enlace entre la matemática elemental y la matemática superior, consideraciones sobre los elementos didácticos que podrían permitir a los estudiantes pasar de un pensamiento elemental a un pensamiento analítico, o la contextualización de los contenidos según la carrera de ingeniería en que se oferta el curso, incluidas las prácticas gremiales correspondientes, ya que los contenidos del curso son los mismos para todas las carreras de ingeniería en las que se oferta la asignatura.

Dado que concebimos que el trabajo matemático consiste en la creación de herramientas conceptuales, una innovación curricular que impacte en el ámbito disciplinar propio de la matemática, debería enfocarse en propiciar el que los estudiantes desarrollen un pensamiento crítico y analítico, expresado en la capacidad para *hacer matemáticas*, es decir, llevar a cabo actividades fundamentales del pensamiento matemático entre las que se encuentra observar patrones y regularidades, explorar, conjeturar, argumentar y resolver problemas, con la finalidad de determinar la naturaleza o principios a los que obedecen estas regularidades en sistemas definidos teóricamente o en modelos abstraídos del mundo real (Schoenfeld, 1992).

En lo que se refiere al papel formativo de las matemáticas en la ingeniería, el contexto de la misma es el que debiera determinar el tipo de matemática a enseñar y la forma de hacerlo. Por ejemplo, un problema central en la ingeniería en telecomunicaciones es el de la modelación de señales electromagnéticas analógicas o digitales, lo que se realiza a través de funciones continuas o discretas, de tipo senoidal o bien de las llamadas triangulares-diente de sierra. Así, las propuestas curriculares para estas disciplinas deberían estar enfocadas de forma que se profundice el estudio de aquellas herramientas matemáticas que son útiles para modelar los fenómenos característicos de la ingeniería de que se trate. Por otra parte, es

importante que la enseñanza de los contenidos matemáticos esté ligada estrechamente al contexto de las problemáticas específicas que aborda un ingeniero, en tal caso, el profesional pensará los problemas inherentes a su disciplina desde un punto de vista crítico y analítico, y estará capacitado para incursionar en los ámbitos del diseño y de la innovación de las tecnologías asociados con la profesión y no sólo estará capacitado para desarrollar aspectos operativos.

A pesar de lo mencionado en párrafos previos, para diversas instituciones educativas, la innovación es sinónimo de *incorporación acrítica* de elementos conceptuales de moda, más que el logro de un cambio en el paradigma que oriente las prácticas o la organización educativa (Díaz-Barriga y Lugo, 2003). En relación con este punto es necesario resaltar que las innovaciones curriculares debieran orientar los programas de formación de profesores hacia la generación de líderes académicos.

Un profesor que es líder académico identifica características cognitivas de sus estudiantes y promueve su desarrollo cultural e intelectual a través del compromiso con su propio aprendizaje. Además, el líder académico asume en su práctica educativa cotidiana un papel de guía que tiene la capacidad de ampliar la visión de los estudiantes respecto de lo que será su desarrollo profesional integral, a través de promover una reflexión que permita a los estudiantes ubicarse en el contexto de su gremio profesional, en cuanto a los aspectos relevantes de carácter científico, tecnológico y social, propios de la disciplina. Es importante mencionar que el líder académico tiene un reconocimiento como tal por parte de sus estudiantes.

Modelos curriculares y diseño curricular

Tanto en lo que respecta a modelos curriculares como al diseño curricular, existen diferentes enfoques o acercamientos teóricos. En la literatura se distingue entre *modelos curriculares de producto*, que enfatizan el resultado de las experiencias de aprendizaje; y *modelos curriculares de proceso*, los cuales centran la atención en las cualidades o características del aprendizaje, más que en resultados predeterminados de éste (Sheehan, 1986).

Además de los diferentes modelos curriculares, también existen diferencias en los modelos para el diseño curricular, algunos de los que han tenido mayor impacto en el ámbito internacional son los modelos de Tyler y Taba (Díaz-Barriga F., 2003; Vélez-Chable y Terán-Delgado, 2010).

Modelo de diseño curricular de Ralph Tyler. Es un modelo desarrollado en la década de los sesenta del siglo pasado en el cual el diseño curricular se basa en cuatro preguntas: (i) ¿Qué fines desea alcanzar la escuela?, (ii) ¿Cuáles experiencias educativas ofrecen mayores posibilidades de alcanzar esos fines?, (iii) ¿Cómo se pueden organizar de manera eficaz esas experiencias?, y (iv) ¿Cómo podemos comprobar si se han alcanzado los

objetivos propuestos? Además este modelo está estructurado en siete etapas: (1) estudio de los propios educandos como fuente de objetivos educacionales, (2) estudio de la vida contemporánea de la escuela, (3) intervención de los especialistas que son una fuente importante para sugerir los objetivos en las distintas asignaturas de la escuela, (4) determinación del papel de la filosofía y la psicología del aprendizaje en la selección de los objetivos, (5) selección y orientación de las actividades de aprendizaje, (6) organización de las actividades para un aprendizaje efectivo, y (7) evaluación de la eficacia de las actividades de aprendizaje.

Modelo de diseño curricular de Hilda Taba. De acuerdo con este modelo existen tres criterios para la elaboración del currículum, el primero consiste en investigar las demandas presentes y futuras de la sociedad, el segundo se refiere en obtener información sobre el aprendizaje y las características de los estudiantes y el tercero es relativo a la naturaleza del conocimiento y las contribuciones de las disciplinas de las que se deriva el contenido del currículum. Por otra parte, propone siete pasos para el diseño del currículum: (1) diagnóstico de necesidades, (2) formulación de objetivos claros, (3) selección de los contenidos, (4) organización de los contenidos, (5) selección de las actividades de aprendizaje, (6) organización de las actividades de aprendizaje, y (7) determinación de lo que se va a evaluar, así como las maneras y los medios para hacerlo.

Adicionalmente a los modelos anteriores se describe el modelo de diseño curricular de Raquel Glazman y María de Ibarrola (Glazman e Ibarrola, 1978), en el cual el diseño curricular se lleva a cabo mediante cuatro niveles metodológicos. El primer nivel requiere una recopilación y análisis de información relacionada con el contenido formativo e informativo de la profesión; el contexto social, económico, político y cultural; la institución educativa y el estudiante como sujeto de aprendizaje. El segundo parte de sintetizar los análisis del nivel anterior con la finalidad de definir los objetivos de enseñanza-aprendizaje, es decir lo que debe saber y saber hacer un profesional. El tercer nivel consiste en la evaluación continua y el cuarto nivel se refiere a la participación de todos los sectores de la institución en el proceso de implementación del currículum.

En referencia al modelo educativo de interés, todo indica que se consideraron algunas de las etapas señaladas en los modelos de diseño curricular, excepto la fase de selección y organización de las actividades, las cuales se dejaron al criterio de cada docente.

El modelo establece los referentes que orientan el quehacer de la Universidad y la manera de lograr sus fines, inicialmente fue elaborado por un grupo de profesionales externos a la institución. Posteriormente, los coordinadores de docencia de las escuelas e institutos, junto con académicos adscritos a la División de Docencia de la Dirección de Educación Superior

de la Universidad, elaboraron el Modelo Curricular Integral cuya finalidad es hacer operativos los principios del modelo educativo, y constituye una herramienta de orientación pedagógico-operativa para conformar los programas educativos (UAEH, 2009). El Modelo Curricular Integral incluye los elementos que permiten construir los fundamentos de cada programa educativo, los criterios para la selección y organización de los contenidos; así como la caracterización de las competencias que se buscan promover como resultado del proceso pedagógico.

El diseño curricular incluyó la determinación de los campos problemáticos, además de la posterior selección y organización de los contenidos y la elaboración de los programas de asignatura que estuvo a cargo de las áreas académicas, excepto para aquellas asignaturas comunes a diversas licenciaturas de un mismo instituto o para asignaturas comunes a todos los Programas Educativos de la Universidad. En el primer caso, las academias fueron las encargadas de la elaboración de los programas de asignatura y en el segundo, fueron comités institucionales constituidos exprofeso.

La investigación sobre el currículum

De acuerdo con Díaz-Barriga A. (2003), existen tres niveles en los que se puede llevar a cabo investigación sobre el currículum, el primer nivel se refiere a la investigación básica, que tiene como finalidad realizar construcciones conceptuales. El segundo es el de la investigación aplicada que tiene un propósito doble, por un lado analizar los resultados de diversos programas educativos desde diferentes disciplinas o múltiples puntos de vista conceptuales, y por otro, estudiar los diferentes temas relacionados con el campo del currículum; y un tercer nivel en el que se lleva a cabo una reflexión sistemática acerca de las experiencias curriculares. La reflexión que se lleva a cabo en este tercer nivel permite una articulación entre los casos prácticos y sus fundamentos conceptuales.

En las investigaciones pioneras sobre currículum, generadas durante las primeras décadas del siglo XX, se pueden identificar dos tradiciones, la primera de ellas ligada al análisis de los contenidos y las experiencias generadas en los individuos (e.g. Dewey, 1902) y la otra interesada en la organización de los contenidos en los planes de estudio (e.g. Bobbit, 1918).

Con los avances de la investigación en este campo, surgieron otras líneas de búsqueda relacionadas con la construcción de los planes de estudio, y de forma específica sobre la determinación de los fundamentos de estos planes (Schmidt, Houang y Cogan, 2002) o la selección y organización de los contenidos; la evaluación del currículum; la formación profesional para favorecer la implementación curricular, el papel del currículum oculto (Abramovich y Brouwer, 2006); la relación entre los tres aspectos del

currículum, oficial, implementado y logrado (Eggen, Pelgrum y Plomp; Herbel-Eisenmann, 2007) o la evolución histórica del currículum. Recientemente, la introducción de las herramientas tecnológicas ha abierto nuevas perspectivas para el análisis de las líneas tradicionales de investigación, por ejemplo la evaluación del currículum considerando el efecto de herramientas tales como los sistemas de álgebra computacional (Meagher, 2001), o la reflexión que llevan a cabo los profesores en formación acerca de currículum oculto apoyada con herramientas tecnológicas (Abramovich y Brouwer, 2003).

Seguimiento de una innovación curricular sustentada en una vigilancia epistemológica

Este trabajo se encuentra enmarcado en el tercer nivel de investigación sobre currículum identificado por Díaz-Barriga A. (2003), ya que nos interesa llevar a cabo una reflexión sistemática sobre una experiencia curricular dada, orientada a identificar la congruencia entre lo expresado en los documentos básicos del Modelo Educativo y su contrastación, con lo que ocurre en el escenario específico de un curso de Precálculo.

En esta sección se precisará el significado del término *vigilancia epistemológica* adoptado en este artículo y en qué medida aporta elementos para llevar a cabo una reflexión sistemática sobre la innovación curricular. La vigilancia epistemológica es un término acuñado por Bachelard (1966), que han utilizado y adaptado sociólogos como Bourdieu y educadores matemáticos como Brousseau y Chevallard. En sus orígenes la vigilancia epistemológica se consideraba como una actividad crítica acerca del proceso de investigación con la finalidad de separar claramente la opinión común del conocimiento científico y como medio para “enriquecer y precisar el conocimiento del error y de las condiciones que lo hacen posible y, a veces inevitable” (Bourdieu, Chamboredon y Passeron 2008, 18). Desde esta perspectiva, ejercer la vigilancia epistemológica conlleva una reflexión respecto al lugar que ocupa el investigador en el campo científico y en la sociedad en general.

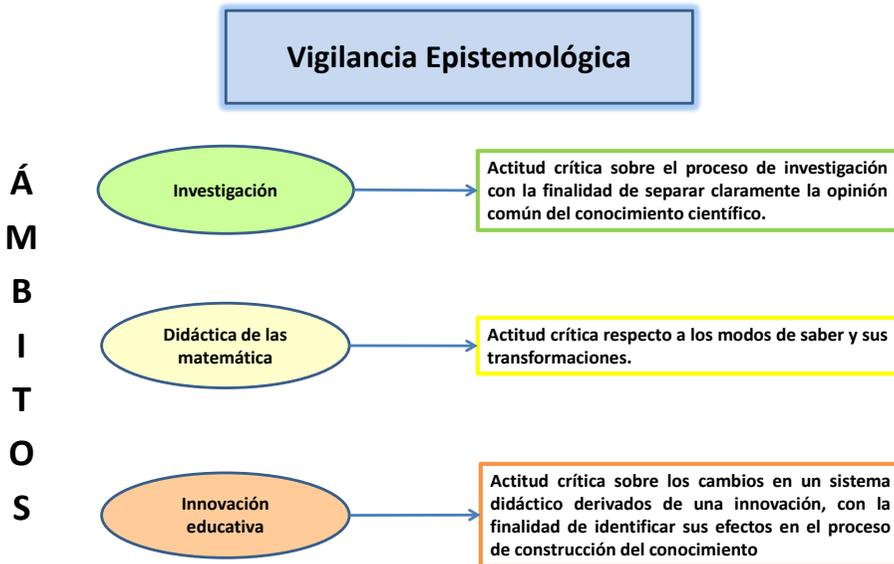
Posteriormente, la idea de vigilancia epistemológica fue retomada por la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD). En esta teoría se considera que la transposición didáctica que se presenta entre los saberes sabios y los saberes enseñables y enseñados es una herramienta para ejercer esta vigilancia epistemológica (Chevallard, 1998). La transposición didáctica trae consigo un enorme distanciamiento entre el saber enseñado y el saber sabio debido a los procesos de transformación del conocimiento, del envejecimiento ya sea biológico o moral de los saberes.

Ante esta situación de cambio inherente a todo proceso de transposición didáctica, en la TAD se recomienda asumir una actitud crítica respecto a los

modos de saber y sus transformaciones, a la que denomina vigilancia epistemológica (De Faria-Campos, 2006). Así, en un sentido amplio, una tarea de quien investiga la realidad educativa es ejercer una vigilancia de las transformaciones que se llevan a cabo en un sistema didáctico, al asumir una postura crítica, que permita instalar dudas sistemáticas respecto a la efectividad o impacto de los cambios, atendiendo a las relaciones entre algunas variables consideradas como relevantes por el investigador.

Con base en los objetivos de este trabajo consideramos que la vigilancia epistemológica, en el ámbito de una innovación educativa, es la acción de reflexión y análisis crítico que se requiere ejercer sobre los cambios en el sistema didáctico: saberes, profesores, estudiantes y el medio, así como de las relaciones entre ellos, con la finalidad de explicitar las problemáticas y los principios que influyen positiva o negativamente en la consecución de los objetivos de la innovación relativos a una mejora del nivel de comprensión conceptual (Figura 1).

Figura 1 Diferentes ámbitos en los que se puede ejercer una vigilancia epistemológica



La determinación de los alcances cualitativos de una innovación educativa requiere de una vigilancia epistemológica permanente sobre variables sustantivas como son los saberes a enseñar, reflejados en los programas educativos y en los libros de texto, así como los saberes enseñados, relacionados con la actividad de estudiantes y profesores en el aula, además de las actitudes de unos y otros respecto a la construcción y acercamiento a un conocimiento científico.

Niveles de seguimiento y variables relevantes

El proceso de vigilancia epistemológica tiene como objetivo determinar en qué medida los cambios en el sistema didáctico, derivados de un proceso de innovación han propiciado una ganancia en el aprendizaje de los estudiantes. Como se mencionó en una sección anterior, el paradigma de la innovación curricular referida, consiste en considerar como eje del proceso educativo a los campos problemáticos, entendidos como conjuntos de problemas que caracterizan el quehacer de una profesión. Por ejemplo, para un ingeniero industrial, un campo problemático es la ergonomía en el diseño y para un ingeniero civil es el cálculo de estructuras.

En relación con las competencias, éstas son utilizadas como un dispositivo pedagógico, en el sentido que son visualizadas como uno de los elementos claves de los que dispone el profesor para la planeación y organización del proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que permiten seleccionar la estrategia didáctica, materiales y recursos apropiados para que los estudiantes desarrollen un aprendizaje específico (UAEH, 2009). El cambio de paradigma también se expresa en un cambio en la función del profesor, ya que se busca que éste sea:

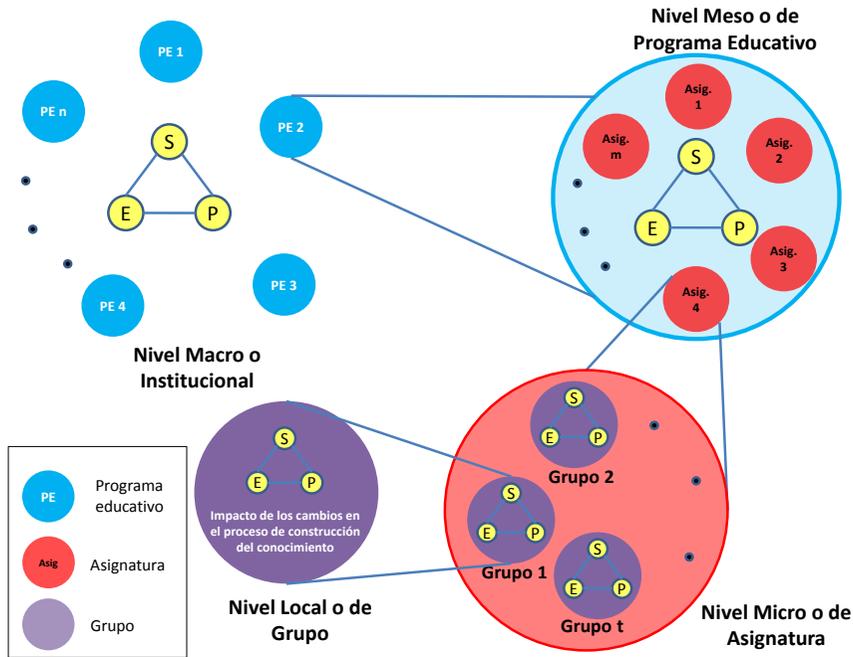
...el de un inductor polivalente, de guía del saber y consejero en el actuar, proponiendo que adopte otras actitudes, métodos y conocimientos para orientar su participación en un continuo que lo una con sus alumnos y el conocimiento, que dé sentido unificador a los criterios y acciones colectivas con sus homólogos para tomar decisiones de fondo y forma respecto a las preguntas que más directamente se relacionan con su trabajo (UAEH, 2007, p.52)

El seguimiento de una innovación se puede ejercer al menos en cuatro niveles, un nivel macro o institucional, en el que se analiza las mejoras alcanzadas en el ámbito de los diferentes programas educativos de una institución; un nivel meso, el cual centra el análisis en las mejoras en el sistema didáctico alrededor de cada una de las asignaturas de un programa educativo; un nivel micro, referido a los cambios en una asignatura específica y un nivel local, relacionado con la ganancia cognitiva de los estudiantes, entendida como la necesaria profundizando en la construcción de significados para los saberes, que se lleva a cabo precisamente en la unidad mínima en que se puede estudiar esas interacciones, que es un sistema didáctico específico, durante un periodo temporal dado. En este sentido un curso específico de Precálculo es el contexto en el que se analiza la congruencia entre los propósitos declarados en la innovación y los aspectos involucrados en el proceso de implementación (Figura 2).

El seguimiento de una innovación educativa, en un nivel local, requiere de un análisis detallado del cambio de paradigma respecto de los modos de construcción del saber, específicamente en el microsistema áulico de

matemáticas, con la finalidad de identificar las características de los saberes y prácticas educativas. Es decir, determinar en qué medida se ofrecen a los estudiantes oportunidades para desarrollar formas matemáticas de pensar y razonar, y si se promueve o no por parte de los profesores la articulación efectiva de los saberes, considerando diferentes niveles de profundidad.

Figura 2 Niveles en los que se puede llevar a cabo el seguimiento de una innovación



Respecto de la importancia de considerar los saberes previos en la enseñanza de las ciencias, Bachelard (2000) expresa que los estudiantes llegan al aula con conocimientos obtenidos en su entorno familiar o social, los cuales constituyen en ocasiones la base para adquirir nuevo conocimiento u obstáculos que deben superarse para construir un conocimiento diferente al obtenido en la vida cotidiana. En tal caso, los estudiantes que ingresan al primer semestre de licenciatura, traen con ellos saberes matemáticos de secundaria y bachillerato que frecuentemente se convierten en obstáculos epistemológicos que impiden la instalación de nuevos saberes escolares.

Por supuesto, dada la naturaleza multidimensional de una innovación educativa, la vigilancia epistemológica puede realizarse en los niveles indicados; sin embargo, dada la perspectiva de este trabajo, sólo se considera una parte de tal ejercicio al tomar como contexto a una asignatura de Precálculo, bajo el supuesto de que en la misma aparecen algunos de los aspectos para entender el efecto de la innovación a un nivel local. Desde este análisis local, se busca desprender ciertas regularidades que permitan identificar la forma en que se está llevando a cabo la innovación en otros

niveles, si tales efectos son concordantes con lo esperado y si además son relevantes desde el punto de vista cognitivo.

Algunas de las variables sobre las que se requiere ejercer el proceso de vigilancia epistemológica, son los programas de estudio, materiales didácticos y las actitudes de estudiantes y profesores. En el primer caso, es importante considerar cuáles son los saberes previos a una determinada asignatura para presentarlos en forma articulada con los nuevos saberes, es decir, no basta enumerar un conjunto de temas sino establecer cómo un nuevo contenido se relaciona coherentemente con otros saberes en una red temática (sináptica) que permita estructurar, las relaciones con otras asignaturas o con otras áreas del conocimiento.

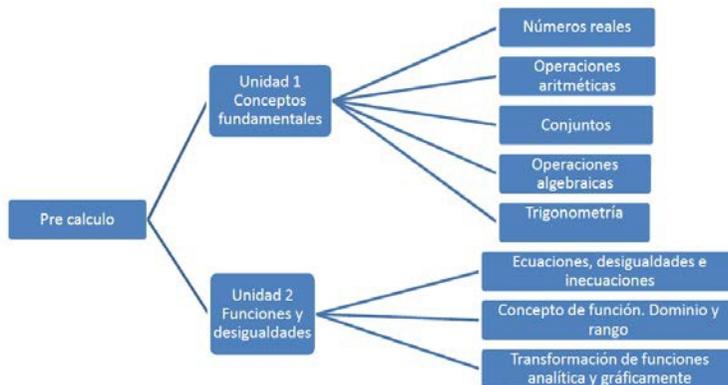
En lo que se refiere a los elementos curriculares de la asignatura de Precálculo, únicamente se enlistan los contenidos que se abordarán durante el curso, sin que se señale la forma en que éstos se articulan con los saberes previos y los subsecuentes (Figuras 3). Además se observa que el eje del objetivo general de la asignatura son los contenidos sin que se haga referencia específica a los campos problemáticos, que en teoría deberían haber orientado la selección y forma de abordar los contenidos; por tal razón tales contenidos no se encuentran contextualizados desde el mismo programa, sino que se espera que la contextualización sea proporcionada por los problemas que el profesor utiliza durante el curso.

Figura 3. Objetivo, mapa conceptual y una unidad de trabajo del curso de Precálculo

Objetivo General de la Asignatura

Conocer y aplicar los conceptos, operaciones y propiedades de: los números reales, conjuntos e intervalos, la aritmética, el álgebra, la trigonometría, las funciones y desigualdades, mediante la solución de ejercicios y problemas para que el estudiante adquiera los fundamentos teóricos-prácticos de la matemática en contextos reales de la profesión.

Mapa Conceptual de la Asignatura



Tema de la Unidad de Trabajo	Resultados de Aprendizaje		
	Saber	Saber Hacer	Saber Ser
1. Números reales	Identificar, clasificar y representar los números reales.	Utilizar los números reales para contar, medir y estimar en escenarios reales.	Desarrollar una actitud crítica, analítica, cooperativa, colaborativa y autodidacta; tener valores de respeto y tolerancia.
2. Operaciones aritméticas	Identificar, clasificar y representar las operaciones aritméticas y sus propiedades; así como los algoritmos de la multiplicación y división.	Utilizar las operaciones aritméticas y sus propiedades para resolver problemas disciplinares y cotidianos.	
3. Conjuntos	Identificar, clasificar y representar los conjuntos y sus propiedades.	Realizar operaciones con conjuntos.	
4. Operaciones algebraicas	Identificar, clasificar y representar aspectos algebraicos y sus propiedades; así como su sintaxis.	Utilizar aspectos algebraicos y sus propiedades para explicitar variables y modelar fenómenos en un contexto real; así como la simplificación de expresiones algebraicas.	
5. Trigonometría	Identificar y representar aspectos básicos de la trigonometría y sus propiedades.	Utilizar la trigonometría y sus propiedades para resolver problemas en diversas áreas del conocimiento.	

El programa de la asignatura tiene una serie de elementos declarativos, por ejemplo en lo que se refiere a las competencias, ya que únicamente se indica el nivel, sin que se especifique los modos propuestos para que sea alcanzado por parte de los estudiantes. No se explicita la ganancia cognitiva que se pretende alcanzar, dado que no existe una adecuada articulación entre los saberes de esta asignatura y los previos, ni las diferencias en los niveles de profundidad con que se abordan los mismos. Además no existe una uniformidad de criterios respecto a los elementos didácticos que se ponen en juego para que los estudiantes aprendan los conceptos centrales de la asignatura.

Lo anterior proporciona evidencia de que el cambio de paradigma no está presente desde el programa y por tanto difícilmente se verá reflejado en las formas de acercar a los estudiantes al conocimiento matemático.

En referencia a la vigilancia sobre los libros de texto, hay que considerar que constituyen el medio para preservar y comunicar el conocimiento con motivos didácticos y por tal razón es necesario incluirlos en el seguimiento de una innovación, puesto que el registro del saber enseñable conlleva en sí un proceso de transposición didáctica. En este sentido es importante ejercer un análisis crítico sobre los alcances didácticos propuestos por los autores, además de revisar el tratamiento dado a los temas que serán estudiados en la asignatura correspondiente. Asimismo, los textos, al igual que el profesor y los estudiantes son los factores que introducen mayor disrupción en todo proceso de implementación de una innovación didáctica o educativa, pues son los que están más fuera de control de la institución, a pesar de los esfuerzos por diseñar instrumentos de selección o de formación de profesores. Los textos por lo general son ignorantes de la institución y están centrados en el saber, razón por la cual toda innovación curricular debiera contemplar la elaboración de libros o materiales acordes con los principios de la innovación curricular, lo que podría ser un instrumento didáctico para conseguir un cierto grado de homogeneidad en la práctica educativa.

Figura 4. Libros de texto sugeridos en el curso de Precálculo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Leithold, L. (1998). *Matemáticas previas al Cálculo*. (1ª. Edición). México D.F., Oxford University Press.
- 2.- Silva, J.M., Lazo, A. (2000). *Álgebra, Trigonometría, Geometría Analítica y Cálculo*(6ª Edición). (México, D.F.).Limusa Noriega Editores.
- 3.- Stewart, J. , Redlin, L. et al (2007). *Precálculo: Matemáticas para el Cálculo*. (5ª. Edición). (México D.F.) . Cengage Learning Editores.
- 4.- Swokowski, E. W., Cole, J.A. (2006) *Álgebra y Trigonometría con Geometría Analítica*. (11ª. Edición). (México, D.F.). Thomson-Learning.

El profesor no puede quedarse en el papel de ser un simple reproductor de los saberes dados por el libro de texto, pues de ese modo la transposición didáctica a los saberes enseñados queda sumamente restringida al no poner en juego la articulación de los diversos significados de los objetos matemáticos, además de las representaciones semióticas y los diferentes contextos de aplicación del saber (Adjiage y Pluvinage, 2007). Lo anterior implica no seguir al pie de la letra la estructura lineal de los programas educativos, ya que la misma es impuesta más con motivos de orientación, que con un enfoque de carácter pedagógico o didáctico.

En todo caso hay que considerar que los programas de estudio y los libros de texto son guías a seguir en el aprendizaje de los saberes de una asignatura, pero no deben ser restrictivos para que se sigan linealmente, por parte del profesor, lo que usualmente tiene un impacto negativo en los estudiantes al imponerles saberes despersonalizados, descontextualizados y desarticulados.

Ahora bien, habría que fomentar una cultura educativa que promueva el acercamiento de estudiantes y profesores, al uso cotidiano de libros de texto y materiales didácticos (por ejemplo, cuadernos de trabajo), donde se incluyan los saberes mínimos sobre los cuáles el estudiante debe tener un dominio suficiente y adecuado. Es importante también, que éstos materiales incluyan la resolución de problemas tanto típicos o rutinarios como no rutinarios.

Por supuesto, la vigilancia sobre los profesores requiere analizar cómo ellos transforman los saberes enseñables, que aparecen en programas, libros y materiales, en saberes enseñados en el escenario didáctico, y si aparecen o no en su discurso argumentativo aspectos tales como, la necesaria articulación de saberes y sus incidencias en la obtención de una ganancia cognitiva en términos del desarrollo de un pensamiento analítico, incidente en la formación científica de los estudiantes.

La vigilancia epistemológica de las prácticas educativas de profesores y estudiantes tiene una gran relevancia puesto que puede arrojar resultados acerca de las grandes limitantes que se presentan en el aula: un discurso plano y restrictivo por parte del profesor, poca disposición para aprender y falta de compromiso de los estudiantes para construir su conocimiento de

forma independiente (Chevallard, Bosch y Gascón, 1997), ausencia de materiales didácticos y carencia de una interrelación entre los diferentes significados inherentes a los saberes.

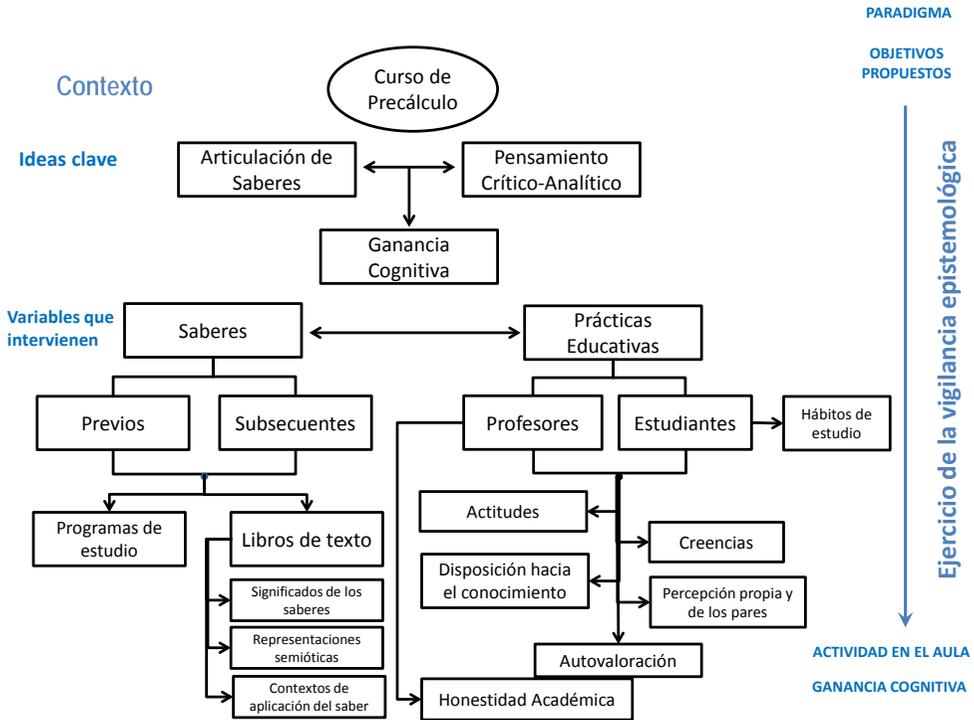
Generalmente la responsabilidad de la implementación de una innovación recae en el profesor, ya que se deja en sus manos la tarea de concretar cambios didácticos, muchas veces sin un apoyo apropiado (Díaz-Barriga y Barrón, 2012). Durante este proceso los profesores tienen que apropiarse de una concepción de la enseñanza y el aprendizaje, así como emprender la construcción de formas de trabajo en el aula distintas a las que ellos construyeron durante su formación y desempeño profesionales. El cambio en la forma de pensar es un proceso lento y difícil que parte de la aceptación de los principios que orientan la reforma y la implementación paulatina de algunos aspectos de los cuales se ha comprobado su funcionalidad (Ezpeleta-Moyano, 2004).

En el medio escolar poco se entiende que el buen desempeño de un estudiante depende tanto de las habilidades cognitivas como del desarrollo de actitudes tales como la persistencia, el auto-control, la curiosidad, la responsabilidad, la firmeza de carácter y la confianza en uno mismo (Though, 2012). En este contexto se ha considerado que el proceso de vigilancia epistemológica debe tomar en cuenta de manera relevante a algunas de las actitudes de los actores fundamentales del proceso didáctico, los profesores y los estudiantes.

Por otra parte, como un elemento de este proceso de vigilancia se requiere analizar en qué medida una innovación educativa proporciona los elementos que favorezcan la componente actitudinal como parte de la formación integral de los estudiantes. Las creencias de los protagonistas del quehacer educativo, repercuten en lo actitudinal y se ve reflejado en la disposición para acercarse al conocimiento científico, las percepciones propias y de los pares y la autovaloración, entre otras.

En situaciones de innovación curricular se requiere de los profesores un conjunto de habilidades que les permitan enfocarse no sólo en los nuevos contenidos, sino también sobre nuevas prácticas (Ricardo y Pietrocola, 2011). Es decir, en una innovación curricular no se debe centrar la atención únicamente en los contenidos, sino también en las prácticas educativas que pueden favorecer nuevas formas de construir los saberes. A continuación se muestran algunas de las variables y sus interacciones que se identificaron como relevantes en el proceso de seguimiento de la innovación curricular (Figura 3).

Figura 3 Elementos que intervienen en el seguimiento de una innovación a un nivel local



La identificación de variables mostrada, además de orientar el proceso de seguimiento, proporciona en sí misma una aproximación metodológica que proviene de una focalización sobre los aspectos epistemológicos inherentes a los principios rectores de la innovación, su puesta en práctica y a sus efectos. La vigilancia epistemológica de carácter cualitativo, ejercida a un nivel local, permitió identificar algunos de los factores más relevantes para el seguimiento de las diferentes formas en que los saberes perviven o se manifiestan en la escena didáctica y en la misma práctica educativa de profesores y estudiantes. El seguimiento de la innovación permite determinar si en ésta hay un real cambio de paradigma en lo didáctico y epistemológico o sólo se buscan incluir términos “de moda”. En tal caso, conceptos como competencias y campos problemáticos, deberían impactar profundamente en los modos de construcción de los saberes y no sólo tener una presencia discursiva. En la medida en que se preste atención a las variables que influyen en los aspectos epistemológicos de la innovación, con un sentido crítico, se pueden identificar debilidades de los cambios promovidos y en su caso elaborar propuestas que la fortalezcan.

Reflexiones finales

En el desarrollo de este trabajo se logró identificar que es importante ejercer una vigilancia epistemológica más allá de los contenidos disciplinares, como es el caso de las variables actitudinales y los comportamientos de profesores y estudiantes. El marco bosquejado puede ser adaptado para llegar a constituir una metodología que permita ejercer una vigilancia epistemológica a algunos de los niveles identificados.

Una innovación educativa requiere de un seguimiento continuo que propicie modificaciones y readecuaciones a los objetivos originalmente planteados. Comúnmente el seguimiento de las reformas se reduce a aspectos cuantitativos referidos sólo a indicadores de la eficiencia terminal, dejando de lado aquellos de carácter cualitativo que le son inherentes, pero que generalmente no se toman en cuenta, es el caso de la ganancia cognitiva de los estudiantes, reflejada en el desarrollo del pensamiento crítico y en una explicitación de la articulación de saberes. Cuando el seguimiento de la innovación determina que tal ganancia cognitiva es muy limitada, habrá que revisar tanto los principios rectores como el funcionamiento operativo de ésta en los diferentes niveles, prestando particular atención a las creencias y actitudes de estudiantes y profesores.

Es responsabilidad de los profesores diseñar estrategias para promover el cambio actitudinal, para lo cual requiere incorporar como un eje de su actuar a la autocrítica sobre sus propias actitudes, incluyendo lo que corresponde a su rol como líder académico para sus estudiantes, mostrándoles los alcances de los saberes estudiados en la perspectiva de su formación profesional, promoviendo una honestidad intelectual.

La vigilancia epistemológica como constructo teórico no ha recibido la suficiente relevancia en la investigación educativa. Este trabajo sugiere que tal constructo permite, de forma global, centrar la atención en aquellos aspectos de la innovación que resultan fundamentales para la instalación y gestión del conocimiento, y a un nivel individual, para quien la ejerce, la adquisición de un pensamiento flexible y adaptable a los cambios. El proceso de seguimiento de una innovación es sumamente complejo y requiere de la participación coordinada de los protagonistas en cada uno de los diferentes niveles de responsabilidad de una institución educativa. Sin una participación decidida y comprometida por parte de los profesores, es muy difícil que una innovación logre sus propósitos declarados e implícitos.

Coincidimos con Vélez-Chable y Terán-Delgado (2010) en que muchos casos las innovaciones que se llevan a cabo en la mayoría de las instituciones educativas tienen un trasfondo más político que pedagógico, y por esta razón, no existen materiales didácticos que permitan una cierta homogeneidad de criterios para abordar los contenidos, y los profesores, en la mayoría de las ocasiones, no son capacitados en la operación de la nueva

propuesta curricular y por ello muchas de las innovaciones no obtienen los resultados esperados.

References:

- Abramovich, S., & Brouwer, P. (2003). Revealing hidden mathematics curriculum to pre-teacher using technology: the case of partitions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 34(1), 81-94
- Abramovich, S., & Brouwer, P. (2006). Hidden mathematics curriculum: a positive learning framework. *For the Learning of Mathematics*, 26 (1), 12-16.
- Adjiage, R., & Pluinage, F. (2007). An experiment in teaching ratio and proportion. *Educational Studies in Mathematics*, 65, 149-175.
- Bachelard, G. (1966). *Le Rationalisme Appliqué* (troisième édition). Paris: Presses Universitaires de France.
- Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico* (23 ed., trad. José Babini). México: Siglo XXI.
- Balacheff, N. (1990). Towards a problématique for research on mathematics teaching. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(4), 258-272.
- Bobbit, F. (1918). *The curriculum*. Boston: Houghton Mifflin.
- Bourdieu, P, Chamboredon, J.-C. y Passeron, J.-C. (2008). *El oficio de sociólogo. Presupuestos epistemológicos*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2), 33-115.
- Chevallard, Y. (1998). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Argentina: Aique.
- Chevallard, Y., Bosch, M., y Gascón, J. (1997). *Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: ICE-Horsori.
- Chevallard, Y., et Joshua, M.-A. (1982). Un exemple d'analyse de la transposition didactique: la notion de distance. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 3(1), 159-239.
- Cocorda, E. (2007). Hacia una propuesta de evaluación y seguimiento de la reforma educativa en las provincias argentinas. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, XXXVII (1-2), 147-173.
- De Faria-Campos, E. (2006). Transposición didáctica: definición, epistemología, objeto de estudio. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 1(2), 20-30.
- Díaz-Barriga, A. (2003). Curriculum research: evolution and Outlook in Mexico. In W. F. Pinar (Ed.), *International Handbook of Curriculum Research* (pp. 443-456). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Díaz-Barriga, F. (2003). Main trends of curriculum research in Mexico. In W. F. Pinar (Ed.), *International Handbook of Curriculum Research* (pp. 457-470). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Díaz-Barriga, F. (2012). Reformas curriculares y cambio sistémico: una articulación ausente pero necesaria para la innovación. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 3(7), 23-40. Recuperado de <http://ries.universia.net/index.php/ries/article/view/229>, el 28 de mayo de 2014.
- Díaz Barriga, F. & Barrón, C. (2012). Innovation in Education and Curriculum Reforms in Mexico. *Transnational Curriculum Inquiry* 9 (2). Recuperado de <http://nitinat.library.ubc.ca/ojs/index.php/tci>, el 28 de mayo de 2014.
- Díaz Barriga, F. y Lugo, E. (2003). Desarrollo del currículo. En A. Díaz Barriga (Coord.), *La investigación curricular en México. La década de los noventa. Colección: La Investigación Educativa en México 1992-2002* (vol. 5, pp. 63-123). México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa.
- Eggen, T. J. H. M., Pelgrum, W. J., & Plomp, T. (1987). The implemented and attained mathematics curriculum: some results of the second international mathematics study in the Netherlands. *Studies in Educational Evaluation*, 13, 119-135.
- Espeleta-Moyano, J. (2004). Innovaciones educativas. Reflexiones sobre los contextos en su implementación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9(21), 403-424
- Fregona, D. y Alagia, H. (2002). Problemas nuevos –y otros no tanto– en la formación de profesores de matemática. *Cuadernos de Educación*, 2(2), 141-150.
- Glazman, R. y De Ibarrola, M. (1978) *Diseño de planes de estudio*. México: CISE-UNAM
- Herbel-Eisenmann, B. A. (2007). From intended curriculum to written curriculum: examining the "voice" of a mathematics textbook. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(4), 344-369.
- Hernández-Herrera, C. A., Rodríguez-Perego, N., y Vargas-Garza, A. E. (2012). Los hábitos de estudio y motivación para el aprendizaje de los alumnos en tres carreras de ingeniería. *Revista de la Educación Superior*, XLI (163), 67-87.
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K. C., Wearne, D., Murray, H., Olivier, A., & Human, P. (1997). *Making sense: teaching and learning mathematics with understanding*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Meagher, M., 2001. Curriculum assessment in the age of computer algebra systems. *International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education*, 8(1), 89- 95.

Ministerio de Educación (2007). *Los modelos curriculares*. Lima: Ministerio de Educación.

Ricardo, E. C., y Pietrocola, M. (2011). Epistemological vigilance and didactic text-books: demonstrating the didactic transposition process of physics knowledge. En M. Bosch, J. Gascón, A. Ruiz-Olarría, M. Artaud, A. Bronner, Y. Chevillard, G. Cirade, C. Ladage & M. Larguier (Eds.), *Un Panorama de la TAD. Memorias del III Congreso Internacional de la TAD* (pp. 241-254). Barcelona: Centre de Recerca Matemàtica.

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 334-370). New York: MacMillan.

Schmidt, W., Houang, R., & Cogan, L. (2002). A coherent curriculum: the case of mathematics. *American Educator*, 26 (2), 10-26.

Sheehan, J. (1986). Curriculum models: product versus process. *Journal of Advanced Nursing*, 11, 671-678.

Simon, M., & Blume, G. W. (1996). Justification in the mathematics classroom: A study of prospective elementary teachers. *Journal of Mathematical Behavior*, 15, 3-31.

Sowder, J. (2007). The mathematical education and development of teachers. En F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 167-224). North Carolina: Information Age Publishing.

Stein, M. K., Grover, B. W., & Henningsen, M. (1996). Building student capacity for mathematical thinking and reasoning: An analysis of mathematical tasks used in reform classrooms. *American Educational Research Journal*, 33(2), 455-488.

Tough, P. (2012). How children succeed. *Grit, curiosity, and the hidden power of character*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [UAEH] (2007). Modelo Educativo de la UAEH. Pachuca: UAEH. Recuperado de http://www.uaeh.edu.mx/docencia/docs/modelo_educativo_UAEH.pdf el 31 de enero 2014.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [UAEH] (2009). *Modelo Curricular Integral*. Pachuca: UAEH.

Vélez-Chable, G., y Terán-Delgado, L. (2010). Modelos para el diseño curricular. *Pampedia*, 6, 55-65.

Vidal, L., Gálvez, M., y Reyes-Sánchez, L. B. (2009). Análisis de hábitos de estudio en alumnos de primer año de ingeniería civil agrícola. *Formación Universitaria*, 2(2), 27-33.