

# Estrategias de aprendizaje para estudiantes con graves deficiencias al ingresar al bachillerato

JORGE BAROJAS WEBER\* | GRACIELA RAMÍREZ OLVERA\*\*

El objetivo de la investigación a la que se refiere este artículo es presentar un proyecto innovador que atiende las principales deficiencias de aprendizaje en grupos de estudiantes que presentan altos índices de rezago y deserción cuando cursan las asignaturas de Física en el primer año del bachillerato. Mediante la aplicación de instrumentos instruccionales de diagnóstico se evaluaron ocho estrategias de aprendizaje derivadas de la teoría del aprendizaje estratégico que corresponden a los procesos de adquisición, interpretación, análisis, razonamiento, comprensión, organización, comunicación y evaluación. Para ello se consideran el contexto de la problemática, la descripción del proceso de investigación y el análisis de resultados y consecuencias, la más significativa de las cuales consiste en que alrededor de 80 por ciento de los estudiantes del grupo de trabajo logró avances en los niveles correspondientes a Ciencias en las pruebas PISA.

## Palabras clave

Educación media superior  
Enseñanza de la Física  
Estrategias de aprendizaje  
Estudiantes de bajo rendimiento  
Evaluación diagnóstica  
Investigación empírica  
Programa Internacional para la Evaluación de los Estudiantes (PISA)

\* Profesor del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Actualmente director académico del Centro Virtual de Investigaciones y Desarrollos en Educación (CVIDE). Doctor en Física por la Facultad de Ciencias de París. Líneas de investigación: didáctica de la Física, formación de profesores y administración del conocimiento. Publicaciones recientes: (2014, en coautoría con M.C. Martínez Guerrero), "A Keplerian Laboratory of Didactics", en Leoš Dvořák and Věra Koudelková (eds.), *ICPE-EPEC Conference Proceedings (2013)*, Praga, Matfyzpress publisher, pp. 287-299, en: [http://iupap-icpe.org/publications/proceedings/ICPE-EPEC\\_2013\\_proceedings.pdf](http://iupap-icpe.org/publications/proceedings/ICPE-EPEC_2013_proceedings.pdf); (2014, en coautoría con F.B. Alarcón Hernández y M.P. Segarra Alberú), "Enseñanza de plasmas físicos en el nivel medio superior", *Latin American Journal of Physics Education (LAJPE)*, vol. 8, núm. 1, pp. 203-212, en: [http://www.lajpe.org/march14/28\\_LAJPE\\_862\\_Fidel\\_Alarcon.pdf](http://www.lajpe.org/march14/28_LAJPE_862_Fidel_Alarcon.pdf). CE: jrbw40@gmail.com

\*\* Docente-tutor-investigador en el Instituto de Educación Media Superior del Distrito Federal, plantel Tlalpan 1, área de Física. Egresada de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Líneas de investigación: estrategias de aprendizaje, diseño de instrumentos instruccionales de diagnóstico, tutoría. Publicaciones recientes: (2013, en coautoría con M.A. Nava Reza, M. Velasco Chávez y J.R. Cárdenas Ramírez), "Dimensiones colectivas de la tutoría ante la ambivalencia contemporánea en el plantel Tlalpan 1 del IEMS", *Urdimbre*, vol. 1, núm. 2, pp. 11-25; (2012, en coautoría con J. Barojas), "Development of Learning Strategies with the Support of Instructional Instruments", *Latin American Journal of Physics Education (LAJPE)*, vol. 6, suppl. I, pp. 164-167, en: [http://www.lajpe.org/icpe2011/30\\_Jorge\\_Barojas.pdf](http://www.lajpe.org/icpe2011/30_Jorge_Barojas.pdf). CE: chemirez@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Esta contribución busca mostrar la importancia de la investigación para la formación de profesores, aunque podría parecer contradictoria, ya que toma como punto de partida una tesis de una maestría profesionalizante cuyo fin es contribuir a mejorar la capacidad docente, y no hacer una investigación. La profesionalización consiste en que el desempeño en los estudios y la elaboración y presentación de la correspondiente tesis deberán proporcionar evidencias satisfactorias de que el estudiante ha mejorado en su práctica profesional, que en nuestro caso se refiere a la docencia de Física en el bachillerato. Esto generalmente se satisface cuando el estudiante es capaz de diseñar, poner en práctica y evaluar una secuencia didáctica para enseñar un tema específico del programa de estudios de una asignatura. La tesis con la que habrá de graduarse el estudiante deberá mostrar los resultados obtenidos, incluyendo el marco teórico, la presentación de la propuesta didáctica, la descripción de la población a la cual se le aplicó la propuesta, así como el procedimiento seguido y una breve discusión de las consecuencias del trabajo realizado. En todo ello se habrán aplicado resultados de investigaciones diversas, pero se considerará que el estudiante no ha realizado una investigación propiamente dicha porque no ha tenido, o no ha adquirido, lo que hace que un trabajo académico sea una verdadera investigación: la actitud, la capacidad y la experiencia para hacerlo. Por investigación conviene referirse a lo que se le atribuye al matemático Eric Temple Bell: investigar es encontrar algo nuevo o presentar de manera diferente algo ya conocido.

Aunque en este trabajo no pretendemos hacer una revisión crítica de los procesos de investigación y de formación de profesores, ni de la investigación respecto de la formación de profesores, conviene mencionar las contribuciones publicadas a raíz de un seminario internacional relativo al desarrollo de la calidad en la educación y la capacitación de profesores (Michellini, 2004). En la sección de “Lecturas sugeridas” presentamos una selección de los artículos que tienen que ver con la investigación en formación de profesores.

En las líneas que siguen comentaremos una tesis de Doctorado en Educación que concierne a la formación de profesores de Física en el bachillerato mexicano (Segarra, 2000).

Según Segarra (2000), tres factores han influido negativamente en la profesionalización de los docentes del nivel de educación media superior: una formación remedial y descontextualizada en la cual se da una disociación entre la formación pedagógica y la disciplinaria, en lugar de propiciar-se su integración; una escasa incidencia de los resultados de la investigación educativa en el aula; y una formación poco ligada a la permanencia en la institución, la promoción y los incentivos económicos. La autora presenta las siguientes recomendaciones: 1) recuperar la experiencia de los docentes a través de grupos de trabajo y reuniones de academia; 2) considerar la investigación-acción como propuesta de formación; 3) crear programas

integrados e integradores de la disciplina con la didáctica; 4) establecer la obligatoriedad de una formación inicial para los profesores de bachillerato; y 5) organizar posgrados diseñados específicamente para profesores. A la fecha, estas recomendaciones no se han cumplido cabalmente, salvo la última de ellas, porque a partir de 2003 la UNAM creó la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS).

Para ubicar la problemática considerada en este trabajo, es decir, la importancia de la investigación en la formación de profesores, vamos a referirnos a dos textos fundamentales para la comprensión del contexto mexicano de la educación en general (Ornelas, 2013), y del bachillerato en particular (Zorrilla, 2008). También haremos referencia al desempeño de los estudiantes mexicanos en las pruebas PISA, como una indicación dramática y vergonzosa de que no enseñamos a que nuestros estudiantes tengan la actitud y la capacidad incipiente de investigar, que no es lo mismo que indagar para seleccionar y copiar información.

Entre otros factores que ocasionan la baja calidad de la educación, Ornelas menciona que el sistema educativo mexicano (SEM) "...nunca se encaminó a la formación de investigadores, a la implantación de modelos que pusieran el acento en el descubrimiento y la creación" Ornelas (2013: 165). En otro momento indica que "Lo preponderante es la formación y actualización permanente de los maestros" (2013: 296); luego señala que "La formación del magisterio tendrá que ser de mayor calidad, pero también de diferente naturaleza: constituir un desafío intelectual y motivarlo para un trabajo mucho más creativo que el que realiza en la actualidad" (2013: 297). Después, cuando se refiere a que la educación del futuro debe enfatizar los atributos de "diligencia, motivación interna para el trabajo, curiosidad y responsabilidad personal y colectiva" (2013: 300), comenta que "Para reproducir estos atributos, se requiere cambiar la organización fundamental de la enseñanza media" (2013: 300). Cuando plantea que deberán cambiarse las prácticas pedagógicas actuales, expresa que "Esto demanda armonizar la docencia y la investigación, fomentar la curiosidad y el espíritu de búsqueda" (2013: 302).

Por su parte, Zorrilla señala que "Existen desempeños institucionales ejemplares que se compaginan con clases brindadas por profesores sin preparación profesional o capacitación previa alguna" (2008: 13); además, indica que los problemas serios que afectan a la enseñanza media superior (EMS) se refieren a "calidad, pertinencia y equidad" (2008: 14). En su capítulo de "Conclusiones" señala que "esta indiferencia sistémica y estructural deriva de una subordinación de la conducción educativa a los principios propios del sistema político" (2008: 273), y declara: "Se precisan conocimientos, diagnósticos, propuestas, estrategias y criterios que coadyuven a revertir las graves inercias que han presidido la conducción del sistema durante la segunda mitad del siglo pasado" (2008: 274). Sin embargo, considera que existe "...un gran nicho de oportunidad para la colaboración entre la investigación educativa que se ha generado durante los últimos 25 años y la práctica docente" (2008:286) y luego, en relación con la posibilidad de introducir

innovaciones relevantes, añade que “Esta posibilidad también invita a que ‘desde fuera de la escuela’ los aportes de la investigación, de la Pedagogía y de las didácticas específicas relevantes para el bachillerato mexicano sean consideradas” (2008: 287-288).

Como ilustración de las muy graves deficiencias existentes en el SEM tenemos el pésimo desempeño de muestras de estudiantes mexicanos que desde el año 2000 han presentado cada tres años las evaluaciones del Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés).<sup>1</sup> Este programa, establecido por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE),<sup>2</sup> evalúa la capacidad de jóvenes de 15 años para aplicar conocimientos y habilidades en situaciones de la vida práctica. Tal como lo indica el Cuadro 1, el puntaje alcanzado por México ha quedado siempre en último lugar de los países de la OCDE, en todas las áreas, en todos los ciclos, salvo en 2009, en Matemáticas, en que ocupó el penúltimo lugar. Se observa que México ocupa un mejor lugar cuando se considera a todos los países participantes, incluyendo a los que no son miembros de la OCDE; sin embargo, de 2009 a 2012 México retrocedió en todas las áreas, aunque la muestra fue del mismo tamaño (65 países).

Cuadro 1. Resultados PISA de los ciclos 2000-2012

Ciclo	Países	Matemáticas		Lectura		Ciencias	
2000	México	387	27/27 OCDE	422	27/27 OCDE	422	27/27 OCDE
	Promedio	500	35/41 Todos	500	34/41 Todos	500	34/41 Todos
2003	México	385	29/29 OCDE	400	29/29 OCDE	405	29/29 OCDE
	Promedio	500	37/40 Todos	494	37/40 Todos	500	37/40 Todos
2006	México	406	30/30 OCDE	410	29/29 OCDE	410	30/30 OCDE
	Promedio	498	46/57 Todos	492	41/56 Todos	500	49/57 Todos
2009	México	425	33/34 OCDE	419	34/34 OCDE	416	34/34 OCDE
	Promedio	496	49/65 Todos	493	45/65 Todos	501	51/65 Todos
2012	México	413	34/34 OCDE	424	34/34 OCDE	415	34/34 OCDE
	Promedio	494	53/65 Todos	496	51/65 Todos	501	55/65 Todos

Fuentes: (OCDE, 2002: 58, 85, 96); (OCDE, 2004: 9, 30, 35, 36, 92, 94, 277, 285, 298); (OCDE, 2007: 58, 298, 318); (OCDE, 2010: 1-2, 8); (OCDE, 2013: 8, 12).

En este artículo se expone cómo se ha realizado la investigación en un trabajo que se inició con la elaboración de una tesis de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS), posgrado de la UNAM que es de tipo profesionalizante, y que luego prosiguió durante cerca de tres años, después de la terminación de los créditos de dicha Maestría y durante el proceso de redacción de la tesis denominada *Desarrollo de*

1 Programme for International Student Assessment. Consúltese: <http://www.inec.edu.mx/index.php/servicios/pisa/que-es-pisa> (consulta: 22 de noviembre de 2013).

2 Consúltese en: <http://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/> (consulta: 2 de enero de 2013).

*estrategias de aprendizaje de la Física, con apoyo en instrumentos instruccionales de diagnóstico.* Esta tesis fue elaborada por Graciela Ramírez Olvera como parte de su actividad docente en los cursos de Física I (Materia y Calor) y Física II (Mecánica y Electromagnetismo), impartidos en el plantel Tlalpan 1 del Instituto de Educación Media Superior (IEMS) (Ramírez y Barojas, 2012; Ramírez, 2014). A continuación nos referiremos al contexto de la problemática, la descripción del proceso de investigación y el análisis de resultados y consecuencias.

## CONTEXTO DE LA PROBLEMÁTICA

Los estudiantes que ingresan al IEMS deben cumplir con los siguientes objetivos generales en el eje científico, como consecuencia de su paso por el primero y segundo semestres en la institución: 1) entender que la ciencia es una forma de interpretar al mundo, y que es el resultado de un proceso histórico, social y cultural; 2) reconocer principios fundamentales y leyes para relacionarlos con el propio medio ambiente; 3) aplicar métodos básicos de tipo analítico y experimental para explorar principios fundamentales y leyes que correspondan a los temas estudiados en sus cursos; 4) elaborar estrategias para resolver problemáticas cualitativas y cuantitativas en el contexto de los temas de sus cursos; y 5) valorar la importancia de su compromiso con la comunidad. Para cumplir con estos requisitos, los estudiantes que ingresan deberían tener —o adquirir— conocimientos y habilidades que corresponden, como mínimo, al nivel 1 de PISA en los tres rubros (Matemáticas, Lectura y Ciencias), lo cual no se cumple en la práctica. Los 20 planteles del IEMS que funcionan actualmente en la zona metropolitana tienen dos características: la ausencia de un examen de selección para ingresar y la atención de la población estudiantil en zonas marginadas. Por ejemplo, el plantel Tlalpan 1, en donde se realizó este trabajo, se ubica en el Ajusco medio, una zona con vestigios rurales y que ha sido poblada por personas de escasos recursos provenientes de distintos lugares de la ciudad y del país. Como serio agravante que afecta a los jóvenes que ingresan a la institución, muchos de los habitantes de esta zona presentan altos índices de alcoholismo y hay violencia entre bandas.

Como punto de partida para este trabajo se consideraron los reportes internos de evaluación diagnóstica y formativa del IEMS (2009; 2010; 2011; 2012; 2013). Las pruebas aplicadas al inicio del proceso de inscripción, las cuales no tienen valor discriminatorio en el proceso de selección, mostraron que los jóvenes, con edades comprendidas entre los 16 y los 19 años, carecían o mostraban deficiencias en cuanto a saber y poder utilizar formas efectivas para analizar, pensar y comunicar ideas, así como para aplicar razonamientos directos a situaciones concretas. Esta población se caracteriza por tener serios problemas socioeconómicos y presenta los mismos problemas de deserción y rezago que son críticos a nivel nacional (Zorrilla, 2010). Como ilustración de lo anterior, en el Cuadro 2 se muestran las áreas identificadas con dificultades para los estudiantes que ingresan a los planteles

del IEMS, así como las que señalan deficiencias en las evaluaciones PISA. Es significativo observar una clara correspondencia entre ambas.

*Cuadro 2. Dificultades en el aprendizaje según el IEMS y PISA*

Áreas con dificultades según el IEMS	Áreas con dificultades según PISA
Comprensión lectora Indagación de información Aritmética y álgebra	Hacer comparaciones o conexiones entre el texto y el conocimiento exterior al mismo. Realizar interpretaciones literales de cuadros de datos. Aplicar algoritmos básicos, ecuaciones, convenciones y procedimientos complejos.
Análisis y síntesis Solución sistemática de ejercicios y problemas	Realizar razonamientos directos (inductivos). Identificar información no obvia. Realizar acciones o tomar decisiones de manera fundamentada.
Comprensión y organización de información	Comprender y organizar información con varios criterios.
Aplicar los saberes a situaciones cotidianas Expresión verbal y escrita (comunicación)	Recordar conocimientos científicos simples. Aplicar los saberes a situaciones cotidianas.

*Fuente:* elaboración de G. Ramírez.

Las circunstancias anteriores han planteado enormes retos a los docentes del IEMS e hicieron imperativa la realización de esta investigación para comprender cómo hacer más adecuado y efectivo el aprendizaje de quienes ingresan con graves deficiencias. Por ello, se tomó la decisión de concentrarse en un aspecto específico: el desarrollo, la puesta en marcha y el análisis de los resultados de una intervención en el aula dedicada a estudiar la aplicación de estrategias de aprendizaje derivadas de la teoría del aprendizaje estratégico.

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

De entre los grupos asignados a la profesora del IEMS, se eligieron cada semestre dos grupos: el grupo de trabajo en donde se abordarían actividades académicas mediante las estrategias de aprendizaje propuestas, y el grupo de control, en donde se realizarían las mismas actividades académicas, pero sin trabajar directa y explícitamente con las estrategias de aprendizaje. El trabajo habría de realizarse en tres etapas (exploración, experimentación y evaluación), donde paulatinamente se desarrollarían las estrategias de aprendizaje y se aplicarían los instrumentos para su evaluación. Las dos primeras etapas se trabajarían durante el primer año, y en el segundo año se cubriría la tercera etapa, para analizar de manera integral el desempeño de los grupos de trabajo y de control, un año después de haber trabajado explícitamente en las primeras estrategias de aprendizaje. Terminados los dos primeros años que se dedicaron esencialmente al desarrollo de la tesis de Maestría, el proceso de redacción se extendió más allá de lo común

debido a diferentes obstáculos que se presentaron; sin embargo, esta circunstancia permitió trabajar con nuevos grupos de trabajo y control y extender las investigaciones para incluir aplicaciones más completas de las estrategias propuestas.

El trabajo se inició en agosto de 2009. El profesor de la asignatura Fundamentos teórico-metodológicos de la Física, del primer semestre de la MADEMS (quien después sería el director de la tesis motivo de este artículo), propuso a sus estudiantes que definieran el posible tema de tesis. Una estudiante de la Maestría, quien ya impartía clases en el IEMS, siguiendo a Sampieri *et al.* (1998), planteó una pregunta que habría de ser decisiva para clarificar la dirección de la futura investigación: ¿cómo podrían los estudiantes de mi plantel del IEMS participar activamente en la solución de sus deficiencias académicas y aumentar su autonomía en el aprendizaje?

Para orientar la búsqueda de soluciones a dicha pregunta, la estudiante de la MADEMS buscó referencias en el constructivismo cognitivo dentro del cual se ubica la teoría del aprendizaje estratégico. Esta teoría plantea el uso reflexivo e inteligente de estrategias de aprendizaje por parte del aprendiz para construir poderosas representaciones cognitivas que le conduzcan al aprendizaje autónomo (Hernández, 2006). Al respecto, Díaz-Barriga y Hernández afirman que:

Las estrategias de aprendizaje pueden definirse como procedimientos (conjuntos de pasos, operaciones o habilidades) que un aprendiz emplea de forma consciente, controlada e intencional como instrumentos flexibles para aprender significativamente y solucionar problemas. La mayoría son de dominio específico y son clasificadas de diversas formas (2002: 234).

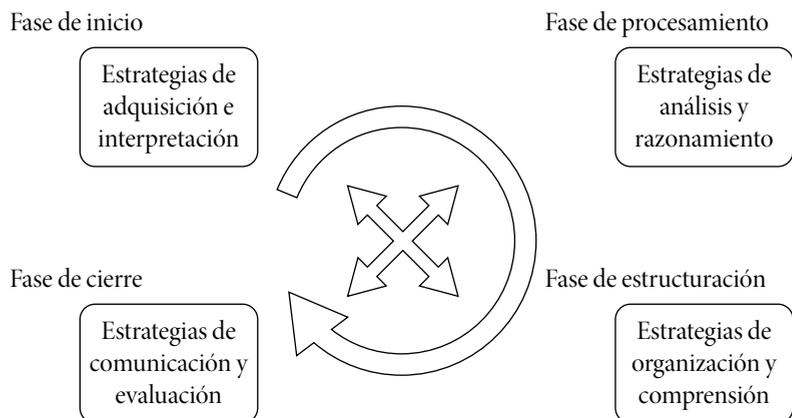
Como resultado de una indagación bibliográfica previa, la estudiante de la Maestría presentó el Cuadro 3 con una clasificación de estrategias y algunos posibles ejemplos, lo cual constituyó un punto de partida apropiado para iniciar el trabajo de tesis. El proyecto de tesis se enfocó a resolver algunas de las deficiencias detectadas en estudiantes del plantel Tlalpan 1 del IEMS, como las que se señalaron en el Cuadro 2. Esto condujo a la propuesta de un modelo del proceso de aprendizaje formado por cuatro fases (Fig. 1), en donde se ha incluido una octava estrategia de aprendizaje (la evaluación).

Cuadro 3. Clasificación y ejemplos de estrategias

Clases de estrategias	Descripción de ejemplos
De adquisición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación</li> <li>• Búsqueda de información (manejo de fuentes documentales y bases de datos)</li> <li>• Selección de información (tomar notas o apuntes, elaborar subrayados, etc.)</li> <li>• Repaso y retención (recirculación, mnemotecnias, etc.)</li> </ul>
De interpretación (para traducir de un código a otro o para interpretar la información)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decodificación o traducción de la información</li> <li>• Aplicación de modelos para interpretar situaciones</li> <li>• Uso de analogías y metáforas</li> </ul>
De análisis y razonamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis y comparación de modelos</li> <li>• Razonamiento y realización de inferencias</li> <li>• Investigación y solución de problemas</li> </ul>
De comprensión y organización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión del discurso oral y escrito</li> <li>• Establecimiento de relaciones conceptuales</li> <li>• Organización conceptual (elaboración de mapas conceptuales)</li> </ul>
De comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresión oral</li> <li>• Expresión escrita</li> <li>• Expresión a través de gráficas, de números, icónica, etc.</li> </ul>

Fuente: Hernández, 2006: 127; Pozo y Postigo, 1994: 180-214.

Figura 1. Modelo del proceso de aprendizaje en cuatro fases referido a cuatro pares de estrategias de aprendizaje



El análisis de las ocho estrategias de aprendizaje asociadas a las cuatro fases antes descritas requirió del planteamiento de procesos de seguimiento y evaluación como los mostrados en el Cuadro 4. En la primera columna se indica entre paréntesis el acróstico en mayúsculas correspondiente a la pareja de estrategias de cada fase, tomando las letras iniciales de cada uno de los seis pasos que habrán de seguirse en cada caso.

*Cuadro 4. Pasos correspondientes a las estrategias de cada fase*

Fase de inicio	
Estrategias de adquisición y de interpretación (PODERR)	<p>Planteo lo que deseo saber, entender o encontrar.</p> <p>Observo para obtener información clave que guíe a la respuesta.</p> <p>Distingo qué conozco y qué desconozco en la teoría adecuada.</p> <p>Entiendo la información obtenida en relación con lo que desconozco.</p> <p>Relaciono lo nuevo con lo que sabía, con ejemplos, analogías, etc.</p> <p>Reflexiono sobre mis avances, fallas, validez y valor de lo realizado.</p>
Fase de procesamiento	
Estrategias de análisis y de razonamiento (IDEARR)	<p>Identifico las partes y variables del sistema.</p> <p>Describo las relaciones entre las partes y entre las variables.</p> <p>Explico causas, consecuencias o comportamientos del sistema.</p> <p>Aplico lo obtenido en ejemplos relevantes o importantes.</p> <p>Relaciono lo nuevo con lo que sabía, con ejemplos, analogías, etc.</p> <p>Reflexiono sobre mis avances, fallas, validez y valor de lo realizado.</p>
Fase de estructuración	
Estrategias de organización y de comprensión (SABERR)	<p>Selecciono los elementos a organizar.</p> <p>Aclaro las relaciones entre estos elementos.</p> <p>Bosquejo la estructura entre los diferentes tipos de relaciones.</p> <p>Elaboro la estructura de forma que se entienda.</p> <p>Relaciono lo nuevo con lo que sabía, con ejemplos, analogías, etc.</p> <p>Reflexiono sobre mis avances, fallas, validez y valor de lo realizado.</p>
Fase de cierre	
Estrategias de comunicación y de evaluación (DECIRR)	<p>Descarto las contradicciones o diferencias con las fuentes fiables.</p> <p>Expreso las ideas clave y ejemplos importantes sobre el tema.</p> <p>Comunico con cortesía, lenguaje y medios de expresión apropiados.</p> <p>Identifico la importancia de cada idea y de lo que no conocía.</p> <p>Relaciono lo nuevo con lo que sabía, con ejemplos, analogías, etc.</p> <p>Reflexiono sobre mis avances, fallas, validez y valor de lo realizado.</p>

Fuente: elaboración de G. Ramírez.

El trabajo de tesis de maestría consistió en diseñar, monitorear y analizar diagnósticos basados en rúbricas de autoevaluación con el fin de analizar el desarrollo de las capacidades para plantear y resolver problemas de Física de una manera más agradable, efectiva y significativa que los ejercicios de memorización intrascendente con los que se examina tradicionalmente a los jóvenes en el bachillerato. En otras palabras, que los estudiantes mostraran que aprendieron el significado y las implicaciones de los pasos asociados a PODERR, IDEARR, SABERR y DECIRR. Con este fin la estudiante de la MADEMS diseñó una serie de actividades de manera que cada semana sus estudiantes elaborasen productos concretos relacionados con los siguientes ciclos de aprendizaje (CA) que se pondrían en práctica mediante las aplicaciones de las estrategias en cuestión: CA1-Habilidades y procedimientos básicos requeridos en la ciencia, CA2-Competencias para hacer análisis y síntesis, CA3-Habilidades para la interpretación de representaciones, y CA4-Desarrollo cooperativo de proyectos experimentales. Para dar seguimiento a los productos generados por los estudiantes fue necesario seleccionar, adaptar, y en su caso, traducir o crear, bancos de reactivos relacionados con los temas de Física a estudiar, así como diseñar y aplicar instrumentos de seguimiento y de evaluación que sirvieran para un propósito doble: 1) describir la manera como los estudiantes comprendieron y aplicaron las estrategias de aprendizaje; y 2) analizar los efectos que la aplicación de tales estrategias tuvo en el conocimiento de los temas de Física, que fue el escenario cognitivo en donde se realizaron las actividades previamente diseñadas para aplicar las estrategias de aprendizaje en cuestión.

Definido el modelo del proceso de aprendizaje ilustrado en la Fig. 1, se propuso un procedimiento de seis etapas para dar seguimiento al grado de dominio de las estrategias, así como para detectar el nivel de aprendizaje de la asignatura, tanto en el grupo de trabajo como en el de control. A continuación se describe cada una de las etapas del procedimiento que se ha seguido en esta investigación; para cada etapa indicamos las actividades (A) que se desarrollaron al aplicar las estrategias seleccionadas. Evidentemente, las etapas de este proceso no han seguido una secuencia necesariamente consecutiva, pues se ha dado cierta coexistencia de etapas y, como en el desarrollo de toda investigación, lo realizado ha diferido de lo planeado.

ETAPA 1. Efectuar un diagnóstico para ubicar el estado inicial de los estudiantes respecto de su comprensión de cada estrategia.

A1.1. Para captar la atención de los estudiantes se presentó un experimento atractivo y se solicitó la explicación individual por escrito con el fin de confrontar lo mostrado con lo esperado.

A1.2. Con base en los pasos de la estrategia que se estaba probando se realizó una discusión guiada por el docente, y una vez lograda una explicación razonable por los estudiantes se solicitaron redacciones individuales que considerasen los elementos de la discusión.

A1.3. Se colectaron los escritos de los estudiantes para valorar el nivel en que cada uno describió los pasos seguidos al aplicar la estrategia en cuestión.

ETAPA 2. Desarrollar instrumentos de seguimiento y autoevaluación para determinar el dominio de cada estrategia.

A2.1. Como instrumento de seguimiento se utilizó una tabla donde cada estudiante describía cómo había aplicado la estrategia en cuestión. Este instrumento tuvo un doble fin: por un lado, valorar el grado de comprensión de la estrategia, y por otro, detectar el tipo de aprendizajes de la asignatura en el tema de Física en que se estaba trabajando. Dicho instrumento constituyó un elemento de retroalimentación que permitió, al maestro y a cada estudiante, señalar aciertos y corregir errores, tanto conceptuales como procedimentales.

A2.2. Como instrumento de autoevaluación cada estudiante llenó una pequeña boleta con el enunciado de los pasos de la estrategia en cuestión y la opción a escoger entre tres niveles de dominio de cada uno de los seis pasos de la estrategia correspondiente. El Cuadro 5 muestra los porcentajes de respuestas obtenidas por un grupo de trabajo para cada paso de una estrategia PODERR.

*Cuadro 5. Porcentajes de respuestas obtenidas*

Pasos de la estrategia PODERR	Muy poco	En parte	Por completo
Planteo lo que deseo saber, entender o encontrar	25	45	30
Observo para obtener información clave	21	34	45
Distingo qué conozco y qué desconozco en la teoría adecuada	16	54	30
Entiendo la información obtenida en relación con lo que desconozco	30	50	20
Relaciono lo nuevo con lo que sabía, con ejemplos, analogías, etc.	29	33	38
Reflexiono sobre mis avances, fallas, validez y valor de lo realizado	15	58	27

*Fuente:* elaboración de G. Ramírez.

ETAPA 3. Seleccionar instrumentos instruccionales de diagnóstico para valorar el aprendizaje de la asignatura.

A3.1. Se utilizaron los reactivos de tres tipos de proyectos: 1) DIAGNOSER: Instructional Tools for Science and Mathematics,<sup>3</sup> que fueron traducidas al español; 2) las pruebas PISA (OCDE, 2007; OCDE-IVEI, 2011); y 3) documentos del Bachillerato Internacional (en inglés, IB International Baccalaureate).

<sup>3</sup> Puede consultarse en: <http://www.diagnoser.com> (consulta: 10 de febrero de 2011).

ETAPA 4. Diseñar un programa de actividades y una forma de coleccionar los datos.

A4.1. Para cada uno de los cuatro periodos mensuales de un curso semestral de 16 semanas se propuso un programa con las cuatro líneas de actividades que se presentan a continuación. En el diseño de estas líneas de actividades se incorporaron recomendaciones de investigaciones educativas y del proyecto PISA.

L1. Manejo eficaz del lenguaje, códigos y representaciones de la ciencia (Pozo, 1999; William *et al.*, 2002; Hobden, 1998; OCDE, 2006).

L2. Solución de problemas (Ceberio *et al.*, 2008; Hodson, 1994; Hobden, 1998; William *et al.*, 2002; Gil *et al.*, 1999; OCDE, 2006).

L3. Elementos de historia y epistemología (Fernández *et al.*, 2002; Nieda y Macedo, 1997; Hodson, 1994; OCDE, 2006).

L4. Organización de la información (William *et al.*, 2002; Díaz-Barriga y Hernández, 2002).

A4.2. Cada estudiante preparó un portafolio en el que integró los documentos semanales elaborados durante los cuatro periodos del ciclo escolar: los instrumentos de seguimiento y de autoevaluación, la evaluación inicial y de fin de periodo mensual, y un producto de reflexión sobre la evaluación, así como la evaluación de diagnóstico de inicio de semestre sobre el dominio de las estrategias y su contraste con la evaluación de fin de semestre. Al término de cada uno de los cuatro periodos del semestre los estudiantes revisaron su portafolio con el fin de discutir, reflexionar y planear mejoras en su aprendizaje.

ETAPA 5. Establecer un contraste con el diagnóstico inicial, para valorar el empleo intencional de las estrategias de aprendizaje utilizadas en el curso.

A5.1. Se propusieron las mismas actividades que en la etapa 1, pero para un experimento distinto, sin dar instrucciones detalladas para la comprensión del nuevo experimento, con el fin de verificar el empleo intencional de la correspondiente estrategia de aprendizaje.

ETAPA 6. Analizar los resultados obtenidos en los puntos anteriores para obtener conclusiones acerca de la propuesta, y reflexionar en relación con la evaluación de las líneas de actividades correspondientes a cada estrategia de aprendizaje.

A6.1. Se organizaron sesiones de reflexión sobre los productos desarrollados en las líneas de actividades antes descritas y sus correspondientes evaluaciones.

A manera de ilustración, el Cuadro 6 indica cómo se evaluaron las estrategias desarrolladas en la etapa de experimentación. La primera columna indica el tipo de productos semanales (PS) que debían elaborarse. Las columnas segunda a cuarta se refieren a los cuatro ciclos de aprendizaje (CA) a los que corresponde cada tipo de producto. En la parte central, cada una

de las casillas que corresponde a los productos semanales (PS) contiene una información triple: para cada estrategia identificada por su acrónimo, las actividades de aprendizaje se indican con la letra A seguida de un número; el tema de Física a tratar va entre paréntesis; y el material de laboratorio que habrá de utilizarse, cuando es el caso, se encuentra entre comillas. Además, los renglones segundo y penúltimo señalan el contenido de las baterías del diagnóstico DIAGNOSER utilizado para las evaluaciones inicial y final, respectivamente. El último renglón se refiere a cómo se hará el proceso de evaluación.

**Cuadro 6. Programación de actividades para la etapa de evaluación**

Tipo de producto	CA1 Habilidades y procedimientos requeridos en la ciencia	CA2 Competencias para hacer análisis y síntesis	CA3 Interpretaciones de representaciones	CA4 Proyectos cooperativos para realizar experimentos
Evaluación inicial con DIAGNOSER	Batería 1 Efectos de la temperatura sobre la densidad	Batería 1 Descripción macroscópica de sólidos, líquidos y gases	Batería 1 Efectos de los cambios de temperatura en los gases	Batería 1 Hundimiento y flotación
PS1 Solución de problemas	A1-1: PODERR Descripciones de lo conocido y de lo desconocido e indagación de esto último. (Conservación y degradación de la energía). "Bote obediente".	A1-2: IDEARR Análisis de resultados experimentales y elaboración de conclusiones. (Principio de Pascal) "Prensa hidráulica".	A1-3: IDEARR Aplicación crítica de modelos y teorías sobre sistemas físicos de interés. (Principio de Pascal). "Ludión". A1-4: PODERR (Eficiencia, conservación y degradación de la energía de un motor). "Problema".	Formular una pregunta para elaborar un proyecto relevante de interés, en temas de: salud, recursos naturales, medio ambiente, riesgos, ciencia actual y tecnología moderna.
PS2 Elementos de historia y epistemología	A2-1: DECIRR Línea del tiempo respecto de las principales etapas identificadas en un texto. (Desarrollo de la teoría atómica).	A2-2: SABERR Análisis de conceptos y de relaciones conceptuales usadas en la solución. (Número de Avogadro y movimiento browniano).	A2-3: DECIRR Identificación de creencias, conocimientos, concepciones erróneas e innovaciones. (Materia continua y discreta).	Identificar intentos pasados para responder a la pregunta, describir métodos de solución y plan para realizar una prueba experimental que conteste la pregunta.
PS3 Relaciones entre conceptos y sus representaciones	A3-1: IDEARR Relacionar conceptos con la manipulación algebraica al resolver problemas. (Densidad, peso, trabajo, potencia, presión, leyes de gases). "Reactivos".	A3-2: PODERR Relacionar la proporcionalidad entre variables con la forma de las gráficas. (Densidad, presión hidrostática, leyes de gases). "Reactivos".	A3-4: IDEARR Relacionar las características de las ecuaciones con las gráficas que representan datos experimentales. (Ley de Hooke). "Resorte". A3-5: PODERR (Densidad, dilatación y presión hidrostática). "Reactivos".	Realizar una prueba experimental que lleve a responder la pregunta y relacionar esquemas y gráficas con modelos y situaciones experimentales.

Cuadro 6. Programación de actividades para la etapa de evaluación (continuación)

Tipo de producto	CA1 Habilidades y procedimientos requeridos en la ciencia	CA2 Competencias para hacer análisis y síntesis	CA3 Interpretaciones de representaciones	CA4 Proyectos cooperativos para realizar experimentos
PS4 Organización de la información	A4-1: SABERR Diagramas con explicaciones breves de tópicos clave. (Temas vistos). "Portafolio".	A4-2: SABERR Mapa mental para hechos relevantes, preguntas y respuestas. (Temas vistos). "Portafolio".	A4-3: SABERR Mapas conceptuales para representar conceptos, modelos y teorías. (Temas vistos). "Portafolio".	Análisis de datos y discusiones de distintas respuestas. Reporte y exposición pública del proyecto realizado.
Evaluación final con DIAGNOSER	Batería 2 Efectos de la temperatura sobre la densidad.	Batería 2 Descripción macroscópica de sólidos, líquidos y gases.	Batería 2 Efectos de los cambios de temperatura en los gases.	Batería 2 Hundimiento y flotación.
Proceso de evaluación	A5-1: DECIRR Autoevaluación de productos. (Temas vistos). "Portafolio".	A5-2: DECIRR Coevaluación de productos. (Temas vistos). "Portafolio".	Heteroevaluación de productos. (Temas vistos). "Portafolio".	Evaluación conjunta del aprendizaje logrado a partir de evidencias. (Temas vistos). "Portafolio".

Fuente: elaboración de G. Ramírez.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONSECUENCIAS

La puesta en marcha de esta investigación se organizó inicialmente para seguir con las tres etapas cuyos propósitos se indican en el Cuadro 7.

Antes de presentar las diferencias más significativas en los resultados obtenidos en los grupos de trabajo y los de control, conviene mencionar que la estudiante de MADEMS que ha participado en esta investigación nunca fue liberada del todo de su carga docente en el plantel Tlalpan 1 del IEMS; cuando más, durante el tiempo que cursó la Maestría tuvo permiso para ausentarse cuando tenía que asistir a clases, y posteriormente, para realizar algunos de sus trámites. Además, la atención a los grupos de trabajo y de control, mismos que cambiaron cada semestre, constituyó parte de su carga normal de trabajo en grupos de los semestres primero y segundo, en donde es mayor la deserción y el rezago.

## Cuadro 7. Propósitos de las etapas de implementación

Etapa	Propósitos
Exploratoria	Identificar las carencias en habilidades para aprender con las que llegan los estudiantes al bachillerato. Delinear los tipos de estrategias de aprendizaje para solventar las necesidades derivadas de las carencias identificadas. Realizar el diseño global de la propuesta de investigación. Revisar los instrumentos instruccionales de diagnóstico. Proponer una prueba elemental acerca de una primera estrategia que pueda brindar información para el desarrollo de las otras estrategias y sus instrumentos.
Experimental	Refinar la primera estrategia, sus instrumentos de seguimiento para guiar el diseño de las otras estrategias y el diseño de la evaluación del proyecto. Seleccionar y probar instrumentos instruccionales de diagnóstico. Diseñar las estrategias para otras fases del proceso de aprendizaje propuesto con base en los resultados de la primera etapa y la evolución de los estudiantes. Tener al menos una estrategia refinada para realizar la evaluación del proyecto. Delinear los alcances del trabajo en términos de los recursos necesarios y el tiempo disponible, con base en los logros alcanzados en esta etapa. Elaborar el diseño de la evaluación del proyecto a partir de al menos una estrategia completa (actividades y evaluaciones). Programar el refinamiento del resto de las estrategias en esta prueba.
Evaluativa	Poner a prueba al menos una de las estrategias desarrolladas y sus instrumentos de autoevaluación y seguimiento, con base en los resultados de las evaluaciones del aprendizaje obtenidas a partir de los instrumentos instruccionales de diagnóstico seleccionados. Refinar las estrategias que no estuviesen disponibles aún para ser probadas. Proyectar trabajos futuros a partir de los resultados de esta etapa.

*Fuente:* elaboración de G. Ramírez.

En el Cuadro 8 se comparan las puntuaciones obtenidas en la evaluación diagnóstica institucional del IEMS efectuada a los estudiantes de los grupos de trabajo y control que se registraron al curso de Física I; en ambos casos el número de reactivos fue de 20 y se evaluaron habilidades referidas al razonamiento lógico, la observación de fenómenos naturales y de su entorno, la actitud científica y algunas ideas previas. La segunda columna señala el número de alumnos evaluados. Las columnas tercera y cuarta se refieren, respectivamente, a los números máximo y mínimo de reactivos respondidos correctamente de manera individual. La quinta columna indica el promedio de respuestas correctas por grupo. Las columnas sexta, séptima y octava indican, respectivamente, los números de estudiantes en cada una de las siguientes categorías (C) caracterizadas por los porcentajes de aciertos indicados entre paréntesis: C1 cuando no presentan evidencias de poseer las habilidades evaluadas (menor a 35 por ciento); C2 cuando aún no poseen las habilidades evaluadas, pero hay indicios de que están en proceso de desarrollarlas (36 a 75 por ciento); y C3 cuando presentan evidencias de haber desarrollado las habilidades evaluadas casi por completo o completamente (76 a 100 por ciento).

**Cuadro 8. Puntuaciones obtenidas al inicio del curso de Física I**

Grupo	Evaluados	Máximo	Mínimo	Promedio	C1	C2	C3
De trabajo	25	17	0	10	2	21	2
De control	26	17	9	13	0	14	7

Fuente: <http://www.iems.edu.mx/seval/resultados/>

En el Cuadro 9 se comparan las diferencias en los números de los estudiantes que en las evaluaciones realizadas al inicio y al final de cada uno de los cuatro ciclos mensuales (C1 a C4) del curso semestral obtuvieron un número de aciertos mayor o igual a 60 por ciento, en pruebas en que se usaron reactivos de las baterías del DIAGNOSER.

**Cuadro 9. Diferencias en aciertos a los reactivos del DIAGNOSER**

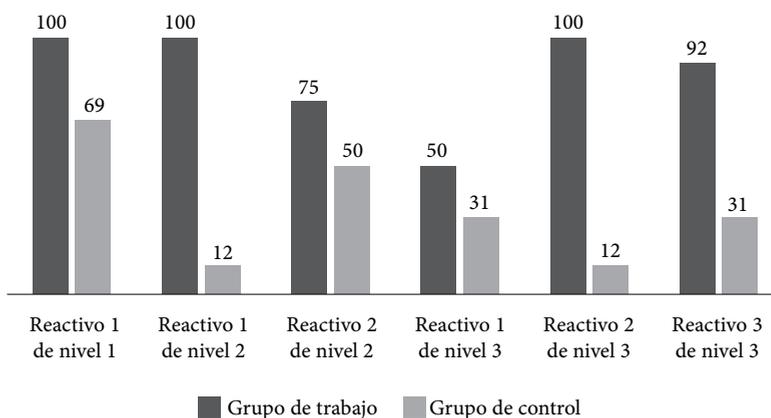
Grupo	Ciclo C1	Ciclo C2	Ciclo C3	Ciclo C4
De trabajo	17 - 0 = 17	67 - 8 = 59	58 - 17 = 41	67 - 50 = 17
De control	42 - 8 = 34	62 - 8 = 54	17 - 12 = 5	31 - 12 = 19

Fuente: elaboración de G. Ramírez.

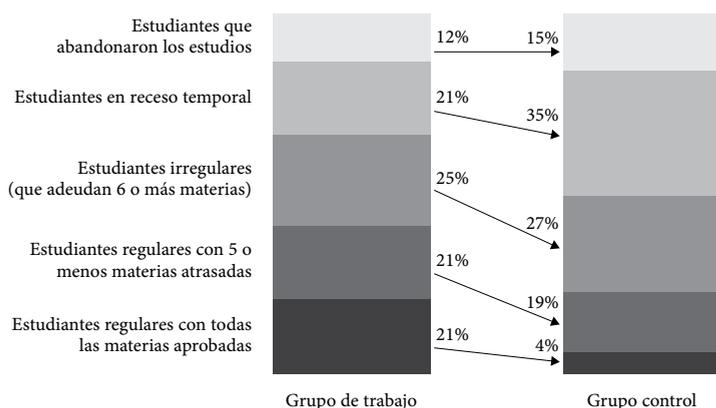
En los Cuadros 8 y 9 se observa que en no pocas ocasiones los resultados del grupo de control son mejores que en el grupo de trabajo, lo cual es un indicio de las diferencias con las cuales llegan los estudiantes.

Las Gráficas 1 y 2 muestran otras dos diferencias muy importantes entre los grupos de trabajo y de control: la Gráfica 1 ilustra los porcentajes de estudiantes que después de un semestre de instrucción resolvieron satisfactoriamente tres reactivos correspondientes a diferentes niveles del programa PISA; y la Gráfica 2 compara el rendimiento académico en cinco poblaciones de estudiantes un año después de realizada la etapa de evaluación.

**Gráfica 1. Porcentajes de respuestas satisfactorias a reactivos de PISA**



Gráfica 2. Comparación de poblaciones de estudiantes en un grupo de trabajo y otro de control



Resultados como los anteriores indican que trabajar las estrategias de aprendizaje fue muy beneficioso y significativo para los estudiantes de los grupos de trabajo, pese a que frecuentemente estos estudiantes se encontraban en desventaja inicial con respecto a los grupos control, tal como lo indicaron el examen diagnóstico del IEMS y las evaluaciones iniciales de baterías del DIAGNOSER. Esta investigación muestra que este tipo de trabajo con los estudiantes es prometedor, pues se logró un incremento en el desempeño de alrededor de 80 por ciento de los estudiantes del grupo de trabajo; estos estudiantes mostraron evidencias de haber mejorado en la escala de Ciencias de PISA, pues manifestaron distintos avances a partir del nivel 0, y en algunos casos llegaron hasta el nivel 3, mientras que la proporción de estudiantes que logró esto en el grupo de control fue de 25 por ciento. Por otra parte, el seguimiento realizado un año después de la intervención en el aula reveló que el grupo de trabajo mantuvo considerables ventajas respecto del grupo control.

A manera de conclusión, es de interés mencionar el documento “The High Cost of Low Educational Performance”, en donde se estima que si en los próximos 20 años todos los estudiantes mexicanos alcanzaran al menos 400 puntos en las evaluaciones de PISA, el producto interno bruto podría elevarse casi 1 mil 500 por ciento en el año 2090 (OCDE, 2010). Conviene aclarar que el límite inferior del nivel dos en cada una de las tres áreas que evalúa PISA se encuentra cerca de los 400 puntos. Aunque a lo largo de la última década, en México la cantidad de alumnos que se ubica debajo del nivel dos en las tres áreas que se evalúan ha disminuido de manera constante, aunque exigua, de mantenerse ese ritmo de progreso relativo tomaría más de 25 años alcanzar los niveles promedio actuales de la OCDE en Matemáticas, y más de 65 años en Lectura (OCDE, 2013).

## REFERENCIAS

- CEBERIO, Mikel, Jenaro Guisasola y José Manuel Almudí (2008), “¿Cuáles son las innovaciones didácticas que propone la investigación en resolución de problemas de Física y qué resultados alcanzan?”, *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 26, núm. 3, pp. 419-430.
- DÍAZ-BARRIGA, Frida y Gerardo Hernández (2002), *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, México, Mc Graw Hill.
- FERNÁNDEZ, Isabel, Daniel Gil, Jaime Carrascosa y Antonio Cachapuz (2002), “Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza”, *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 20, núm. 3, pp. 477-488.
- GIL, Daniel, Carles Furió, Pablo Valdés, Julia Salinas, Joaquín Martínez-Torregosa, Jenaro Guisasola, Eduardo González, André Dumas-Carré, Monique Goffard y Anna M. Pessoa de Carvalho (1999), “¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?”, *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 17, núm. 2, pp. 311-320.
- HERNÁNDEZ, R. Gerardo (2006), *Miradas constructivistas en psicología de la educación*, México, Paidós Educador.
- HOBDEN, Paul (1998), “The Role of Routine Problems Tasks in Science Teaching”, en Barry J. Faser y Kenneth G. Tobin (eds.), *International Handbook of Science Education*, Gran Bretaña, Kluwer Academic Publishers, pp. 219-231.
- HODSON, Derek (1994), “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio”, *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 12, núm. 3, pp. 299-313.
- IEMS (2009), “Informe de estadísticas de cubrimiento de asignaturas del Plantel Tlalpan I”, documento interno, México.
- IEMS (2010), “Informe de estadísticas de cubrimiento de asignaturas del Plantel Tlalpan I”, documento interno, México.
- IEMS (2011), “Informe de estadísticas de cubrimiento de asignaturas del Plantel Tlalpan I”, documento interno, México.
- IEMS (2012), “Informe de estadísticas de cubrimiento de asignaturas del Plantel Tlalpan I”, documento interno, México.
- IEMS (2013), “Informe de estadísticas de cubrimiento de asignaturas del Plantel Tlalpan I”, documento interno, México.
- MICHELINI, Marisa (ed.) (2004), *Quality Development in Teacher Education and Training. Second International GIREP Seminar 2003 Selected Contributions*, Udine (Italy), Forum.
- NIEDA, Juana y Beatriz Macedo (1997), *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*, Madrid, OEI/UNESCO.
- OCDE (2002), *Conocimientos y aptitudes para la vida. Primeros resultados del programa internacional de evaluación de estudiantes de la OCDE*, México, Santillana.
- OCDE (2004), *Informe PISA 2003, aprender para el mundo del mañana*, Madrid, Santillana.
- OCDE (2006), *PISA 2006. Marco de la evaluación*, Madrid, Santillana.
- OCDE (2007), *Nota informativa para México, PISA 2006: aptitudes para las ciencias para el mundo del mañana*, México, OCDE.
- OCDE (2010), *PISA 2009. Informe español*, Madrid, OCDE.
- OCDE (2013), *Nota país. México. Programa para la evaluación internacional de los alumnos 2012*, México, OCDE.
- OCDE/Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa (IVEI) (2011), *PISA: competencia científica para el mundo del mañana I. Marco y análisis de los ítems*, ISEI-IVEI, en: [www.isei-ivei.net/cast/pub/itemsliberados/Ciencias2011/ciencias\\_PISA-2009completo.pdf](http://www.isei-ivei.net/cast/pub/itemsliberados/Ciencias2011/ciencias_PISA-2009completo.pdf) (consulta: 10 de febrero de 2011).
- ORNELAS, Carlos (2013), *El sistema educativo mexicano. La transición de fin de siglo*, México, Fondo de Cultura Económica.
- POZO, Juan Ignacio (coord.) (1999), *La solución de problemas*, Buenos Aires, Ediciones Santillana.
- POZO, Juan Ignacio y Yolanda Postigo (1994), “La solución de problemas como contenido procedimental de la educación obligatoria”, en Juan Ignacio Pozo, María del Puy Pérez, Jesús Domínguez, Miguel Ángel Gómez y Yolanda Postigo, *La solución de problemas*, Madrid, Santillana, Aula XXI, pp. 180-214.

- RAMÍREZ Olvera, Graciela y Jorge Barojas (2012), "Development of Learning Strategies with the Support of Instructional Instruments", *Latin American Journal of Physics Education*, vol. 6, supl. I, pp. 164-167.
- RAMÍREZ Olvera, Graciela (2014), *Desarrollo de estrategias de aprendizaje de la Física, con apoyo en instrumentos instruccionales de diagnóstico*, Tesis para obtener el grado de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior-Física, México, UNAM.
- SAMPIERI Hernández, Roberto, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio (1998), *Metodología de la investigación*, México, McGraw Hill.
- SEGARRA, María del Pilar (2000), *La formación y profesionalización del profesorado de Física en el bachillerato*, Tesis de Doctorado en Educación, México, Universidad La Salle.
- WILLIAM, Leonard, William Gerace y Robert Dufrense (2002), "Resolución de problemas basada en análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la Física", *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 20, núm. 3, pp. 387-400.
- ZORRILLA Alcalá, Juan Fidel (2008), *El bachillerato mexicano: un sistema académico precario. Causas y consecuencias*, México, UNAM-IISUE.
- ZORRILLA Alcalá, Juan Fidel (2010), *El futuro del bachillerato mexicano y el trabajo colegiado. Lecciones de una intervención exitosa*, México, ANUIES.

### Lecturas sugeridas

A continuación indicamos los autores, los títulos de los artículos y las páginas en donde se encuentran las contribuciones relacionadas con el tema de la investigación acerca de la formación de profesores, contenidas en el libro *Quality Development in Teacher Education and Training. Second International GIREP Seminar 2003 Selected Contributions* (2004), Udine (Italy), Forum, editado por Marisa Michelini:

- BESSON, Ugo, "Using Science Education Research in Training Physics Teachers", pp. 157-161.
- DETTO, Mario, Marisa Michelini y Silvana Schaiavi Fachin, "Research Grant for In-Service Teacher Formation: Pilot experience in University of Udine", pp. 205-210.
- LONGETTO, Claudia y Marisa Michelini, "A University Master for In-Service Teacher Training on Didactic Innovation", pp. 233-238.
- MICHELINI, Marisa, Pier Giuseppe Rossi y Alberto Stefanel, "The Contribution of Research in the Initial Teacher Formation", pp. 166-171.
- NOVODVORSKY, Ingrid, "The Impact of Educational Research on Physics Teacher Preparation", pp. 43-48.
- OLIVEIRA Maurícia y Alice Rodrigues, "Portfolio as a Strategy to Interrelate Research in Education and Physics Teacher Practices", pp. 311-314.
- TOMASSINI Grimellini, Nella y Olivia Levrini, "Is the "Teacher-as-researcher" Model Worthwhile for Pre-Service Teacher Education?", pp. 162-166.

En relación con las pruebas PISA, además de las referencias citadas en el texto, recomendamos:

- OCDE (2006), *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World, Briefing note for Mexico*, OCDE.
- OCDE (2007), *PISA 2006, Informe español*, Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia-Secretaría General de Educación/Santillana.
- OCDE (2007), *El programa PISA de la OCDE, qué es y para qué sirve*, Madrid, Santillana.
- OCDE (2010), *PISA 2009, Mensajes clave para México*, México, OCDE.
- OCDE (2010), *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do: Student performance in reading, mathematics and science*, vol. I, París, OECD Publishing.

En relación con el Instituto de Educación Media Superior (IEMS), las siguientes publicaciones complementan las referencias citadas en el texto:

- IEMS (2004), *Formación docente en educación media superior*, México, CCH, UNAM, IEMS.  
IEMS (2005), *Programas de estudio. Ciencias*, México, IEMS.  
IEMS (2006), *Memoria. Origen de un proyecto educativo*, México, IEMS.  
IEMS (2006), *Proyecto Educativo del Instituto de Educación Media Superior*, México, Gaceta Oficial del Distrito Federal, octubre.  
IEMS (2009), “Examen diagnóstico”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2009), “Sistema de evaluación”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2009), “Sistema integral de registro de la atención tutorial (SIRAT)”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2010), “Examen diagnóstico”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2010), “Sistema de evaluación”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2010), “Sistema integral de registro de la atención tutorial (SIRAT)”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2011), “Examen diagnóstico”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2011), “Sistema de evaluación”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2011), “Sistema integral de registro de la atención tutorial (SIRAT)”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2012), “Examen diagnóstico”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2012), “Sistema de evaluación”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2012), “Sistema integral de registro de la atención tutorial (SIRAT)”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2013), “Examen diagnóstico”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2013), “Sistema de evaluación”, documento electrónico interno, México, IEMS.  
IEMS (2013), “Sistema integral de registro de la atención tutorial (SIRAT)”, documento electrónico interno, México, IEMS.

En relación con la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS), consultar:

- UNAM-MADEMS, (2003), “Documento de creación de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior”, México, UNAM-Dirección General de Estudios de Posgrado, en: <http://www.posgrado.unam.mx/madems/> (consulta: 26 de marzo de 2013).  
UNAM-MADEMS, (2007), “Documento que presenta la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior para ingresar al Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT”, México, UNAM-Coordinación de la MADEMS.